Käesolev tekst on üksnes dokumenteerimisvahend ning sel ei ole mingit õiguslikku mõju. Liidu institutsioonid ei vastuta selle teksti sisu eest. Asjakohaste õigusaktide autentsed versioonid, sealhulgas nende preambulid, on avaldatud Euroopa Liidu Teatajas ning on kättesaadavad EUR-Lexi veebisaidil. Need ametlikud tekstid on vahetult kättesaadavad käesolevasse dokumenti lisatud linkide kaudu

►**B**

KOMISJONI DELEGEERITUD MÄÄRUS (EL) 2017/654,

19. detsember 2016,

millega täiendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrust (EL) 2016/1628 väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate sisepõlemismootorite heite piirnormide ja tüübikinnitusega seotud tehniliste ja üldnõuete osas

(ELT L 102, 13.4.2017, lk 1)

Muudetud:

		Euroopa Liidu Teataja		
		nr	lehekülg	kuupäev
►**M1**	Komisjoni delegeeritud määrus (EL) 2018/236, 20. detsember 2017	L 50	1	22.2.2018

▼B

KOMISJONI DELEGEERITUD MÄÄRUS (EL) 2017/654,

19. detsember 2016,

millega täiendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrust (EL) 2016/1628 väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate sisepõlemismootorite heite piirnormide ja tüübikinnitusega seotud tehniliste ja üldnõuete osas

Artikkel 1

Mõisted

Määruses kohaldatakse järgmisi mõisteid:

1) „Wobbe indeks (W)“ – gaasi mahuühiku küttevääртuse ja gaasi suhtelise tiheduse ruutjuure suhe samades võrdlustingimustes:

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

2) „λ-nihketegur (S_λ)“ – funktsioon, mis iseloomustab mootori juhtploki paindlikkust õhu ja kütuse suhte (λ) muutumisel, kui mootori kütusena kasutatakse puhtast metaanist erineva koostisega gaasisegu;

3) „vedelkütuserežiim“ – segakahekütuselise mootori tavaline töörežiim, mille käigus ei kasutata mootoris ühegi töötingimuse korral gaaskütust;

4) „segakahekütuserežiim“ – segakütuselise mootori [Termin on muutunud. Uus termin on „segakahekütuseline mootor“] tavaline töörežiim, mille käigus kasutatakse mootoris sõltuvalt töötingimustest vaheldumisi vedel- ja gaaskütust;

5) „tahkete osakeste järeltöötlussüsteem“ – heitgaasi järeltöötlussüsteem tahkete saasteainete heite vähendamiseks tahkete osakeste mehhaanilise, aerodünaamilise, difusioonilise või inertsiaalse eraldamise teel;

6) „regulaator“ – kontrollseade või -süsteem, mis automaatselt seadistab mootori kiiruse või koormuse; see ei ole NRSh-kategooria mootorile paigaldatav kiiruspiirik, mis piirab mootori suurimat pöörlemissagedust ja mille ainus eesmärk on takistada mootori töötamist teatavast piirist suuremal kiirusel;

7) „ümbritseva õhu temperatuur“ – laboritingimustes konkreetse laborikeskkonna (nt filtrikaalumiskambri) temperatuur;

8) „heitekontrolli põhistrateegia (BECS)“ – heitekontrollistrateegia, mis on aktiivne mootori kõigi pöördemomentide ja pöörlemissageduste vahemikus, kui heitekontrolli abistrateegia ei ole aktiveeritud;

▼B

9) „reaktiiv“ – mis tahes ärakulutatav või taaskasutuseks kõlbmatu aine, mida vajatakse ja kasutatakse heitgaasi järeltöötlussüsteemi tõhusaks toimimiseks;

10) „heitekontrolli abistrateegia (AECS)“ – heitekontrollistrateegia, mis aktiveerub ja muudab ajutiselt heitekontrolli põhistrateegiat teataval konkreetsel eesmärgil ja konkreetsetes keskkonna- ja/või töötingimustes ning on aktiivne üksnes nimetatud tingimuste korral;

11) „hea inseneritava“ – otsused, mis tehakse kooskõlas üldtunnustatud teaduslike ja insenertehniliste põhimõtetega ning kättesaadava asjakohase teabe põhjal;

12) „maksimaalne pöörlemissagedus (n_{hi})“ – mootori suurim pöörlemissagedus, mille puhul tekitatakse 70 % maksimaalsest võimsusest;

13) „minimaalne pöörlemissagedus (n_{lo})“ – mootori väikseim pöörlemissagedus, mille puhul tekitatakse 50 % maksimaalsest võimsusest;

14) „maksimaalne võimsus (P_{max})“ – tootja poolt ette nähtud maksimaalne võimsus kilovattides;

15) „osavoolahjendus“ – heitgaasi analüüsimeetod, mille käigus enne tahkete osakeste proovifiltrisse juhtimist üks osa heitgaasivoost eraldatakse ning segatakse sobivas koguses lahjendusõhuga;

16) „triiv“ – erinevus nulli või kalibreerimissignaali ja vastava väärtuse vahel, mida mõõteseade näitab vahetult pärast heitekatses kasutamist;

17) „mõõteulatuse määramine“ – mõõteriista seadistamine nii, et see reageeriks nõuetekohaselt kalibreerimisstandardile, mis jääb vahemikku 75 % ja 100 % mõõteriista mõõteulatuse või eeldatud mõõteulatuse maksimumväärtusest;

18) „võrdlusgaas“ – puhastatud gaaside segu, mida kasutatakse gaasianalüsaatorite kalibreerimiseks;

19) „HEPA filter“ – kõrgefektiivne õhufilter, mille minimaalne algne tahkete osakeste püüdmise tõhusus peab olema 99,97 % vastavalt ASTM F 1471–93 standardile;

20) „kalibreerimine“ – mõõtesüsteemi sisendsignaali näidu seadistamine selliselt, et selle väljund oleks vastavuses võrdlussignaalide vahemikuga;

21) „eriheide“ – saasteainete mass väljendatuna ühikutes g/kWh;

22) „käitaja käsklus“ – mootori käitaja sisendsignaal mootori väljundi reguleerimiseks;

▼B

23) „maksimaalsele pöördemomendile vastav pöörlemissagedus“ – tootja kavandatud mootori pöörlemissagedus, mille juures mootor saavutab suurima pöördemomendi;

24) „mootori reguleeritud kiirus“ – mootori käitamiskiirus, kui seda juhib paigaldatud regulaator;

25) „karterist eralduv heide“ – mootori karterist pärit voog, mis pääseb otse keskkonda;

26) „proovivõttur“ – esimene osa ülekandetorus, mis edastab proovi proovivõtusüsteemi järgmisele komponendile;

27) „katsefaas“ – ajavahemik, mille jooksul määratakse kindlaks pidurdamisega seotud heitkogused;

28) „nullgaas“ – gaas, mis annab analüsaatorisse sisestades nullvaste;

29) „nullitud“ – mõõteseade on justeeritud selliselt, et see annab kalibreerimise nullstandardaine (nt puhastatud lämmastik või puhastatud õhk) puhul nullvaste;

30) „muutuva kiirusega maanteeväline püsikatsetsükkel (edaspidi „muutuva kiirusega NRSC“)“ – maanteeväline püsikatsetsükkel, mis ei ole püsikiirusega maanteeväline püsikatsetsükkel;

31) „püsikiirusega maanteeväline püsikatsetsükkel (edaspidi „püsikiirusega NRSC“)“ – üks järgmistest määruse (EL) 2016/1628 IV lisas määratletud maanteevälistest püsikatsetsüklitest: D2, E2, G1, G2 või G3;

32) „mõõteandmete ajakohastamine ja registreerimine“ – sagedus, millega analüsaator esitab uued kehtivad väärtused;

33) „kalibreerimisgaas“ – puhastatud gaasisegu, mida kasutatakse gaasianalüsaatorite kalibreerimiseks;

34) „stöhhiomeetriline“ – viide õhu ja kütuse kindlale suhtarvule, mille juures juhul, kui kütus on täielikult oksüdeerunud, ei esine kütuse ega hapniku jääki;

35) „kogumisvahend“ – tahkete osakeste filter, proovikott või muu kogumisvahend proovi kogumiseks;

36) „täisvoolahjendus“ – protsess, mille käigus segatakse kogu heitgaasivoog lahjendusõhuga, enne kui osa lahjendatud heitgaasivoost eraldatakse analüüsimiseks;

37) „tolerants“ – vahemik, milles asub 95 % teatud arvnäitaja registreeritud väärtuste kogumist, ülejäänud 5 % registreeritud väärtustest kalduvad tolerantsivahemikust kõrvale;

▼B

38) „hooldusrežiim“ – segakahekütuselise mootori erirežiim, mis aktiveeritakse remondi ajaks või väljaspool teid kasutatava liikurmasina viimiseks turvalisse kohta, kui segakahekütuserežiimi kasutamine ei ole võimalik.

Artikkel 2

Muude täpsustatud kütuste, kütusesegude või kütuseemulsioonide suhtes kehtivad nõuded

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõikes 2 osutatud etalonkütused, muud täpsustatud kütused, kütusesegud või kütuseemulsioonid, mille tootja on ära märkinud ELi tüübikinnituse taotluses, peavad vastama käesoleva määruse I lisas sätestatud tehnilistele omadustele ja neid tuleb kirjeldada teatmikus.

Artikkel 3

Toodangu vastavuse tagamise kord

Selleks et tagada tootmises olevate mootorite vastavus kinnitatud tüübile kooskõlas määruse (EL) 2016/1628 artikli 26 lõikega 1, peavad tüübikinnitusasutused võtma meetmed ja järgima korda, mis on sätestatud käesoleva määruse II lisas.

Artikkel 4

Metoodika heitkoguste laborikatsete tulemuste kohandamiseks selliselt, et need sisaldaksid halvendustegureid

Heitkoguste laborikatsete tulemusi tuleb vastavalt käesoleva määruse III lisale kohandada selliselt, et need sisaldaksid määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punktis d osutatud halvendustegureid, kaasa arvatud neid, mis on seotud kõnealuse määruse artikli 25 lõike 4 punktis d osutatud tahkete osakeste arvu mõõtmisega ja artikli 25 lõike 4 punktis e osutatud gaaskütusel töötavate mootoritega.

Artikkel 5

Heitekontrollistrateegiate, NO_x kontrollimeetmete ja tahkete osakeste kontrollimeetmetega seotud nõuded

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punkti f alapunktis i osutatud heitekontrollistrateegiate, artikli 25 lõike 3 punkti f alapunktis ii osutatud NO_x kontrollimeetmete ja tahkete osakeste kontrollimeetmetega seotud mõõtmised ja katsed, sealhulgas nende näitlikustamiseks vajalikud dokumendid, peavad olema kooskõlas käesoleva määruse IV lisas sätestatud tehniliste nõuetega.

▼B

Artikkel 6

Maanteevälise püsikatsetsükli alaga seotud mõõtmised ja katsed

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punkti f alapunktis iii osutatud alaga seotud mõõtmised ja katsed tuleb teha kooskõlas käesoleva määruse V lisas sätestatud üksikasjalike tehniliste nõuetega.

Artikkel 7

Katsetingimused ja -meetodid

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punktides a ja b osutatud katsetingimused, artiklis 24 osutatud mootori koormus- ja kiirusseadistuste määramise meetodid, artikli 25 lõike 3 punkti e alapunktis i osutatud karterigaaside heite arvestamise meetodid ning artikli 25 lõike 3 punkti e alapunktis ii osutatud heitgaasi järeltöötlussüsteemide pideva või perioodilise regenereerimise kindlaksmääramise ja arvestamise meetodid peavad vastama käesoleva määruse VI lisa punktides 5 ja 6 sätestatud nõuetele.

Artikkel 8

Katsemenetlused

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punktis a ja punkti f alapunktis iv osutatud katsed tuleb teha käesoleva määruse VI lisa punktis 7 ja VIII lisas sätestatud korra kohaselt.

Artikkel 9

Heite mõõtmise ja proovivõtu kord

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punktis b osutatud heite mõõtmine ja proovide võtmine tuleb teha kooskõlas käesoleva määruse VI lisa punktis 8 ja selle lisa 1. liites sätestatud menetlustega.

Artikkel 10

Katseseadmed ning heite mõõtmise ja proovivõtu seadmed

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punktis a osutatud katseseadmed ja artikli 25 lõike 3 punktis b osutatud heite mõõtmise ja proovivõtu seadmed peavad vastama käesoleva määruse VI lisas punktis 9 sätestatud tehnilistele nõuetele ja omadustele.

▼B

Artikkel 11

Andmete hindamise ja arvutamise meetodid

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõike 3 punktis c osutatud andmeid tuleb hinnata ja arvutada vastavalt käesoleva määruse VII lisas sätestatud meetodile.

Artikkel 12

Etalonkütuste tehnilised omadused

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 25 lõikes 2 osutatud etalonkütused peavad vastama käesoleva määruse IX lisas sätestatud tehnilistele omadustele.

Artikkel 13

Üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused mootori tarnimiseks selle heitgaasi järeltöötlussüsteemist eraldi

Kui tootja tarnib algseadmete valmistajale liidus mootori selle heitgaasi järeltöötlussüsteemist eraldi, nagu on ette nähtud määruse (EL) 2016/1628 artikli 34 punktis 3, peab see tarne vastama käesoleva määruse X lisas sätestatud üksikasjalikele tehnilistele spetsifikatsioonidele ja tingimustele.

Artikkel 14

Üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused mootorite ajutiseks turulelaskmiseks, et katsetada neid reaaltingimustes

Selliste mootorite turulelaskmist, mis ei ole saanud ELi tüübikinnitust kooskõlas määrusega (EL) 2016/1628, tuleb selle määruse artikli 34 lõike 4 kohaselt ajutiselt lubada reaaltingimustes katsetamiseks, kui need mootorid vastavad käesoleva määruse XI lisas sätestatud üksikasjalikele tehnilistele spetsifikatsioonidele ja tingimustele.

Artikkel 15

Üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused eriotstarbega mootoritele

Eriotstarbega mootoritele tuleb anda ELi tüübikinnitus ja turulelaskmise luba kooskõlas määruse (EL) 2016/1628 artikli 34 lõigetega 5 ja 6, kui käesoleva määruse XII lisas sätestatud üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused on täidetud.

Artikkel 16

Mootorite samaväärsete tüübikinnituste tunnustamise

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 42 lõike 4 punktis a osutatud UNECE eeskirjad või nende muudatused ning kõnealuse määruse artikli 42 lõike 4 punktis b osutatud liidu õigusaktid on loetletud käesoleva määruse XIII lisas.

▼B

Artikkel 17

Originaalseadme tootjatele mõeldud teabe ja juhiste üksikasjad

Originaalseadmete tootjatele mõeldud teabe ja juhiste üksikasjad, millele on osutatud määruse (EL) 2016/1628 artikli 43 lõigetes 2, 3 ja 4, on sätestatud käesoleva määruse XIV lisas.

Artikkel 18

Lõpptarbijatele mõeldud teabe ja juhiste üksikasjad

Lõpptarbijatele mõeldud teabe ja juhiste üksikasjad, millele on osutatud määruse (EL) 2016/1628 artikli 43 lõigetes 3 ja 4 osutatud, on sätestatud käesoleva määruse XV lisas.

Artikkel 19

Tehniliste teenistuste tulemusstandardid ja hindamine

1. Tehnilised teenistused peavad vastama XVI lisas sätestatud tulemusstandarditele.

2. Tüübikinnitusasutused hindavad tehnilisi teenistusi vastavalt käesoleva määruse XVI lisas sätestatud korrale.

Artikkel 20

Püsi- ja siirdekatsetsüklite omadused

Määruse (EL) 2016/1628 artikli 24 osutatud püsi- ja siirdekatsetsüklid peavad vastama käesoleva määruse XVII lisas sätestatud omadustele.

Artikkel 21

Jõustumine ja kohaldamine

Käesolev määrus jõustub kahekümnendal päeval pärast selle avaldamist *Euroopa Liidu Teatajas*.

Käesolev määrus on tervikuna siduv ja vahetult kohaldatav kõikides liikmesriikides.

▼B

LISAD

Lisa number	Lisa pealkiri	Lehekülg
I	Muude täpsustatud kütuste, kütusesegude või kütuseemulsioonide suhtes kehtivad nõuded	
II	Toodangu vastavuse tagamise kord	
III	Metoodika heitkoguste laborikatsete tulemuste kohandamiseks selliselt, et need sisaldaksid halvendustegureid	
IV	Heitekontrollistrateegiate, NO_x kontrollimeetmete ja tahkete osakeste kontrollimeetmetega seotud nõuded	
V	Maanteevälise püsikatsetsükli alaga seotud mõõtmised ja katsed	
VI	Heitekatsete tegemine ja nõuded mõõteseadmetele	
VII	Andmete hindamise ja arvutusmeetodid	
VIII	Segakahekütuseliste mootorite talitlusnõuded ja katsemenetlused	
IX	Etalonkütuste tehnilised omadused	
X	Üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused mootori tarnimiseks selle heitgaasi järeltöötlussüsteemist eraldi	
XI	Üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused mootorite ajutiseks turulelaskmiseks, et katsetada neid reaaltingimustes	
XII	Üksikasjalikud tehnilised spetsifikatsioonid ja tingimused eriotstarbega mootoritele	
XIII	Mootorite samaväärsete tüübikinnituste tunnustamine	
XIV	Originaalseadme tootjatele mõeldud teabe ja juhiste üksikasjad	
XV	Lõpptarbijatele mõeldud teabe ja juhiste üksikasjad	
XVI	Tehniliste teenistuste tulemusstandardid ja hindamine	
XVII	Püsi- ja siirdkatsetsüklite omadused	

▼M1

I LISA

Muude täpsustatud kütuste, kütusesegude või kütuseemulsioonide suhtes kehtivad nõuded

1. **Vedelkütustel töötavate mootorite suhtes kehtivad nõuded**

1.1. ELi tüübikinnituse taotlemisel võivad tootjad seoses mootori kütuserühmadega valida ühe järgmistest variantidest:

a) standardkütuserühma mootor punktis 1.2 sätestatud nõuete kohaselt või

b) vaid konkreetse kütusega töötav mootor punktis 1.3 sätestatud nõuete kohaselt.

1.2. Standardkütuserühma (diislikütus, bensiin) mootori nõuded

Standardkütuserühma mootor peab vastama punktides 1.2.1–1.2.4 sätestatud nõuetele.

1.2.1. Algmootor peab vastama määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud kohaldatavatele piirnormidele ning käesolevas määruses sätestatud nõuetele, kui mootor töötab lisa IX punktides 1.1 ja 2.1 nimetatud etalonkütustel.

1.2.2. Kui maanteevälistes liikurmasinates kasutatava gaasiõli jaoks puudub Euroopa Standardikomitee standard (edaspidi „CEN-standard“) või Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivis 98/70/EÜ ([1]) ei ole kütuse omaduste tabelit maanteevälistes liikurmasinates kasutatava gaasiõli jaoks, peab lisas IX diislikütuse (maanteevälistes liikurmasinates kasutatav gaasiõli) etalonkütus vastama müügil olevatele maanteevälistes liikurmasinates kasutatavatele gaasiõlidele, mille väävlisisaldus on kuni 10 mg/kg, tsetaaniarv vähemalt 45 ja rasvhapete metüülestrite (edaspidi „FAME“) sisaldus kuni 7 % v/v. Kui punktide 1.2.2.1, 1.2.3 ja 1.2.4 kohaselt ei ole teisiti lubatud, siis esitab tootja vastavalt lisa XV nõuetele lõppkasutajatele vastava deklaratsiooni, mille kohaselt kasutatakse maanteevälistes liikurmasinates kasutataval gaasiõlil töötava mootori puhul üksnes kütuseid, mille väävlisisaldus ei ületa 10 mg/kg (lõpp-punktis turustamisel 20 mg/kg), tsetaaniarv on vähemalt 45 ja FAME sisaldus ei ületa 7 % v/v. Soovi korral võib tootja täpsustada ka muid näitajaid (nt määrimisvõime).

1.2.2.1. Mootori tootja ei tohi ELi tüübikinnituse andmise ajal osutada, et mootoritüübi või mootoritüüpkonna puhul võib kasutada liidus teisi müügil olevaid kütuseid kui need, mis vastavad selle punkti nõuetele, kui tootja ei täida lisaks punkti 1.2.3 nõudeid.

a) Bensiini puhul direktiiv 98/70/EÜ või CEN-standard EN 228:2012. Lisada võib määrdeõli vastavalt tootja spetsifikatsioonile;

b) Diislikütuse (välja arvatud maanteevälistes liikurmasinates kasutatav gaasiõli) puhul direktiiv 98/70/EÜ või CEN-standard EN 590:2013;

([1]) Euroopa Parlamendi ja nõukogu 13. oktoobri 1998. aasta direktiiv 98/70/EÜ bensiini ja diislikütuse kvaliteedi ning nõukogu direktiivi 93/12/EMÜ muutmise kohta (EÜT L 350, 28.12.1998, lk 58).

▼M1

c) Diislikütuse (maanteevälistes liikurmasinates kasutatav gaasiõli) puhul direktiiv 98/70/EÜ ja nii tsetaaniarv vähemalt 45 kui ka FAME sisaldus kuni 7 % v/v.

1.2.3. Kui tootja lubab mootorite puhul kasutada ka muid müügil olevaid kütuseid kui need, mis on määratud kindlaks punktis 1.2.2) näiteks kasutada B100 (EN 14214:2012+A1:2014), B20 või B30 (EN16709:2015) või spetsiaalseid kütuseid, kütusesegusid või kütuseemulsioone, peab tootja võtma lisaks punkti 1.2.2.1 nõuete täitmisele võtma kõik järgmised meetmed:

a) deklareerima haldusnõudeid käsitlevas komisjoni rakendusmääruses (EL) 2017/656 toodud teabedokumendis ([1]) nende kaubanduslike kütuste, kütusesegude või emulsioonide spetsifikatsiooni, millega mootor saab töötada;

b) näitama, et algmootor vastab deklareeritud kütuste, kütusesegude või -emulsioonide osas käesoleva määruse nõuetele;

c) kandma vastutust kasutusel olevate mootorite seiret käsitlevas komisjoni delegeeritud määruses (EL) 2017/655 ([2]) sätestatud kasutusaegse seire nõuete täitmise eest seoses deklareeritud kütuste, kütusesegude või -emulsioonidega, sealhulgas deklareeritud kütuste segude või emulsioonidega ja punktis 1.2.2.1 kindlaks määratud vastava müügil oleva kütusega.

1.2.4. Sädesüütega mootorite puhul peab kütuse ja õli segamisvahekord vastama tootja soovitatavale vahekorrale. Õli suhtosa kütusest ja määrdeõlist koosnevas toitesegus märgitakse haldusnõudeid käsitlevas komisjoni rakendusmääruses (EL) 2017/656 toodud teabedokumenti.

1.3. Vaid konkreetsel kütusel (ED 95 või E 85) töötava mootori suhtes kehtivad nõuded

Vaid konkreetse kütusega (ED 95 või E 85) töötav mootor peab vastama punktides 1.3.1–1.3.2 sätestatud nõuetele.

1.3.1. ED 95 puhul peab algmootor vastama määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud kohaldatavatele piirnormidele ning käesolevas määruses sätestatud nõuetele, kui mootor töötab lisa IX punktis 1.2 nimetatud etalonkütustel.

1.3.2. E 85 puhul peab algmootor vastama määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud kohaldatavatele piirnormidele ning käesolevas määruses sätestatud nõuetele, kui mootor töötab lisa IX punktis 2.2 nimetatud etalonkütustel.

([1]) Komisjoni 19. detsembri 2016. aasta rakendusmäärus (EL) 2017/656, millega kehtestatakse väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate sisepõlemismootorite heite piirnormide ja tüübikinnituse haldusnõuded vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusele (EL) 2016/1628 (vt käesoleva *Euroopa Liidu Teataja* lk 364).

([2]) Komisjoni 19. detsembri 2016. aasta delegeeritud määrus (EL) 2017/655, millega täiendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrust (EL) 2016/1628 seoses väljaspool teid kasutatavatele liikurmasinatele paigaldatud kasutusel olevate sisepõlemismootorite gaasiliste saasteainete heite seirega (vt käesoleva *Euroopa Liidu Teataja* lk 334).

▼M1

2. **Maagaasil/biometaanil (NG) või veeldatud naftagaasil (LPG) töötavate mootorite, sealhulgas segakahekütuseliste mootorite suhtes kehtivad nõuded**

2.1. ELi tüübikinnituse taotlemisel võivad tootjad seoses mootori kütuserühmadega valida ühe järgmistest variantidest:

a) universaalse kütuserühma mootor punktis 2.3 sätestatud nõuete kohaselt;

b) kütuserühmade piiranguga mootor punktis 2.4 sätestatud nõuete kohaselt;

c) vaid konkreetse kütusega töötav mootor punktis 2.5 sätestatud nõuete kohaselt.

2.2. Tabelid, milles esitatakse nõuded maagaasil/biometaanil ja veeldatud naftagaasil töötavate ning segakahekütuseliste mootorite ELi tüübikinnituse saamiseks, on esitatud 1. liites.

2.3. Nõuded universaalse kütuserühma mootori puhul

2.3.1. Maagaasil/biometaanil töötavate, sealhulgas segakahekütuseliste mootorite puhul tõendab tootja, et algmootor võib töötada mis tahes koostisega maagaasil/biometaanil, mida turul müüakse. Seda tuleb tõendada vastavalt käesolevale punktile 2 ning segakahekütuseliste mootorite puhul ka vastavalt lisasätetele, mis käsitlevad VIII lisa punktis 6.4 sätestatud kütusega kohandumise korda.

2.3.1.1. Üldiselt esineb surumaagaasil/biometaanil töötavate mootorite puhul kaks kütusetüüpi: suure küttevääртusega kütus (H-gaas) ja väikese küttevääртusega kütus (L-gaas), mille küttevääртus mõlemas rühmas kõigub märkimisväärselt; need erinevad märkimisväärselt energiasisalduse poolest, mida väljendatakse Wobbe indeksiga, ning λ-nihketeguri (S_λ) poolest. Maagaasi, mille λ-nihketegur jääb 0,89 ja 1,08 vahele ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}08$), peetakse H-gaasiks; maagaasi, mille λ-nihketegur jääb 1,08 ja 1,19 vahele ($1{,}08 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$), peetakse L-gaasiks. Olenevalt etalonkütuste koostisest, varieeruvad nende S_λ väärtused laiades piirides.

Algmootor peab vastama käesoleva määruse IX lisas sätestatud nõuetele etalonkütuste G_R (kütus 1) ja G_{25} (kütus 2) kohta või IX lisa 1. liites sätestatud nõuetele selliste samaväärsete kütuste kohta, milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega, ilma et mootori kütusesüsteemi kahe katse vahel käsitsi reguleeritaks (süsteem peab olema isekohanev). Pärast kütusevahetust on lubatud üks kohanduskatse. Kohanduskatse koosneb eelkonditsioneerimisest järgneva heitekatse jaoks vastavalt asjaomasele katsetsüklile. Kui mootoreid katsetatakse maanteevälistes püsikatsetsüklites (edaspidi „NRSC“), mille puhul eelkonditsioneerimistsükkel ei ole kütusetoite kohandumiseks piisav, võib enne mootori eelkonditsioneerimist teha alternatiivse kohanduskatse.

2.3.1.1.1. Tootja võib mootorit katsetada ka kolmanda kütusega (kütus 3), mille λ-nihketegur (S_λ) jääb 0,89 (kütusele G_R vastav alumine piir) ja 1,19 (kütusele G_{25} vastav ülemine piir) vahele, näiteks juhul, kui kütus 3 on müügilolev kütus. Selle katse tulemused võib võtta aluseks toodangu nõuetelevastavuse hindamisel.

▼M1

2.3.1.2. Veeldatud maagaasil/veeldatud biometaanil töötavate mootorite puhul peab algmootor peab vastama käesoleva määruse IX lisas sätestatud nõuetele etalonkütuste G_R (kütus 1) ja G_{20} (kütus 2) kohta, või IX lisa 1. liites sätestatud nõuetele selliste samaväärsete kütuste kohta, milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega, ilma et mootori kütusesüsteemi kahe katse vahel käsitsi reguleeritaks (süsteem peab olema isekohanev). Pärast kütusevahetust on lubatud üks kohanduskatse. Kohanduskatse koosneb eelkonditsioneerimisest järgneva heitekatse jaoks vastavalt asjaomasele katsetsüklile. Kui mootoreid katsetatakse maanteevälistes püsikatsetsüklites, mille puhul eelkonditsioneerimistsükkel ei ole kütusetoite kohandumiseks piisav, võib enne mootori eelkonditsioneerimist teha alternatiivse kohanduskatse.

2.3.2. Surumaagaasil/biometaanil töötavate mootorite puhul, mis kohanduvad nii H-gaaside kui ka L-gaasidega ning mille ümberlülitamine H-gaasilt L-gaasile toimub lüliti abil, katsetatakse algmootorit etalonkütuse lüliti kõikides asendites, mis vastavad IX lisas kindlaksmääratud asjakohastele etalonkütustele. H-rühma gaaside vastavad kütused on G_R (kütus 1) ja G_{23} (kütus 3), L-rühma gaaside vastavad kütused on G_{25} (kütus 2) ja G_{23} (kütus 3) või IX lisa 1. liite kohaselt samaväärsed kütused, milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega. Algmootor peab vastama käesoleva määruse nõuetele lüliti mõlemas asendis, ilma et mootori kütusetoidet kahe katse vahel üheski lüliti asendis reguleeritaks. Pärast kütusevahetust on lubatud üks kohanduskatse. Kohanduskatse koosneb eelkonditsioneerimisest järgneva heitekatse jaoks vastavalt asjaomasele katsetsüklile. Kui mootoreid katsetatakse maanteevälistes püsikatsetsüklites, mille puhul eelkonditsioneerimistsükkel ei ole kütusetoite kohandumiseks piisav, võib enne mootori eelkonditsioneerimist teha alternatiivse kohanduskatse.

2.3.2.1. Tootja võib mootorit katsetada G_{23} asemel ka kolmanda kütusega (kütus 3), mille λ-nihketegur (S_λ) jääb 0,89 (kütusele G_R vastav alumine piir) ja 1,19 (kütusele G_{25} vastav ülemine piir) vahele, näiteks juhul, kui kütus 3 on müügilolev kütus. Selle katse tulemused võib võtta aluseks toodangu nõuetelevastavuse hindamisel.

2.3.3. Maagaasil/biometaanil töötavate mootorite puhul määratakse iga saasteaine mõõdetud heitetaseme suhe r kindlaks järgmiselt:

$$r = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 2 puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 1 puhul}}$$

või,

$$r_a = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 2 puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 3 puhul}}$$

ja

$$r_b = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 1 puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 3 puhul}}$$

▼**M1**

2.3.4. Veeldatud naftagaasil töötavate mootorite puhul tõendab tootja, et töötav algmootor suudab kohaneda mis tahes koostisega müügiloleva kütusega.

Veeldatud naftagaaside C_3/C_4 sisaldus varieerub. See varieerumine kajastub ka etalonkütustes. Algmootor peab vastama etalonkütuste A ja B heidetega seotud nõuetele, nagu sätestatud IX lisas, ilma kütusetoite reguleerimiseta kahe katse vahel. Pärast kütusevahetust on lubatud üks kohanduskatse. Kohanduskatse koosneb eelkonditsioneerimisest järgneva heitekatse jaoks vastavalt asjaomasele katsetsüklile. Kui mootoreid katsetatakse maanteevälistes püsikatsetsüklites, mille puhul eelkonditsioneerimistsükkel ei ole kütusetoite kohandumiseks piisav, võib enne mootori eelkonditsioneerimist teha alternatiivse kohanduskatse.

2.3.4.1. Iga saasteaine mõõdetud heitetaseme suhe r määratakse järgmiselt:

$$r = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse B puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse A puhul}}$$

2.4. Nõuded kütuserühmade piiranguga mootori puhul

Kütuserühmade piiranguga mootor peab vastama punktides 2.4.1–2.4.3 sätestatud nõuetele.

2.4.1. Surumaagaasil töötavate ja H-gaasidele või L-gaasidele reguleeritud mootorite puhul

2.4.1.1. Algmootorit katsetatakse asjakohase etalonkütusega, nagu on asjaomase gaaside rühma suhtes kindlaks määratud IX lisas. H-rühma gaaside vastavad kütused on G_R (kütus 1) ja G_{23} (kütus 3), L-rühma gaaside vastavad kütused on G_{25} (kütus 2) ja G_{23} (kütus 3) või IX lisa 1. liite kohaselt samaväärsed kütused, milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega. Algmootor peab vastama käesoleva määruse nõuetele, ilma et mootori kütusetoidet kahe katse vahel reguleeritaks. Pärast kütusevahetust on lubatud üks kohanduskatse. Kohanduskatse koosneb eelkonditsioneerimisest järgneva heitekatse jaoks vastavalt asjaomasele katsetsüklile. Kui mootoreid katsetatakse maanteevälistes püsikatsetsüklites, mille puhul eelkonditsioneerimistsükkel ei ole kütusetoite kohandumiseks piisav, võib enne mootori eelkonditsioneerimist teha alternatiivse kohanduskatse.

2.4.1.2. Tootja võib mootorit katsetada G_{23} asemel ka kolmanda kütusega (kütus 3), mille λ-nihketegur (S_λ) jääb 0,89 (kütusele G_R vastav alumine piir) ja 1,19 (kütusele G_{25} vastav ülemine piir) vahele, näiteks juhul, kui kütus 3 on müügilolev kütus. Selle katse tulemused võib võtta aluseks toodangu nõuetelevastavuse hindamisel.

▼M1

2.4.1.3. Iga saasteaine mõõdetud heitetaseme suhe r määratakse järgmiselt:

$$r = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 2 puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 1 puhul}}$$

või,

$$r_a = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 2 puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 3 puhul}}$$

ja

$$r_b = \frac{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 1 puhul}}{\text{mõõdetud heitetase etalonkütuse 3 puhul}}$$

2.4.1.4. Tarbijale üleantaval mootoril peab olema määruse (EL) 2016/1628 III lisas nimetatud märgis selle kohta, millisesse kütuserühma kuuluvate kütuste kasutamiseks on mootoril ELi tüübikinnitus.

2.4.2. Maagaasil või veeldatud naftagaasil töötavate, ühele kindla koostisega kütusele reguleeritud mootorite puhul

2.4.2.1. Algmootor peab vastama surumaagaasi puhul etalonkütuste G_R ja G_{25} või samaväärsete kütuste (milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega) heidetega seotud nõuetele, nagu sätestatud IX lisa 1. liites, ja veeldatud maagaasi puhul etalonkütuste G_R ja G_{20} või samaväärsete kütuste (milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega) heidetega seotud nõuetele, nagu sätestatud VI lisa 2. liites, või veeldatud naftagaasi puhul etalonkütuste A ja B heidetega seotud nõuetele, nagu sätestatud XI lisas. Peenreguleerimine seisneb kütusetoitesüsteemi andmebaasi korduskalibreerimises, kusjuures ei muudeta andmebaasi juhtimise põhistrateegiat ega andmebaasi põhistruktuuri. Vajadusel võib asendada vahetult kütusevooluga seotud osad, näiteks pihustusotsakud.

2.4.2.2. Surumaagaasil töötavate mootorite puhul võib tootja katsetada mootorit etalonkütustega G_R ja G_{23} või etalonkütustega G_{25} ja G_{23} või samaväärsete kütustega, milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega, nagu sätestatud IX lisa 1. liites, kusjuures ELi tüübikinnitus kehtib üksnes vastavalt H- või L-rühma gaaside suhtes.

2.4.2.3. Tarbijale üleantaval mootoril peab olema haldusnõudeid käsitlevas komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 III lisas osutatud märgis selle kohta, millise koostisega kütuste kasutamiseks on mootor kalibreeritud.

2.5. Vaid konkreetse kütusega ehk veeldatud maagaasil/veeldatud biometaanil töötava mootori suhtes kehtivad nõuded

Vaid konkreetse kütusega ehk veeldatud maagaasil/veeldatud biometaanil töötav mootor peab vastama punktides 2.5.1–2.5.2 sätestatud nõuetele.

2.5.1. Vaid konkreetse kütusega ehk veeldatud maagaasil/veeldatud biometaanil töötav mootor

▼**M1**

2.5.1.1. Mootor kalibreeritakse konkreetse veeldatud maagaasi/veeldatud biometaani koostise jaoks mille λ-nihketegur ei erine IX lisas sätestatud kütuse G_{20} λ-nihketegurist rohkem kui 3 % ning mille etaanisisaldus ei ole suurem kui 1,5 protsenti.

2.5.1.2. Kui punktis 2.5.1.1 esitatud nõuded ei ole täidetud, esitab tootja taotluse universaalse kütuserühma mootori jaoks punktis 2.1.3.2 sätestatud spetsifikatsioonide kohaselt.

2.5.2. Vaid konkreetse kütusega ehk veeldatud maagaasil töötav mootor

2.5.2.1. Segakahekütuselise mootoritüüpkonna puhul tuleb mootor kalibreerida konkreetse veeldatud maagaasi koostise jaoks, mille λ-nihketegur ei erine IX lisas sätestatud kütuse G_{20} λ-nihketegurist rohkem kui 3 % ning mille etaanisisaldus ei ole suurem kui 1,5 %, katsetatakse algmootorit ainult etalon-gaaskütusega G_{20} või samaväärse kütusega, milles on kasutatud torugaasi segulisandeid koos muude gaasidega, nagu on sätestatud IX lisa 1. liites.

2.6. Tüüpkonda kuuluva mootori ELi tüübikinnitus

2.6.1. Algmootori tüübikinnitust laiendatakse, välja arvatud punktis 2.6.2 nimetatud juhul, kõigile mootoritüüpkonna liikmetele uue katsetamiseta igal kütusel, mis koostiselt kuulub rühma, mille suhtes algmootorile on antud ELi tüübikinnitus (punktis 2.5 kirjeldatud mootorite puhul), või samasse kütuserühma (punktis 2.3 või 2.4 kirjeldatud mootorite puhul), mille suhtes algmootorile on antud ELi tüübikinnitus.

2.6.2. Kui tehniline teenistus teeb kindlaks, et valitud algmootor ei esinda haldusnõudeid käsitlevas komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IX lisas määratletud mootoritüüpkonda täielikult, võib tehniline teenistus valida katsetamiseks mõne teise katsemootori või teha vajaduse korral lisakatse uue katsemootoriga.

2.7. Lisanõuded segakahekütuseliste mootorite puhul

Tüübikinnituse saamiseks segakahekütuselise mootori tüübile või mootoritüüpkonnale peab tootja:

a) tegema katsed 1. liite tabeli 1.3 kohaselt;

b) tõendama lisaks punktis 2 esitatud nõuete täitmisele, et segakahekütuselisi mootoreid katsetatakse VIII lisa kohaselt ning need vastavad kõnealuse lisa nõuetele.

▼M1

1. liide

Tüübikinnitusmenetluse kokkuvõte maagaasil ja veeldatud naftagaasil töötavate, sealhulgas segakahekütuseliste mootorite kohta

Tabelites 1.1–1.3 on toodud kokkuvõte maagaasil ja veeldatud naftagaasil töötavate mootorite tüübikinnitusmenetluse kohta ja segakahekütuseliste mootorite tüübikinnituseks nõutava minimaalse arvu katsete kohta

Tabel 1.1

Maagaasil töötava mootori ELi tüübikinnitus

	Punkt 2.3: Nõuded universaalse kütuserühma mootori puhul	Katsete arv	r arvutamise valem	Punkt 2.4: Nõuded kütuserühmade piiranguga mootori puhul	Katsete arv	r arvutamise valem
Vt punkt 2.3.1. Maagaasil töötav mootor, mis kohaneb mis tahes koostisega kütusega	G_R (1) ja G_{25} (2) Tootja taotluse korral võib mootorit katsetada täiendava müügil oleva kütusega (3), kui S_λ = 0,89 – 1,19	2 (maksimaalselt 3)	$r = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 1}(G_R)}$ Katsetamise puhul täiendava kütusega; $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3(market fuel)}}$ ja $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$			
Vt punkt 2.3.2. Maagaasil töötav mootor, mille kohandamine toimub lüliti abil	G_R (1) ja G_{23} (3) H puhul ning G_{25} (2) ja G_{23} (3) L puhul Tootja taotlusel võib mootorit katsetada G_{23} asemel mõne muu müügil oleva kütusega (3), kui S_λ = 0,89 – 1,19	H-gaaside puhul 2 ja L-gaaside puhul 2 vastavates lüliti asendites	$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel })}$ ja $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel })}$			
Vt punkt 2.4.1. Maagaasil töötav mootor, mis on reguleeritud H-gaasidele või L-gaasidele				G_R (1) ja G_{23} (3) H puhul või G_{25} (2) ja G_{23} (3) L puhul Tootja taotlusel võib mootorit katsetada G_{23} asemel mõne muu müügil oleva kütusega (3), kui S_λ = 0,89 – 1,19	H-gaaside puhul 2 või L-gaaside puhul 2 2	$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ H-gaaside puhul või $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ L-gaaside puhul

▼M1

	Punkt 2.3: Nõuded universaalse kütuserühma mootori puhul	Katsete arv	r arvutamise valem	Punkt 2.4: Nõuded kütuserühmade piiranguga mootori puhul	Katsete arv	r arvutamise valem
Vt punkt 2.4.2. Maagaasil töötav mootor, mis on reguleeritud ühe kindla koostisega kütusele				G_R (1) ja G_{25} (2), katsete vahel on lubatud peenreguleerimine. Tootja taotluse korral võib mootorit katsetada: G_R (1) ja G_{23} (3) H puhul või G_{25} (2) ja G_{23} (3) L puhul	2 H-gaaside puhul 2 või L-gaaside puhul 2	

Tabel 1.2

Veeldatud naftagaasil töötava mootori ELi tüübikinnitus

	Punkt 2.3: Nõuded universaalse kütuserühma mootori puhul	Katsete arv	r arvutamise valem	Punkt 2.4: Nõuded kütuserühmade piiranguga mootori puhul	Katsete arv	r arvutamise valem
Vt punkt 2.3.4. Veeldatud naftagaasil töötav mootor, mis kohaneb mis tahes koostisega kütusega	Kütus A ja kütus B	2	$r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$			
Vt punkt 2.4.2. Veeldatud naftagaasil töötav mootor, mis on reguleeritud ühe kindla koostisega kütusele				Kütus A ja kütus B, katsete vahel on lubatud peenreguleerimine	2	

Tabel 1.3

Segakahekütuseliste mootorite tüübikinnituseks nõutav minimaalne katsete arv

Segakahekütuseline tüüp	Vedelkütuserežiim	Segakahekütuserežiim			
		Surumaagaas	Veeldatud maagaas	LNG_{20}	Veeldatud naftagaas
1A		Universaalne või kindel koostis (2 katset)	Universaalne (2 katset)	Kütusepõhine (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)
1B	Universaalne (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)	Universaalne (2 katset)	Kütusepõhine (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)

▼**M1**

Segakahekütuseline tüüp	Vedelkütuserežiim	Segakahekütuserežiim			
		Surumaagaas	Veeldatud maagaas	LNG_{20}	Veeldatud naftagaas
2 A		Universaalne või kindel koostis (2 katset)	Universaalne (2 katset)	Kütusepõhine (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)
2B	Universaalne (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)	Universaalne (2 katset)	Kütusepõhine (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)
3B	Universaalne (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)	Universaalne (2 katset)	Kütusepõhine (1 katse)	Universaalne või kindel koostis (2 katset)

▼M1

II LISA

Toodangu vastavuse tagamise kord

1. **Mõisted**

Käesolevas lisas kasutatakse järgmisi mõisteid:

1.1. „kvaliteedijuhtimissüsteem“ – omavahel seotud ja üksteist mõjutavate elementide kogum, mida organisatsioonid kasutavad kvaliteedipoliitika rakendamise ja kvaliteedieesmärkide saavutamise juhtimiseks ja kontrollimiseks;

1.2. „audit“ – tõendite kogumise protsess, mida kasutatakse auditikriteeriumidele vastavuse hindamiseks ning mis peab olema objektiivne, erapooletu ja sõltumatu ning lisaks süstemaatiline ja dokumenteeritud;

1.3. „parandusmeetmed“ – probleemi lahendamise protsess ning sellele järgnev mittevastavuse või mittesoovitava olukorra põhjuste kõrvaldamine ja nende kordumise vältimise kavandamine.

2. **Eesmärk**

2.1. Toodangu nõuetele vastavuse tagamise korra eesmärk on tagada, et iga mootor vastab tüübikinnituse tehnilist kirjeldust, toimimist ja märgistamist käsitlevatele nõuetele, mis kehtivad tüübikinnituse saanud mootoritüübi või mootoritüüpkonna suhtes.

2.2. Kõnealuse korra lahutamatuks osaks on kvaliteedijuhtimissüsteemide hindamine, mis on sätestatud punktis 3 ja mida nimetatakse esmaseks hindamiseks, ning tootmisega seotud kontrollid, mis on sätestatud punktis 4 ja mida nimetatakse toodangu vastavuse tagamise korraks.

3. **Esmane hindamine**

3.1. Kinnitusasutus peab enne ELi tüübikinnituse andmist kontrollima, et tootja on ette näinud piisavad meetmed ja menetlused, mis tagavad tõhusa kontrolli tootmises olevate mootorite kinnitatud mootoritüübile või mootoritüüpkonnale vastavuse üle.

3.2. Esmase hindamise suhtes kehtib standard EN ISO 19011:2011 – „Kvaliteedi- ja/või keskkonnajuhtimissüsteemide auditeerimise juhised“.

3.3. Kinnitusasutus peab heaks kiitma esmase hindamise ja toodangu vastavuse tagamise korra vastavalt punktile 4, rakendades vajaduse korral ühte punktides 3.3.1–3.3.3 kirjeldatud meetmetest või nimetatud meetmete kombinatsiooni vastavalt vajadusele kas tervikuna või osaliselt.

3.3.1. Esmase hindamise ja/või toodangu vastavuse tagamise meetmete kontrollimise viib läbi tüübikinnitust väljastav tüübikinnitusasutus või tüübikinnitusasutuse poolt selleks määratud organ.

3.3.1.1. Läbiviidava esmase hindamise ulatuse määramisel võib kinnitusasutus kasutada kättesaadavat teavet tootja sertifitseerimise kohta, mida ei ole punkti 3.3.3 alusel heaks kiidetud.

3.3.2. Esmase hinnangu võib anda ja toodangu vastavuse tagamise meetmeid kontrollida ka mõne teise liikmesriigi tüübikinnitusasutus või tüübikinnitusasutuse poolt selleks määratud organ.

▼M1

3.3.2.1. Sel juhul koostab teise liikmesriigi tüübikinnitusasutus vastavusavalduse, kus piiritletakse hinnangus hõlmatud valdkonnad ja tootmisüksused, mis on seotud ELi tüübikinnitusel olevate mootoritega.

3.3.2.2. Saades ELi tüübikinnitust andva liikmesriigi tüübikinnitusasutuselt vastavusavalduse taotluse, saadab teise liikmesriigi tüübikinnitusasutus viivitamata vastavusavalduse või teatab, et tal ei ole võimalik niisugust avaldust väljastada.

3.3.2.3. Vastavusavaldus peab sisaldama vähemalt järgmist:

3.3.2.3.1. kontsern või ettevõte (nt XYZ Manufacturing);

3.3.2.3.2. konkreetne organisatsioon (nt Euroopa osakond);

3.3.2.3.3. tehased/tootmisüksused (nt 1. mootoritehas (Ühendkuningriigis) – 2. mootoritehas (Saksamaal));

3.3.2.3.4. hõlmatud mootoritüübid/mootoritüüpkonnad

3.3.2.3.5. hinnatud valdkonnad (nt mootorite koostamine, mootorite katsetamine, järeltöötlustootmine);

3.3.2.3.6. kontrollitud dokumendid (nt ettevõtte ja tehase kvaliteedikäsiraamat ja kvaliteedi tagamise kord);

3.3.2.3.7. hindamise kuupäev (nt 18.–30.5.2013 korraldatud audit);

3.3.2.3.8. kavandatud kontrollkäik (nt oktoober 2014).

3.3.3. Tüübikinnitusasutus peab arvestama punkti 3.3 esmase hindamise nõuetele vastavana ka sobivaid harmoneeritud standardi EN ISO 9001:2008 või muu samaväärse harmoneeritud standardi kohaseid tootja sertifikaate. Tootja esitab sertifitseerimise kohta täpsed andmed ja kohustub teatama tüübikinnitusasutusele kõigist sertifitseerimise kehtivuse või ulatusega seotud muudatustest.

4. **Toodangu vastavuse tagamise meetmed**

4.1. Kõik mootorid, mis saavad määruse (EL) 2016/1628, käesoleva delegeeritud määruse, delegeeritud määruse (EL) 2017/655 ja rakendusmääruse (EL) 2017/656 kohaselt ELi tüübikinnituse, toodetakse nii, et need vastavad kinnitatud mootoritüübile või mootoritüüpkonnale, vastates käesoleva lisa, määruse (EL) 2016/1628 ja eespool nimetatud delegeeritud ja rakendusmääruste nõuetele.

4.2. Tüübikinnitusasutus peab enne määrusele (EL) 2016/1628 ja selle määruse kohaselt vastu võetud delegeeritud ja rakendusaktidele vastava ELi tüübikinnituse andmist veenduma, et on olemas adekvaatne hindamiskord ja dokumenteeritud kontrollimiskavad, mis tuleb iga tüübikinnituse korral tootjaga kooskõlastada, et viia kindlaksmääratud ajavahemike järel läbi katsed või nendega seonduvad kontrollimised, sh vajadusel määruses (EL) 2016/1628 ja kõnealuse määruse kohaselt vastu võetud delegeeritud ja rakendusaktides ette nähtud katsed, mis on vajalikud, et tõendada jätkuvat vastavust kinnitatud mootoritüübile või mootoritüüpkonnale.

▼M1

4.3. ELi tüübikinnituse omanik peab:

4.3.1. tagama, et on olemas menetlused, et tõhusalt kontrollida mootorite vastavust kinnitatud mootoritüübile või mootoritüüpkonnale ja et neid menetlusi kohaldatakse;

4.3.2. omama juurdepääsu katseseadmetele või muudele asjakohastele seadmetele, mis on vajalikud igale kinnitatud mootoritüübile või mootoritüüpkonnale vastavuse kontrollimiseks;

4.3.3. tagama katse- või kontrollitulemuste registreerimise ja lisatud dokumentide kättesaadavuse kuni 10 aasta pikkuse perioodi vältel, mis määratakse täpsemalt kindlaks kokkuleppel kinnitusasutusega;

4.3.4. NRSh- ja NRS-kategooria mootorite (välja arvatud NRS-v-2b- ja NRS-v-3-kategooria mootorid) puhul tagama, et iga mootoritüübi puhul tehakse vähemalt määruses (EL) 2016/1628 ning selle määruse kohaselt vastu võetud delegeeritud ja rakendusaktides ette nähtud kontrollid ja katsed. Muude kategooriate puhul võivad tootja ja kinnitusasutus leppida kokku katsed komponentide või komponentide koostu tasandil asjakohase kriteeriumi alusel;

4.3.5. analüüsima iga liiki katsete või kontrollimiste tulemusi, et kontrollida tootekarakteristikuid ning tagada nende stabiilsus, võttes arvesse tööstustoodangu korral lubatud kõikumisi;

4.3.6. tagama, et kui kõnealust liiki katsetuse käigus ilmneb mis tahes näidise või katseeksemplari mittevastavus nõuetele, valitakse uued näidised ja katsetust või kontrollimist korratakse.

4.4. Kui punktis 4.3.6 osutatud edasisi auditi või kontrollitulemusi ei peeta tüübikinnitusasutuse arvamuse põhjal rahuldavaks, tagab tootja, et toodangu nõuetele vastavus taastatakse niipea kui võimalik parandusmeetmete abil tüübikinnitusasutusele veenval viisil.

5. **Jätkuva vastavustõendamise meetmed**

5.1. Tüübikinnituse andnud asutus võib igal ajal kontrollida igas tootmisüksuses rakendatavaid nõuetele vastavuse kontrollimise meetodeid, kasutades selleks korralisi auditeid. Selleks peab tootja võimaldama juurdepääsu tootmise, kontrolli, katsetamise, ladustamise ja turustamisega seotud tegevuskohtadele ning esitama kogu kvaliteedijuhtimissüsteemi dokumentatsiooni ja aruannetega seotud vajaliku teabe.

5.1.1. Selliste korraliste auditite abil teostatakse tavaliselt punktides 3 ja 4 (esmane hinnang ja toodangu vastavuse tagamise kord) sätestatud menetluste jätkuva tõhususe seiret.

5.1.1.1. Tehniliste teenistuste (kvalifitseeritud või tunnustatud vastavalt punkti 3.3.3 nõuetele) sooritatud järelevalvetoimingud tuleb esmase hinnangu menetluste suhtes lugeda punkti 5.1.1 nõuetele vastavaks.

▼M1

5.1.1.2. Neid tõendamisi (muud kui punktis 5.1.1.1 nimetatud), millega tagatakse, et punktide 3 ja 4 kohaselt läbiviidavate asjaomaste toodangu nõuetele vastavuse kontrollide läbivaatamine toimub ajavahemike järel, mille määrab kinnitusasutus varasemate kogemuste põhjal, tuleb läbi viia vähemalt kord kahe aasta jooksul. Kuid neid täiendavaid tõendamisi teostab vaid tüübikinnitusasutus sõltuvalt aastasest toodangust, eelmiste hindamiste tulemustest, vajadusest jälgida parandusmeetmeid ja teise tüübikinnitusasutuse või mis tahes turujärelevalveasutuse põhjendatud taotluse alusel.

5.2. Iga läbivaatamise ajal tuleb kontrollijale kättesaadavaks teha katsete ja kontrollide protokollid ja tootmisaruanded, eriti käesoleva lisa punktis 4.2 nõutud katsete ja kontrollide protokollid.

5.3. Kontrollija võib pisteliselt valida välja näidised katsetamiseks tootja laboris või tehnilise teenistuse ruumides, kus sel juhul viiakse läbi vaid füüsilisi katseid. Näidiste väikseima arvu saab kindlaks määrata tootja tehtud kontrollimiste tulemuste põhjal.

5.4. Kui kontrollimise tase osutub ebarahuldavaks või kui on vaja kontrollida punkti 5.2 kohaselt tehtud katsete kehtivust või teise tüübikinnitusasutuse või mõne turujärelevalveasutuse põhjendatud taotluse korral valib kontrollija välja näidised, mida tuleb tootja laboris katsetada või mis tuleb saata tehnilisele teenistusele füüsiliste katsete tegemiseks punktis 6, määruses (EL) 2016/1628 ja vastavalt sellele määrusele vastu võetud delegeeritud ja rakendusaktides sätestatud nõuete kohaselt.

5.5. Kui selliste kontrollimiste või seireandmete läbivaatamise ajal saab tüübikinnitusasutus või teise liikmesriigi tüübikinnitusasutus ebarahuldavaid tulemusi, tagab tüübikinnitusasutus kooskõlas määruse (EL) 2016/1628 artikli 39 lõikega 3, et toodangu nõuetelevastavuse võimalikult kiireks taastamiseks astutakse kõik vajalikud sammud.

6. **Toodangu vastavuse katse nõuded punktis 5.4 osutatud toote vastavuse kontrolli ebarahuldava taseme puhul**

6.1. Punktis 5.4 või 5.5 osutatud toote vastavuse kontrolli ebarahuldava taseme puhul kontrollitakse toodangu nõuetele vastavust heidete katsega haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IV lisas sätestatud tüübikinnitustunnistustes esitatud kirjelduse põhjal.

6.2. Kui punktis 6.3 ei ole teisiti sätestatud, kohaldatakse järgmist menetlust:

6.2.1. Vaatlusaluse mootoritüübi seeriatoodangust võetakse kontrollimiseks kolm juhuslikult valitud mootorit ja vajaduse korral kolm heitgaasi järeltöötlussüsteemi. Vajaduse korral võetakse täiendavad mootorid, et jõuda positiivsele või negatiivsele otsusele. Positiivse otsuse tegemiseks on vaja katsetada vähemalt nelja mootorit.

6.2.2. Pärast seda, kui kontrollija on mootorid välja valinud, ei tohi tootja valitud mootorit enam reguleerida.

▼**M1**

6.2.3. Mootoritega tehakse heitekatsed IV lisa nõuete kohaselt või segahekütuseliste mootorite puhul VIII lisa 2. liite kohaselt ning läbitakse mootoritüübi jaoks olulised katsetsüklid XVII lisa kohaselt.

6.2.4. Piirväärtused on sätestatud määruse (EL) 2016/1628 II lisas. Kui järeltöötlussüsteemiga mootor regenereerub harva, nagu osutatud IV lisa punktis 6.6.2, korrigeeritakse iga gaasiliste või tahkete osakeste heitkoguse tulemust mootori tüübi suhtes kohaldatava teguriga. Kõikidel juhtudel korrigeeritakse iga gaasiliste või tahkete osakeste heitkoguse tulemust sellele mootorile vastavate halvendusteguritega, nagu III lisas kindlaks määratud.

6.2.5. Katsed tehakse uute mootoritega.

6.2.5.1. Katseid võib tootja taotluse korral teha mootoritega, mille sissetöötamisaeg on kas 2 % heite püsimisajast või kui see periood on lühem, 125 tundi. Kui mootori sissetöötamine on tootja ülesanne, kes kohustub hoiduma kõnealuste mootori mis tahes viisil kohandamisest. Kui tootja on haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisas sätestatu kohaselt teabedokumendi punktis 3.3 täpsustanud sissetöötamise korra, toimub sissetöötamine selle korra kohaselt.

6.2.6. Mootori seeriatoodangu valimi katsetamise põhjal vastavalt 1. liitele loetakse katsealuste mootorite seeriatoodang kinnitatud tüübile vastavaks juhul, kui 1. liites kehtestatud katse kriteeriumide kohaselt ja nagu näidatud joonisel 2.1 läbib valim katsed kõikide saasteainete suhtes, ning kinnitatud tüübile mittevastavaks juhul, kui vähemalt ühe saasteaine suhtes valim katseid ei läbi.

6.2.7. Kui muude saasteainete suhtes otsuse tegemiseks korraldatakse täiendavaid katseid, ei muudeta varasemat otsust katsete läbimise kohta teatava saasteaine suhtes.

Katse tehakse teise mootoriga, juhul kui kõigi saasteainete suhtes ei saa langetada positiivset otsust, kuid ühegi saasteaine suhtes ei saa langetada negatiivset otsust.

6.2.8. Kui otsusele ei jõuta, siis võib tootja igal ajal otsustada, et katsetamine lõpetatakse. Sellisel juhul registreeritakse otsus katsete mitteläbimise kohta.

6.3. Erandina punkti 6.2.1 nõuetest kohaldatakse ELis vähem kui 100 ühiku suuruse aastase müügimahuga mootoritüüpide suhtes järgmist menetlust:

6.3.1. Vaatlusaluse mootoritüübi seeriatoodangust võetakse kontrollimiseks üks juhuslikult valitud mootor ja vajaduse korral üks heitgaasi järeltöötlussüsteem.

6.3.2. Kui mootor vastab punktis 6.2.4 kirjeldatud nõuetele, tehakse positiivne otsus ja edasist katset ei ole vaja.

6.3.3. Kui punktis 6.2.4 esitatud nõudeid katse käigus ei täideta, tuleb järgida punktides 6.2.6–6.2.9 esitatud nõudeid.

▼**M1**

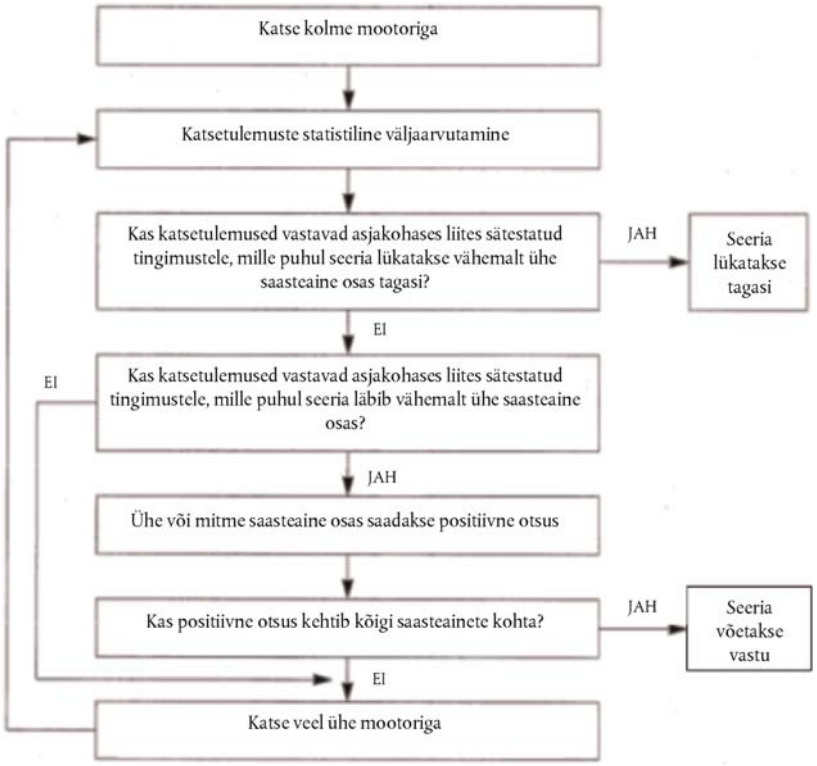
6.4. Kõik kõnealused katsed võib viia läbi müügilolevate kütustega. Tootja taotluse korral kasutatakse aga IX lisas kirjeldatud etalonkütuseid. See tähendab, et nagu I lisa 1. liites kirjeldatud, tuleb iga gaaskütusel töötavat mootorit katsetada vähemalt kahe etalonkütusega, välja arvatud siis, kui on tegemist gaaskütusel töötava mootoriga, millel on kütusepõhine ELi tüübikinnitus ja mille puhul nõutakse vaid üht etalonkütust. Kui kasutatakse rohkem kui üht gaasilist etalonkütust, peavad tulemused näitama, et mootor vastab piirnormidele iga kütuse puhul.

6.5. Nõuetele mittevastamine gaaskütusel töötavate mootorite puhul

Kui vaidlustatakse gaasimootori (sealhulgas segakahekütuseline mootor) nõuetele vastavus ja selle puhul kasutatakse müügilolevat kütust, siis tuleb katsed teha iga etalonkütusega, millega algmootorit on katsetatud, ja tootja taotluse korral lisaks võimaliku kolmanda kütusega, millele on osutatud I lisa punktides 2.3.1.1.1, 2.3.2.1 ja 2.4.1.2 ning millega algmootorit võidi katsetada. Katsetulemus tuleb ümber arvutada asjaomaste koefitsientide „r“, „r_a“ või „r_b“ alusel, nagu on kirjeldatud I lisa punktides 2.3.3, 2.3.4.1 ja 2.4.1.3. Korrigeerimist ei tehta, kui r, r_a või r_b on väiksem kui üks. Mõõdetud ja vajaduse korral arvutatud tulemused peavad tõendama, et mootor vastab piirnormidele kõikide asjakohaste kütuste puhul (näiteks kütused 1, 2 ja vajaduse korral kolmas kütus maagaasil/biometaanil töötavate mootorite puhul ning veeldatud naftagaasil töötavate mootorite puhul kütused A ja B).

Joonis 2.1

Toodangu vastavuskatse skeem



▼M1

Liide 1

Toodangu vastavuskatsetuste kord

1. Käesolevas liites kirjeldatakse menetlust, mida kasutatakse toodangu vastavuse kontrollimiseks seoses saasteainete heitega.

2. Kolmest mootorist koosneva minimaalse suurusega valimi puhul on seeria katse läbimise tõenäosus siis, kui 30 % mootoritest on defektsed, 0,90 (tootja risk 10 %) ning seeria vastuvõtmise tõenäosus on siis, kui 65 % mootoritest on defektsed, 0,10 (tarbija risk 10 %).

3. Iga saasteaine suhtes kasutatakse järgmist menetlust (vt joonis 2.1):

   Kasutatakse järgmisi tähiseid: n = konkreetse valimi number.

4. Määratakse kindlaks valimi katsestatistik, mis määrab mittevastavate katsete kumulatiivse arvu n^{nda} katse korral.

5. Siis kehtib järgmine:

   a) kui katsestatistik on valimi suhtes tabelis 2.1 antud positiivsete otsuste arvust väiksem või sellega võrdne, tehakse saasteaine suhtes positiivne otsus,

   b) kui katsestatistik on valimi suhtes tabelis 2.1 antud negatiivsete otsuste arvust suurem või sellega võrdne, tehakse saasteaine suhtes negatiivne otsus;

   c) kui kumbagi otsust ei saa teha, katsetatakse lisamootorit vastavalt punktile 6.2 ja arvutusi korratakse ühe ühiku võrra suurema valimiga.

Tabelis 2.1 esitatud positiivsete ja negatiivsete otsuste arv arvutatakse rahvusvahelise standardi ISO 8422/1991 alusel.

Tabel 2.1

Katsestatistika toodangu vastavuskatsetuste jaoks

Valimi minimaalne suurus: 3 Valimi minimaalne suurus positiivse otsuse tegemiseks: 4

Katsetatud mootorite koguarv (valimi suurus)	Positiivsete otsuste arv	Negatiivsete otsuste arv
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6

▼**M1**

Katsetatud mootorite koguarv (valimi suurus)	Positiivsete otsuste arv	Negatiivsete otsuste arv
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

▼M1

III LISA

Metoodika heitkoguste laborikatsete tulemuste kohandamiseks selliselt, et need sisaldaksid halvendustegureid

1. **Mõisted**

Käesolevas lisas kasutatakse järgmisi mõisteid:

1.1. „Vanandamistsükkel“ on väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate või mootori funktsioonide (kiirus, koormus, võimsus) talitlus kasutusaja kumuleerimise jooksul.

1.2. „Kriitilised heitetaset mõjutavad osad“ on heitgaasi järeltöötlussüsteemid, mootori elektrooniline kontrollplokk ning selle sensorid ja ajamid ning heitgaasitagastussüsteem koos kõigi asjaomaste filtrite, jahutite, reguleerimisventiilide ja torudega.

1.3. „Kriitiline heitetaset mõjutav hooldus“ on kriitiliste heitetaset mõjutavate mootoriosade hooldus.

1.4. „Heitetaset mõjutav hooldus“ on hooldus, mis mõjutab märgatavalt heitkoguseid või mis tõenäoliselt mõjutab väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate või mootori heitenäitajate halvenemist tavakasutuse jooksul.

1.5. „Mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkond“ on tootja koostatud mootorite rühm, mis vastab mootoritüüpkonna määratlusele, kuid on jagatud edasi mootoritüüpkondadeks, mis kasutavad sarnast heitgaasi järeltöötlussüsteemi.

1.6. „Heitetaset mittemõjutav hooldus“ on hooldus, mis ei mõjuta märgatavalt heitkoguseid ja millel ei ole püsivat mõju väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate või mootori heitenäitajate halvenemisele tavakasutuse jooksul pärast hooldust.

1.7. „Kasutusaja kumuleerimise katseplaan“ on vanandamistsükkel ja kasutusaja kumuleerimise periood mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonna halvendustegurite kindlaksmääramiseks.

2. **Üldine teave**

2.1. Käesolevas lisas kirjeldatakse üksikasjalikult menetlusi mootorite valimiseks katsetesse, mida teostatakse kasutusaja kumuleerimise katseplaani alusel halvendustegurite kindlaksmääramiseks mootoritüübi või mootoritüüpkonna ELi tüübikinnituse ja toodangu nõuetele vastavuse hindamise jaoks. Halvendustegureid kohaldatakse VI lisa kohaselt mõõdetud heitkoguste suhtes ja arvutatakse VII lisa kohaselt vastavalt punktis 3.2.7 või punktis 4.3 sätestatud menetlusele.

2.2. Tüübikinnitusasutus ei pea nägema halvenduse määramiseks tehtavaid kasutusaja kumuleerimise katseid või heitekatseid.

▼M1

2.3. Käesolevas lisas kirjeldatakse üksikasjalikult ka heitetaset mõjutavat ja heitetaset mittemõjutavat hooldust, mida tuleks või võiks kasutusaja kumuleerimise katseplaani läbivatele mootoritele teha. Selline hooldus peab vastama kasutusel olevatele mootoritele tehtava hooldusega ja sellest tuleb teavitada uute mootorite lõppkasutajaid.

3. **Mootorikategooriad NRE, NRG, IWP, IWA, RLL, RLR, SMB, ATS ning alamkategooriad NRS-v-2b ja NRS-v-3**

3.1. Mootorite valik heite püsimisaja halvendustegurite kindlakstegemiseks

3.1.1. Heite püsimisaja halvendustegurite kindlaksmääramise eesmärgil läbiviidava heitkoguste katsetamise jaoks vajalikud mootorid valitakse haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IX lisa 2. Jaos määratletud mootoritüüpkonnast.

3.1.2. Erinevatesse mootoritüüpkondadesse kuuluvaid mootoreid võib kasutatava heitgaaside järeltöötlussüsteemi tüübi alusel omakorda liigitada tüüpkondadeks. Selleks, et liigitada erineva silindrite konfiguratsiooniga, kuid tehniliste näitajate ja heitgaaside järeltöötlussüsteemide paigalduse poolest sarnaseid mootoreid samasse mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda, esitab tootja tüübikinnitusasutusele andmed, mis tõestavad mootorite heitkoguseid vähendava talitluse sarnasust.

3.1.3. Mootori tootja valib välja ühe mootori, mis esindab vastavalt punktile 3.1.2 määratletud mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda ja mida katsetatakse punktis 3.2.2 osutatud kasutusaja kumuleerimise katseplaani jooksul, millest teatatakse tüübikinnitusasutusele enne katse algust.

3.1.4. Kui tüübikinnitusasutus otsustab, et mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonna kõrgeima heitetaseme selgitamiseks tuleks katsetada mõnd muud mootorit, valivad tüübikinnitusasutus ja mootorite tootja ühiselt katsetatava mootori.

3.2. Heite püsimisaja halvendustegurite kindlaksmääramine

3.2.1. Üldine teave

Mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonna puhul kohaldatavad halvendustegurid tehakse kindlaks valitud mootorite põhjal, võttes aluseks kasutusaja kumuleerimise katseplaani, mis hõlmab gaasiliste saasteainete heite ja tahkete osakeste regulaarset määramist igas mootorikategooria suhtes kohaldatavas katsetsüklis määruse (EL) 2016/1628 IV lisa kohaselt. NRE („NRTC“) kategooria mootorite maanteevälistе siirdekatsetsüklite puhul kasutatakse ainult NRTC kuumkäivitustsükli („NRTC kuumkäivituskatse“) tulemusi.

3.2.1.1. Tootja taotlusel võib tüübikinnitusasutus lubada kasutada halvendustegureid, mille kindlakstegemiseks on kasutatud punktides 3.2.2–3.2.5 sätestatud menetluste alternatiive. Sellisel juhul peab tootja tüübikinnitusasutusele veenvalt näitama, et kasutatud alternatiivsed menetlused on vähemalt sama ranged kui punktides 3.2.2–3.2.5 sätestatud menetlused.

▼**M1**

3.2.2. Kasutusaja kumuleerimise katseplaan

Kasutusaja kumuleerimise katseplaani võib rakendada tootja soovil, katsetades valitud mootoriga varustatud väljaspool teid kasutatavaid liikurmasinaid kasutusaja kumuleerimise katseplaani alusel reaalsetes tingimustes või käitades valitud mootorit kasutusaja kumuleerimise katseplaani alusel dünamomeetril. Tootjalt ei nõuta etalonkütuse kasutamist kasutusaja kumuleerimisel, kui mõõdetakse heitekoguseid katsepunktide vahel.

3.2.2.1. Kasutusaja kumuleerimise katseplaani rakendamine reaalsetes tingimustes ja dünamomeetril

3.2.2.1.1. Tootja määrab kindlaks mootorite kasutusaja kumuleerimise ning vanandamistsükli vormi ja kestuse kooskõlas hea inseneritavaga.

3.2.2.1.2. Tootja määrab kindlaks katsepunktid, kus kohaldatavate katsetsüklite käigus mõõdetakse gaasiliste ja tahkete osakeste heitkoguseid.

3.2.2.1.2.1. Kui punkti 3.2.2.1.7 kohaselt on kasutusaja kumuleerimise katseplaan lühem kui heite püsimisaeg, on katsepunkte vähemalt kolm: üks kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses, üks umbes selle keskel ja veel üks selle lõpus.

3.2.2.1.2.2. Kui kasutusaja kumuleerimine kestab kuni heite püsimisaja lõpuni, on katsepunkte vähemalt kaks: üks kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses ja üks selle lõpus.

3.2.2.1.2.3. Tootja võib lisaks katsetada ühtlaselt jaotatud vahepunktides.

3.2.2.1.3. Heite väärtused alguspunktis ja heite püsimisaja lõpp-punktis, mis on arvutatud kas punkti 3.2.5.1 kohaselt või otse mõõdetud punkti 3.2.2.1.2.2 kohaselt, peavad vastama selle mootoritüüpkonna suhtes kohaldatavatele piirnormidele. Siiski võivad vahepealsete katsepunktide üksikud heitetulemused neid piirnorme ületada.

3.2.2.1.4. Kui tegemist on mootorikategooriate või alamkategooriatega, mille suhtes kohaldatakse NRTC-d, või NRSi mootorikategooria või alamkategooriatega, mille suhtes kohaldatakse suurte sädesüütega mootorite maanteeväliseid siirdekatsetsükleid („LSI-NRTC“), võib tootja taotleda tüübikinnitusasutuse nõusolekut viia läbi ainult üks katsetsükkel (kas NRTC kuumkäivituskatse või LSI-NRTC olenevalt vajadusest või NRSC) igas katsepunktis ning teine katsetsükkel viia läbi ainult kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses ja lõpus.

3.2.2.1.5. Mootori kategooriate või alamkategooriate puhul, mille kohta ei ole määruse (EL) 2016/1628 IV lisas esitatud kohaldatavaid maanteeväliseid siirdekatsetsükleid, tehakse ainult NRSC katse igas katsepunktis.

3.2.2.1.6. Erinevate mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkondade puhul võivad olla erinevad ka kasutusaja kumuleerimise katseplaanid.

3.2.2.1.7. Kasutusaja kumuleerimise katseplaanid võivad olla lühemad kui heite püsimisaeg, kuid need ei tohi olla lühemad kui aeg, mis on võrdväärne vähemalt veerandiga asjaomasest heite püsimisajast, mis on määratletud määruse (EL) 2016/1628 V lisas.

▼M1

3.2.2.1.8. Lubatud on kiirendatud vanandamine, mille puhul kohandatakse kasutusaja kumuleerimise katseplaani kütusekulu alusel. Kohandamise aluseks on tüüpilise kasutusaegse kütusekulu ja vanandamistsükliaegse kütusekulu suhtarv, kuid vanandamistsükli kütusekulu ei tohi olla tüüpilisest kasutusaegsest kütusekulust rohkem kui 30 protsenti suurem.

3.2.2.1.9. Kokkuleppel tüübikinnitusasutusega võib tootja kasutada kiirendatud vanandamise alternatiivseid meetodeid.

3.2.2.1.10. Kasutusaja kumuleerimise katseplaani kirjeldatakse täielikult ELi tüübikinnitustaotluses ning sellest teavitatakse tüübikinnitusasutust enne katsete algust.

3.2.2.2. Kui tüübikinnitusasutus otsustab, et tootja poolt valitud punktide vahel tuleb teostada lisamõõtmisi, teavitab ta sellest tootjat. Tootja koostab uue kasutusaja kumuleerimise katseplaani ja tüübikinnitusasutus annab sellele oma nõusoleku.

3.2.3. Mootori katsetamine

3.2.3.1. Mootori stabiliseerimine

3.2.3.1.1. Tootja määrab iga mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonna kohta kindlaks, mitu tundi väljaspool teid kasutatav liikurmasin või mootor peab töötama, enne kui mootori järeltöötlussüsteemi töö on stabiliseerunud. Tüübikinnitusasutuse taotlusel avaldab tootja selle kindlaksmääramise aluseks olnud andmed ja analüüsid. Alternatiivina võib tootja lasta mootoril või väljaspool teid kasutataval liikurmasinal töötada 60–125 tundi või ekvivalentse aja jooksul vanandamistsüklis, et mootori järeltöötlussüsteem stabiliseeruks.

3.2.3.1.2. Punktis 3.2.3.1.1 kindlaks määratud stabiliseerumisperioodi lõppu käsitatakse kasutusaja kumuleerimise katseplaani algusena.

3.2.3.2. Kasutusaja kumuleerimise katsed

3.2.3.2.1. Pärast stabiliseerumisperioodi lastakse mootoril töötada tootja poolt valitud kasutusaja kumuleerimise katseplaani alusel, nagu on kirjeldatud punktis 3.2.2. Mootorit katsetatakse tootja poolt kindlaksmääratud ja vajaduse korral tüübikinnitusasutuse poolt vastavalt punktile 3.2.2.2 sätestatud korrapäraste ajavahemike tagant mootorikategooria suhtes kohaldatavate NRTC ja NRSC kuumkäivitustsüklite või LSI-NRTC ja NRSC käigus gaasiliste ja tahkete osakeste heitkoguste suhtes määruse (EL) 2016/1628 IV lisa kohaselt.

Tootja võib otsustada mõõta saasteainete heitkoguseid eraldi enne ja pärast heitgaasi järeltöötlussüsteemi.

Kui vastavalt punktile 3.2.2.1.4 on kokku lepitud, et igas katsepunktis tehakse ainult üks katsetsükkel (NRTC, LSI-NRTC või NRSC kuumkäivituskatse), tehakse teine katsetsükkel (NRTC, LSI-NRTC või NRSC kuumkäivituskatse) kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses ja lõpus.

▼**M1**

Punkti 3.2.2.1.5 kohaselt tehakse mootori kategooriate või alamkategooriate puhul, mille kohta ei ole määruse (EL) 2016/1628 IV lisas esitatud kohaldatavaid maanteeväliseid siirdekatsetsükleid, ainult NRSC katse igas katsepunktis.

3.2.3.2.2. Kasutusaja kumuleerimise katseplaani ajal teostatakse mootoril punktis 3.4 kirjeldatud hooldust.

3.2.3.2.3. Kasutusaja kumuleerimise katseplaani ajal võib mootori või väljaspool teid kasutatava liikurmasina erakorralist hooldust teostada näiteks juhul, kui tootja tavapärane diagnostikasüsteem on avastanud probleemi, mis oleks käitajale teada andnud rikke tekkimisest.

3.2.4. Aruandlus

3.2.4.1. Kõik kasutusaja kumuleerimise katseplaani ajal läbi viidud heitekatsete (kuumkäivitusega NRTC, LSI-NRTC ja NRSC) tulemused tehakse tüübikinnitusasutusele kättesaadavaks. Kui mõni heitekatse tunnistatakse kehtetuks, peab tootja esitama põhjused, miks katse on kehtetuks tunnistatud. Sellisel juhul tuleb teostada uued heitkoguste katseseeriad järgneva 100-tunnise kasutusaja kumuleerimise jooksul.

3.2.4.2. Tootja säilitab dokumendid, mis sisaldavad kogu teavet kõigi kasutusaja kumuleerimise katseplaani käigus mootoril teostatud heitekatsete ja hoolduste kohta. See teave esitatakse tüübikinnitusasutusele koos kasutusaja kumuleerimise katseplaani käigus läbiviidud heite määramise katsete tulemustega.

3.2.5. Halvendustegurite kindlaksmääramine

3.2.5.1. Punkti 3.2.2.1.2.1. või punkti 3.2.2.1.2.3 kohase kasutusaja kumuleerimise katseplaani jooksul NRTC, LSI-NRTC ja NRSC kuumkäivitustsüklite jooksul igas katsepunktis mõõdetud iga saasteaine puhul viiakse kõikide katseandmete põhjal läbi sobivaim lineaarne regressioonianalüüs. Iga saasteaine puhul tehtud katsete tulemused väljendatakse sama arvu kümnendkohtadega nagu kõnealuse mootoritüüpkonna puhul kehtiva saasteaine piirnormides, pluss üks kümnendkoht.

Kui vastavalt punktile 3.2.2.1.4 või punktile 3.2.2.1.5 tehakse igas katsepunktis ainult üks katsetsükkel (kuumkäivitusega NRTC, LSI-NRTC või NRSC), tehakse regressioonianalüüs ainult igas katsepunktis tehtud katsetsükli tulemuste alusel.

Tootja võib taotleda tüübikinnitusasutuse eelnevat heakskiitu mittelineaarseks regressiooniks.

3.2.5.2. Heitkoguste piirnormid iga saasteaine kohta kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses ja heite püsimisaja lõpp-punktis, mida kohaldatakse katsetatava mootori suhtes, määratakse

a) kindlaks kas punktis 3.2.5.1 sätestatud regressioonivalemi ekstrapoleerimise teel kasutusaja kumuleerimise katseplaani rakendamisel kooskõlas punktiga 3.2.2.1.2.1 või punktiga 3.2.2.1.2.3 või

b) mõõdetakse otse kasutusaja kumuleerimise katseplaani rakendamisel kooskõlas punktiga 3.2.2.1.2.2.

▼M1

Kui heitkoguste piirnorme kasutatakse samasse mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda kuuluvate mootoritüüpkondade puhul, millel on erinevad heite püsimisajad, siis tuleb heitkoguste piirnormid heite püsimisaja lõpp-punktis iga heite püsimisaja jaoks ümber arvutada punktis 3.2.5.1 esitatud regressioonivalemi ekstrapoleerimise või interpoleerimise teel.

3.2.5.3. Iga saasteaine halvendustegur on määratletud kui heite püsimisaja lõpp-punktis ja kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses kohaldatavate heitkoguste piirnormide suhtarv (multiplikatiivne halvendustegur).

Tootja võib taotleda tüübikinnitusasutuse eelnevat heakskiitu iga saasteaine suhtes aditiivse halvendusteguri kohaldamiseks. Aditiivne halvendustegur on määratletud kui erinevus kalkuleeritud heitkoguste piirnormide vahel heite püsimisaja lõpp-punktis ja kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses.

Joonisel 3.1 on näide NO_x heitkoguste halvendustegurite kindlaksmääramisest lineaarse regressiooni abil.

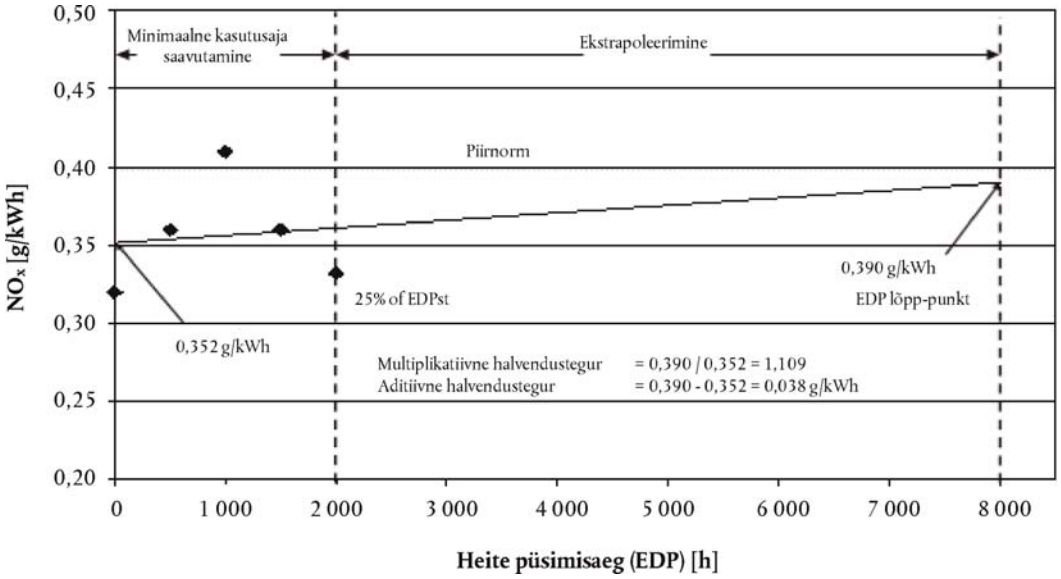
Multiplikatiivsete ja aditiivsete halvendustegurite kombineerimine ühes saasteainete sarjas ei ole lubatud.

Kui arvutuse tulemuseks on väärtus, mis on multiplikatiivse halvendusteguri korral väiksem kui 1,00 või aditiivse halvendusteguri korral väiksem kui 0,00, siis on halvendustegur vastavalt 1,0 või 0,00.

Kui on kokku lepitud, et vastavalt punktile 3.2.2.1.4 tehakse igas katsepunktis ainult üks katsetsükkel (kuumkäivitusega NRTC, LSI-NRTC või NRSC) ning teine katsetsükkel (kuumkäivitusega NRTC, LSI-NRTC või NRSC) tehakse ainult kasutusaja kumuleerimise katseplaani alguses ja lõpus, kohaldatakse igas katsepunktis tehtud katsetsükli jaoks arvutatud halvendustegurit ka teise katsetsükli suhtes.

Joonis 3.1

Näide halvendusteguri (DF) kindlaksmääramise kohta



▼M1

3.2.6. Kindlaksmääratud halvendustegurid

3.2.6.1. Mootorite tootjad võivad halvendustegurite kindlaksmääramiseks kasutada kasutusaja kumuleerimise katseplaani asemel alternatiivina kindlaks määratud multiplikatiivseid halvendustegureid, mis on esitatud tabelis 3.1.

Tabel 3.1

Kindlaksmääratud halvendustegurid

Katsetsükkel	CO	HC	NO_x	PM	PN
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

Kindlaksmääratud aditiivseid halvendustegureid ei ole antud. Kindlaksmääratud multiplikatiivseid halvendustegureid ei teisendata aditiivseteks teguriteks.

Tahkete osakeste puhul võib kasutada kas aditiivset halvendustegurit 0,0 või multiplikatiivset halvendustegurit 1,0 koos tulemustega eelnenud halvendustegurite katsest, millega ei tehtud kindlaks tahkete osakeste väärtust, kui on täidetud mõlemad järgmised tingimused:

a) eelnenud halvendustegurite katse tehti mootoritehnoloogiaga, mis oleks punkti 3.1.2 kohaselt sobinud kaasamiseks samasse mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda kui mootoritüüpkond, mille suhtes halvendustegureid kavatsetakse kohaldada; ning

b) katsetulemusi kasutati varasema tüübikinnituse puhul, mis anti enne määruse (EL) 2016/1628 III lisas nimetatud kohaldatavat ELI tüübikinnituse kuupäeva.

3.2.6.2. Kui kasutatakse kindlaksmääratud halvendustegureid, peab tootja esitama tüübikinnitusasutusele kindlad tõendid selle kohta, et neilt heitekontrollisüsteemi osadelt võib eeldada seda heite püsimisaega, mida seostatakse nimetatud kindlaksmääratud teguritega. Need tõendid võivad põhineda projektianalüüsil, katsetel või mõlema kombinatsioonil.

3.2.7. Halvendustegurite kohaldamine

3.2.7.1. Pärast halvendusteguri kohaldamist vastavalt VI lisale mõõdetud katsetulemustele (tahkete osakeste ja iga üksiku gaasi tsükli kaalutud eriheide) peavad mootorid olema vastavuses iga saasteaine heitkoguse piirnormiga, mida kohaldatakse selle mootoritüüpkonna suhtes. Sõltuvalt halvendusteguri (DF) tüübist kohaldatakse järgmisi norme:

a) multiplikatiivne: (tsükli kaalutud eriheide) × DF ≤ heitkoguste piirnorm

b) aditiivne: (tsükli kaalutud eriheide) + DF ≤ heitkoguste piirnorm

tsükli kaalutud eriheited võivad vajaduse korral sisaldada korrektsiooni harva esineva regeneratsiooni suhtes.

▼M1

3.2.7.2. Multiplikatiivse NO_x + HC halvendusteguri puhul määratakse eraldi HC ja NO_x halvendustegurid ning neid kohaldatakse heitkoguste katse halvendatud heitetasemete arvutamiseks enne, kui tulemuseks saadud halvendatud NO_x ja HC väärtused kombineeritakse, et teha kindlaks vastavus heitkoguste piirnormidele.

3.2.7.3. Tootja võib kanda mootorile mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonna järgi kindlaks määratud halvendusteguri üle mootorile, mis ei kuulu samasse mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda. Sellistel juhtudel peab tootja tüübikinnitusasutusele tõendama, et mootoril, mille jaoks mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda algselt katsetati, ja mootoril, millele halvendustegureid üle kantakse, on sarnased tehnilised näitajad ja väljaspool teid kasutatavatele liikurmasinatele paigaldamise nõuded ning et selle mootori heitetasemed on samalaadsed.

Kui halvendustegurid kantakse üle erineva heite püsimisajaga mootorile, tuleb halvendustegurid kohaldatava heite püsimisaja jaoks ümber arvutada punktis 3.2.5.1 sätestatud regressioonivalemi ekstrapoleerimise või interpoleerimise teel.

3.2.7.4. Iga saasteaine halvendustegurid igas kohaldatavas katsetsüklis registreeritakse haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 VI lisa 1. liites sätestatud katsearuandes.

3.3. Toodangu nõuetele vastavuse kontrollimine

3.3.1. Toodangu vastavust heitetaset käsitlevatele nõuetele kontrollitakse II lisa punkti 6 alusel.

3.3.2. Tootja võib mõõta saasteaine heitkoguseid enne heitgaasi järeltöötlussüsteemi samal ajal ELi tüübikinnituskatse tegemisega. Selleks võib tootja leida järeltöötlussüsteemita mootori ja järeltöötlussüsteemi jaoks eraldi mitteametlikud halvendustegurid ning kasutada neid kontrolli abivahendina tootmisliini lõpus.

3.3.3. ELi tüübikinnituse jaoks registreeritakse haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 VI lisa 1. liites sätestatud katsearuandes ainult punktide 3.2.5 või 3.2.6 kohaselt määratud halvendustegurid.

3.4. Hooldus

Kasutusaja kumuleerimise katseplaani rakendamiseks teostatakse hooldust kooskõlas tootja teenindus- ja hooldusraamatuga.

3.4.1. Heitkoguseid mõjutav korraline hooldus

3.4.1.1. Kasutusaja kumuleerimise katseplaani rakendamiseks tuleb heitetaset mõjutavat käitamisaegset korralist hooldust teostada samaväärsete ajavahemike tagant, mis täpsustatakse tootja poolt väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate või mootori lõppkasutajale antavas hooldusjuhendis. Vajadusel võib kasutusaja kumuleerimise katseplaani käigus seda hoolduskava muuta, tingimusel et sellest ei jäeta välja ühtegi hooldustoimingut, mis on katsemootorile juba tehtud.

▼**M1**

3.4.1.2. Kriitiliste heitetaset mõjutavad osade kohandamist, lahtimonteerimist, puhastamist või väljavahetamist, mida teostatakse perioodiliselt, et vältida häireid mootori töös, tehakse ainult sellises ulatuses, mis on tehniliselt vajalik heitekontrollisüsteemi nõuetekohase toimimise tagamiseks. Tuleb vältida vajadust kriitiliste heitetaset mõjutavate osade korraliseks väljavahetamiseks kasutusaja kumuleerimise katseplaani raames ja pärast mootori teatavat kasutusperioodi, välja arvatud korrapäraselt väljavahetatavate osade puhul. Selles kontekstis sobivad korrapäraselt väljavahetatavateks osadeks regulaarselt uuendatavad kuluvad osad või pärast mootori teatavat kasutusperioodi puhastamist vajavad osad.

3.4.1.3. Kõik korralise hoolduse nõuded vajavad enne ELI tüübikinnituse andmist tüübikinnitusasutuse heakskiitu ja need lisatakse kasutusjuhendisse. Tüübikinnitusasutus ei tohi keelduda heaks kiitmast hooldusnõudeid, mis põhjendatud ja tehniliselt vajalikud, sealhulgas (kuid mitte ainult) need, mis on kindlaks määratud punktis 1.6.1.4.

3.4.1.4. Mootori tootja kirjeldab kasutusaja kumuleerimise katseplaanis järgmiste osade reguleerimist, puhastamist ja hooldust (kui see on vajalik) ning korralist vahetamist:

— heitgaasitagastuse (EGR) filtrid ja jahutid;

— karteri tuulutusklapp (vajaduse korral);

— sissepritsedüüsi otsik (ainult puhastamine on lubatud);

— sissepritsedüüs;

— turboülelaadur;

— mootori elektronjuhtseade ja selle sensorid ja ajamid;

— osakeste järeltöötlussüsteem (sealhulgas selle komponendid);

— NO_x järeltöötlussüsteem (sealhulgas selle komponendid);

— heitgaasitagastus (EGR), sealhulgas kõik seotud reguleerimisventiilid ja -torud;

— Kõik muud heitgaasi järeltöötlussüsteemid.

3.4.1.5. Heitkoguseid mõjutavat kriitilist korralist hooldust teostatakse ainult juhul, kui selle tegemine on nõutav kasutuse ajal ja sellise hoolduse nõudest teavitatakse väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate või mootori lõppkasutajat.

3.4.2. Muudatused korralises hoolduses

Tootja esitab tüübikinnitusasutusele taotluse kiita heaks uued korralised hooldused, mida tootja soovib kasutusaja kumuleerimise katseplaani käigus teha ning edaspidi soovitada väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate või mootori lõppkasutajale. Koos taotlusega tuleb

▼M1

esitada andmed, mis kinnitavad vajadust uue korralise hoolduse ja hooldusintervalli järele.

3.4.3. Korraline hooldus, mis ei mõjuta heitetaset

Heitetaset mittemõjutavat korralist hooldust, mis on põhjendatud ja tehniliselt vajalik (nt õlivahetus, õlifiltri vahetus, kütusefiltri vahetus, õhufiltri vahetus, jahutussüsteemi hooldus, tühikäigu pöörlemissageduse reguleerimine, pöörlemissageduse regulaator, mootori poltide pöördemoment, ventiili reguleerimine, pihusti reguleerimine, veorihmade pingutamine jne) võib teha kasutusaja kumuleerimise katseplaani kaasatud väljaspool teid kasutatavatel liikurmasinatel või mootoritel kõige pikemate vaheaegade tagant, mida tootja soovitab lõppkasutajal teha (nt mitte vaheaegade tagant, mis on soovitatud põhjalikuks hooldukseks).

3.5. Remont

3.5.1. Kasutusaja kumuleerimise katseplaani käigus katsetamiseks valitud mootori osi parandatakse ainult juhul, kui osa lakkab toimimast või kui mootoris tekib rike. Mootori, heitekontrollisüsteemi või kütusesüsteemi parandamine ei ole lubatud, välja arvatud punktis 3.5.2 sätestatud erandi korral.

3.5.2. Kui mootor, selle heitekontrollisüsteem või küttesüsteem lakkab kasutusaja kumuleerimise käigus toimimast, siis tunnistatakse kasutusaja kumuleerimine kehtetuks ja alustatakse uue mootoriga uut kasutusaja kumuleerimise tsüklit.

Eelmist punkti ei kohaldata, kui toimimast lakanud osad vahetatakse välja võrdväärsete osade vastu, mida kasutusaja kumuleerimiseks kasutatud sama palju tunde.

4. **NRSh- ja NRS-kategooria mootorid, välja arvatud NRS-v-2b- ja NRS-v-3-kategooria mootorid**

4.1. Kohaldatav heite püsimisaja kategooria ja vastav halvendustegur määratakse kindlaks käesoleva punkti 4 kohaselt.

4.2. Mootoritüüpkonda peetakse mootori alamkategooria piirnormide nõuetele vastavaks, kui seda mootoritüüpkonda esindavate kõikide mootorite heitekatsete tulemused on pärast 2. jaos sätestatud halvendusteguriga (DF) korrutamist madalamad kõnealuse mootori alamkategooria puhul nõutavatest piirnormidest või nendega võrdsed. Ent kui üks või mitu heitekatse tulemust on mootoritüüpkonda esindava ühe või rohkema mootori puhul pärast 2. jaos sätestatud halvendusteguriga (DF) korrutamist kõrgem või kõrgemad ühest või mitmest kõnealuse mootori alamkategooria puhul nõutud heite piirnormist, peetakse mootoritüüpkonda kõnealuse mootori alamkategooria puhul nõutavatele piirnormidele mittevastavaks.

4.3. Halvendustegurid määratakse kindlaks järgmiselt:

4.3.1. Vähemalt ühel katsemootoril, mis esindab konfiguratsiooni, mille kasutamisel tõenäoliselt ületatakse HC + NO_x heitenorme ning mis on konstrueeritud nii, et see esindab toodetavaid mootoreid, tuleb pärast nii mitut tundi, kui on vaja heite stabiliseerimiseks, viia läbi VI lisas kirjeldatud (täielik) katsemenetlus.

▼**M1**

4.3.2. Kui katsetatakse rohkem kui üht mootorit, tuleb arvutada katsetulemused kõikide katsetatud mootorite tulemuste keskmisena, ümardada kehtiva normi kümnendkohani, lisades veel ühe numbri.

4.3.3. Pärast mootori vanandamist tuleb selline heitekatse uuesti läbi viia. Vananemismenetlus peaks olema selline, et tootjal on võimalik asjakohaselt prognoosida kasutatava mootori heite eeldatavat halvenemist kogu mootori heite püsimisaja jooksul, võttes arvesse seda liiki kulumist ja muud amortiseerumist, mida on oodata tüüpilistes kasutusoludes ja mis võib mõjutada heite tekkimist. Kui katsetatakse rohkem kui üht mootorit, tuleb arvutada katsetulemused kõikide katsetatud mootorite tulemuste keskmisena, ümardada kehtiva normi kümnendkohani, lisades veel ühe numbri.

4.3.4. Heite püsimisaja lõpus tuleb iga reguleeritud saasteaine heited (või vajaduse korral nende keskmine) jagada stabiliseeritud heidetega (või vajaduse korral nende keskmisega) ning ümardada kahe komakohani. Tulemuseks on halvendustegur, välja arvatud juhul, kui tulemus on väiksem kui 1,00, sellisel juhul on halvendustegur 1,00.

4.3.5. Tootja võib heite stabiliseerimise ja heite püsimisaja lõpu vahele kavandada täiendavaid katsefaase. Vahekatsete korral tuleb katsefaasid jaotada ühtlaselt kogu heite püsimisaja peale (± 2 h) ning üks selline katsefaas peab olema kogu heite püsimisaja (± 2 h) keskel.

4.3.6. Iga saasteaine HC + NO_x ja CO kohta tuleb andmepunktide vahele tõmmata sirge, esimese katse ajaks märgitakse nulltund ning kasutatakse vähimruutude meetodit. Halvendusteguriks on heite püsimisaja lõpus arvutatud heide, mis on jagatud nulltunnil arvutatud heitega.

Iga saasteaine halvendustegurid kohaldatavas katsetsüklis registreeritakse haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 VII lisa 1. liites sätestatud katsearuandes.

4.3.7. Arvutatud halvendustegurid võivad hõlmata ka muid tüüpkondi peale selle, mille kohta need saadi, kui tootja esitab enne ELi tüübikinnitust tüübikinnitusasutusele vastuvõetava põhjenduse, millest selgub, et asjaomaste tüüpkondade puhul on põhjust eeldada, et neil on konstruktsiooni ja tehnoloogia põhjal ühesugused heite halvendamise omadused.

Järgmisena on esitatud konstruktsiooni ja tehnoloogia rühmitust käsitlev mittetäielik nimekiri:

— tavapärased kahetaktilised mootorid ilma järeltöötlusseadmeteta,

— tavapärased kahetaktilised mootorid, mille katalüsaator on samast aktiivmaterjalist ja millel on sama koormus ja sama palju rakke cm^2 kohta,

— mitmekihilise läbipuhkesüsteemiga kahetaktilised mootorid,

▼M1

— mitmekihilise läbipuhkesüsteemiga kahetaktilised mootorid, mille katalüsaator on samast aktiivmaterjalist ja millel on sama koormus ja sama palju rakke cm^2 kohta,

— katalüsaatoriga neljataktilised mootorid, mis kasutavad sama klapitehnoloogiat ja määrdesüsteemi,

— neljataktilised mootorid ilma katalüsaatorita, mis kasutavad sama klapitehnoloogiat ja määrdesüsteemi.

4.4. Heite püsimisaja (EDP) kategooriad

4.4.1. Määruse (EL) 2016/1628 V lisa tabeli V-3 või V-4 mootorikategooriate puhul, millel on teistsugused EDP-väärtused, deklareerivad tootjad ELi tüübikinnituse andmise ajal kohaldatava EDP kategooria iga mootoritüüpkonna jaoks. Selleks on kategooria tabelis 3.2, mis on kõige lähemal nende seadmete eeldatavale kasutuseale, millesse tootja on ette näinud kõnealused mootorid paigaldada. Tootja säilitab andmed, mida kasutatakse heite püsimisaja kategooria valiku põhjendamiseks iga mootoritüüpkonna puhul. Need andmed tuleb nõudmise korral esitada tüübikinnitusasutusele.

Tabel 3.2

Heite püsimisaja kategooriad

Heite püsimisaja kategooria	Mootori kasutus
kategooria 1	tarbetooted
kategooria 2	poolprofessionaalsed tooted
kategooria 3	professionaalsed tooted

4.4.2. Tootja peab tüübikinnitusasutusele tõendama, et deklareeritud heite püsimisaja kategooria on sobiv. Andmed, millega tootja põhjendab heite püsimisaja kategooria valikut asjaomase mootoritüüpkonna puhul, võivad olla näiteks järgmised, kuid ei pea nendega piirduma:

— vaatlused nende seadmete kasutusea kohta, millesse kõnealused mootorid paigaldatakse,

— tehnilised hinnangud kasutuses vananenud mootorite kohta, et teha kindlaks, millal mootori jõudlus jõuab punkti, kus kasulikkus ja/või töökindlus on niivõrd langenud, et on vaja mootori remonti või tuleb see välja vahetada,

— garantiitingimused ja garantiiajad,

— mootori kasutusiga käsitlevad turustusmaterjalid,

— klientide kaebused mootoririkete kohta ja

— eritehnoloogia, -materjali või -konstruktsiooni kestvust (tundides) käsitlevad tehnilised hinnangud.

▼**M1**

IV LISA

Heitekontrollistrateegiate, NO_x kontrollimeetmete ja tahkete osakeste kontrollimeetmetega seotud nõuded

1. **Mõisted, lühendid ja üldnõuded**

1.1. Käesolevas lisas kasutatakse järgmisi mõisteid ja lühendeid:

(1) „diagnostika veakood (DTC)“ – numbriline või tähtnumbriline tähis, mis tähistab või märgistab NCMi ja/PCMi;

(2) „kinnitatud ja aktiivne diagnostika veakood (DTC)“ – diagnostika veakood, mis on salvestatud ajal, kui NCD- ja/või PCD-süsteem järeldab, et eksisteerib rike;

(3) „NCD-mootori tüüpkond“ – tootja määratletud mootorisüsteemide rühm, kus NOx kontrolliga seotud rikete (NCM) seireks/diagnoosimiseks kasutatakse samu meetodeid;

(4) „NO_x kontrolli diagnostikasüsteem (NCD-süsteem)“ – sõiduki mootoril olev süsteem, mis suudab

a) avastada NO_x kontrolli rikke,

b) teha arvutimällu salvestatud teabe ja/või selle teabe välistele seadmetele edastamise abil kindlaks rikke tõenäolise põhjuse;

(5) „NO_x kontrollisüsteemi rike (NCM)“ – katse omavoliliselt muuta mootori NO_x kontrollisüsteemi või seda süsteemi mõjutav rike, mis võib tuleneda omavolilisest muutmisest, ning mida käesoleva määruse kohaselt käsitatakse olukorrana, mis nõuab avastamise korral hoiatus- või meeldetuletussüsteemi aktiveerimist;

(6) „tahkete osakeste kontrolli diagnostikasüsteem (PCD-süsteem)“ – sõiduki mootoril olev süsteem, mis suudab:

a) avastada tahkete osakeste kontrolli rikke,

b) teha arvutimällu salvestatud teabe ja/või selle teabe välistele seadmetele edastamise abil kindlaks rikke tõenäolise põhjuse;

(7) „tahkete osakeste kontrollisüsteemi rike (PCM)“ – katse omavoliliselt muuta mootori osakeste järeltöötlussüsteemi või seda süsteemi mõjutav rike, mis võib tuleneda omavolilisest muutmisest, ning mida käesoleva määruse kohaselt käsitatakse olukorrana, mis nõuab avastamise korral hoiatuse aktiveerimist;

(8) „PCD mootoritüüpkond“ – tootja poolt moodustatud mootorite rühm, milles kasutatakse tahkete osakeste kontrollisüsteemi rikete (PCM) seireks/diagnoosimiseks samu meetodeid;

(9) „skanner“ – väline katseseade, mida kasutatakse väliseks andmevahetuseks NCD- ja/või PCD-süsteemiga.

▼**M1**

1.2. Ümbritseva õhu temperatuur

Olenemata artikli 2 lõikest 7, milles osutatakse ümbritseva õhu temperatuurile seoses muude keskkondadega kui laborikeskkond, kohaldatakse järgmisi sätteid:

1.2.1. Katsestendile paigaldatud mootori puhul on ümbritseva õhu temperatuur mootorisse siseneva põlemisõhu temperatuur kõikidest katsetatava mootori osadest ülesvoolu.

1.2.2. Väljaspool teid kasutatavatel liikurmasinate puhul on ümbritseva õhu temperatuur vahetult väljaspool teid kasutatava liikurmasina alal.

2. **Heitekontrollistrateegiatega seotud tehnilised nõuded**

2.1. Käesolev punkt 2 kehtib määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud V etapi heite piirnormidele vastavate NRE-, NRG-, IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-kategooriasse kuuluvate elektrooniliselt juhitavate mootorite puhul, mis kasutavad elektroonilist juhtimist kütuse sissepritsimise koguse ja ajastuse määramiseks või mis kasutavad elektroonilist juhtimist NO_x vähendamiseks kasutatava heitekontrollisüsteemi aktiveerimiseks, deaktiveerimiseks või seadistamiseks.

2.2. Heitekontrolli põhistrateegia nõuded

2.2.1. Heitekontrolli põhistrateegia kavandatakse nii, et normaaltingimustes kasutatav mootor vastaks käesoleva eeskirja sätetele. Normaaltingimustes kasutus ei piirdu punktis 2.4 kindlaksmääratud kontrollitingimustega.

2.2.2. Heitekontrolli põhistrateegiad on (kuid mitte ainult) kaardistused või algoritmid, et kontrollida:

a) kütuse sissepritsimise või süüte ajastust (mootori gaasijaotus);

b) heitgaasitagastust (EGR);

c) SCR katalüsaatori reaktiivi doseerimist.

2.2.3. Keelatud on mis tahes heitekontrolli põhistrateegia, mis suudab eristada mootori tööd standardiseeritud ELi tüübikinnituskatse ja teiste töötingimuste ajal ning sellest tulenevalt vähendada heitekontrolli taset tingimustes, mis ei kuulu sisuliselt ELi tüübikinnitusmenetluse hulka.

2.3. Heitekontrolli abistrateegia nõuded

2.3.1. Heitekontrolli abistrateegia võib aktiveerida mootor või väljaspool teid kasutatav liikurmasin tingimusel, et heitekontrolli abistrateegia:

2.3.1.1. ei tohi alaliselt vähendada heitekontrollisüsteemi efektiivsust;

2.3.1.2. töötab ainult väljaspool punktides 2.4.1, 2.4.2 või 2.4.3 sätestatud kontrollitingimusi punktis 2.3.5 määratletud eesmärkidel ning üksnes nii kaua, kui nende eesmärkide saavutamiseks vaja, välja arvatud punktides 2.3.1.3, 2.3.2 ja 2.3.4 lubatud juhtudel;

▼**M1**

2.3.1.3. aktiveerub üksnes erandkorras punktides 2.4.1, 2.4.2 või 2.4.3 sätestatud kontrollitingimustel, kui see on vajalik punktis 2.3.5 määratletud eesmärkidel ja selle on heaks kiitnud tüübikinnitusasutus ning ei ole aktiveeritud kauem kui nendeks eesmärkideks tarvilik;

2.3.1.4. tagab heitekontrollisüsteemi toimivustaseme, mis on võimalikult lähedane heitekontrolli põhistrateegias sätestatud tasemele.

2.3.2. Kui heitekontrolli abistrateegia on aktiveeritud ELi tüübikinnituskatse ajal, ei tohi aktiveerumist piirata nii, et see esineks vaid väljaspool punktis 2.4 sätestatud kontrollitingimusi, ja eesmärk ei tohi piirduda vaid punktis 2.3.5 sätestatud kriteeriumidega.

2.3.3. Kui heitekontrolli abistrateegia ei ole ELi tüübikinnituskatse ajal aktiveeritud, tuleb tõendada, et heitekontrolli abistrateegia on aktiivne ainult siis, kui see on vajalik punktis 2.3.5 nimetatud eesmärkidel.

2.3.4. Töö madalal temperatuuril

Heitekontrolli abistrateegia võib aktiveerida heitgaasi tagastussüsteemiga (EGR) varustatud mootorite puhul olenemata punkti 2.4 kontrollitingimustest, kui ümbritseva õhu temperatuur on alla 275 K (2 °C) ja kui on täidetud üks kahest järgmisest kriteeriumist:

a) sisselasketorustiku temperatuur ei ole kõrgem järgmise valemiga määratud temperatuurist: $IMT_c = P_{IM}/15{,}75 + 304{,}4$, kus: IMT_c on sisselasketorustiku arvutatud temperatuur kelvinites ja P_{IM} on sisselasketorustiku absoluutne rõhk kilopaskalites;

b) mootori jahutusvedeliku temperatuur ei ole kõrgem järgmise valemiga määratud temperatuurist: $ECT_c = P_{IM}/14,\ 004 + 325{,}8$, kus ECTc on mootori jahutusvedeliku arvutatud temperatuur, K, ja P_{IM} on sisselaskekollektori absoluutne rõhk kPa.

2.3.5. Välja arvatud punktis 2.3.2 lubatud juhtudel, tohib heitekontrolli abistrateegia aktiveerida üksnes järgmistel eesmärkidel:

a) pardasignaalide põhjal, et kaitsta mootorit (kaasa arvatud õhukäitlusseadet) ja/või väljaspool teid kasutatavat liikurmasinat, kuhu mootor on paigaldatud, kahjustuste eest;

b) kasutamisohutuse põhjustel;

c) ülemääraste heitmete vältimiseks külmkäivituse, eelsoojenduse või väljalülitamise ajal;

d) kui seda kasutatakse selleks, et teha järeleandmisi konkreetsetel ümbritseva keskkonna või töötingimustel ühe reguleeritava saasteaine kontrolli suhtes, et säilitada kontroll muude reguleeritavate saasteainete üle heitmete piirnormide raames, mis on kohased asjaomasele mootorile. Eesmärk on kompenseerida loomulikult esinevaid nähtusi viisil, mis tagab piisava kontrolli heite kõikide komponentide üle.

▼M1

2.3.6. Tootja tõendab ELi tüübikinnituskatse ajal tehnilisele teenistusele, et heitekontrolli mis tahes abistrateegia vastab käesoleva jao sätetele. Tõendamine seisneb hinnangu andmises punktis 2.6 osutatud dokumentidele.

2.3.7. Keelatud on heitekontrolli abistrateegia toimimine mis tahes põhjustel, mis ei ole vastavuses punktidega 2.3.1–2.3.5.

2.4. Kontrollitingimused

Kontrollitingimustega täpsustatakse kõrgus, ümbritseva õhu temperatuur ja mootori jahutusevedeliku vahemik, millega määratakse kindlaks, kas heitekontrolli abistrateegia võib aktiveerida üldiselt või üksnes erandkorras punkti 2.3 kohaselt.

Kontrollitingimustega täpsustatakse õhurõhk, mida mõõdetakse kui absoluutset, staatilist õhurõhku (niiske või kuiv) („õhurõhk“)

2.4.1. IWP- ja IWA-kategooria mootorite kontrollitingimused:

a) maksimaalne kõrgus 500 meetrit (või samaväärne õhurõhk 95,5 kPa);

b) ümbritseva õhu temperatuur vahemikus 275–303 K (2–30 °C);

c) mootori jahutusvedeliku temperatuur üle 343 K (70 °C).

2.4.2. RLL-kategooria mootorite kontrollitingimused:

a) maksimaalne kõrgus 1 000 meetrit (või samaväärne õhurõhk 90 kPa);

b) ümbritseva õhu temperatuur vahemikus 275–303 K (2–30 °C);

c) mootori jahutusvedeliku temperatuur üle 343 K (70 °C).

2.4.3. NRE-, NRG- ja RLR-kategooria mootorite kontrollitingimused:

a) õhurõhk 82,5 kPa või rohkem;

b) ümbritseva õhu temperatuur järgmises vahemikus:

— vähemalt 266 K (– 7 °C);

— madalam järgmise valemiga määratud temperatuurist või sellega võrdne, konkreetse õhurõhu korral: $T_c = – 0{,}4514 \times (101{,}3 – P_b) + 311$, kus: T_c on arvutatud ümbritseva õhu temperatuur K ja Pb on õhurõhk kPa;

c) mootori jahutusvedeliku temperatuur üle 343 K (70 °C).

2.5. Kui ümbritseva õhu temperatuuri hindamiseks kasutatakse mootori sisselaskeõhu temperatuuri sensorit, hinnatakse mootoritüübi ja mootoritüüpkonna puhul kahe mõõtmispunkti vahelist nominaalset nihet. Kui kasutatakse sisselaskeõhu mõõdetud temperatuuri, tuleb seda kohandada väärtusega, mis on võrdne nominaalse nihkega, et hinnata ümbritseva õhu temperatuuri paigaldamiseks, mille puhul kasutatakse konkreetset mootoritüüpi või mootoritüüpkonda.

▼M1

Nihke hindamiseks kasutatakse head inseneritava, mis põhineb tehnilistel elementidel (arvutused, simulatsioonid, katsetulemused, andmed jne) sealhulgas:

a) väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate tüüpilised kategooriad, millele mootoritüüp või mootoritüüpkond paigaldatakse; ning

b) algseadmete valmistajale tootja poolt antud paigaldamisjuhised.

Nõudmise korral tehakse hinnang tüübikinnitusasutusele kättesaadavaks.

2.6. Dokumentide kohta kehtivad nõuded

Tootja peab täitma dokumentide suhtes kehtivaid nõudeid, mis on sätestatud haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisa A osa punktis 1.4 ja kõnealuse lisa 2. liites.

3. **NO_x kontrollimeetmetega seotud tehnilised nõuded**

3.1. Käesolev punkt 3 kehtib määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud V etapi heite piirnormidele vastavate NRE-, NRG-, IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-kategooriasse kuuluvate elektrooniliselt juhitavate mootorite puhul, mis kasutavad elektroonilist juhtimist kütuse sissepritsimise koguse ja ajastuse määramiseks või mis kasutavad elektroonilist juhtimist NO_x vähendamiseks kasutatava heitekontrollisüsteemi aktiveerimiseks, deaktiveerimiseks või seadistamiseks.

3.2. Tootja esitab rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisas sätestatud dokumentides NO_x kontrolli meetmete talituslikke kasutusomaduste ammendava teabe.

3.3. NO_x kontrollistrateegia töötab kõigis liidu territooriumil tavapäraselt esinevates keskkonnatingimustes, eelkõige ümbritseva õhu madala temperatuuri korral.

3.4. Tootja tõendab, et reaktiivi kasutamisel ei ületa ammoniaagiheite hulk ELi tüübikinnitusmenetluses kohaldatava heite katsetsükli ajal keskmist väärtust 25 ppm RLL-kategooria mootorite puhul ja 10 ppm kõigi teiste kohaldatavate kategooriate puhul.

3.5. Kui väljaspool teid kasutatavatele liikurmasinatele paigaldatakse või sellega ühendatakse reaktiivimahutid, peab olema võimalik võtta mahutites olevast reaktiivist proove. Proovivõtukoht peab olema erivahendeid või -meetodeid kasutamata kergesti juurdepääsetav.

3.6. Peale punktides 3.2–3.5 sätestatud nõuete tuleb täita järgmised nõuded:

a) NRG-kategooria mootorite puhul 1. liites sätestatud nõuded;

b) NRE-kategooria mootorite puhul:

i) liites sätestatud nõuded, kui mootor ette nähtud eranditult IWP- ja IWA-kategooria V etapi mootorite asemel kasutamiseks määruse (EL) 2016/1628 artikli 4 lõike 1 punkti 1 alapunkti b kohaselt, või

▼M1

ii) liites sätestatud nõuded mootorite puhul, mis ei kuulu taande i alla;

c) IWP-, IWA- ja RLR-kategooria mootorite puhul 2. liites sätestatud nõuded;

d) RLL-kategooria mootorite puhul 3. liites sätestatud nõuded.

4. **Tahkete osakeste kontrollimeetmetega seotud tehnilised nõuded**

4.1. Käesolevat punkti kohaldatakse selliste alamkategooriate mootorite puhul, mille suhtes kehtib kooskõlas määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud V etapi heite piirnormidega tahkete osakeste piirarv ja millele on paigaldatud tahkete osakeste järeltöötlussüsteem. Kui NO_x kontrollisüsteemil ja tahkete osakeste kontrollisüsteemil on samad füüsikalised komponendid (nt sama substraat (SCR filtril), sama heitgaaside temperatuurisensor), ei kohaldata käesoleva punkti nõudeid komponentide või rikete suhtes, mille puhul tüübikinnitusasutus järeldab pärast tootja esitatud põhjendatud hinnangu kaalumist, et tahkete osakeste kontrollisüsteemi rike käesoleva punkti kohaldamisalas viib vastava NO_x kontrollisüsteemi rikkeni 3. jao kohaldamisalas.

4.2. Tahkete osakeste kontrollimeetmetega seotud üksikasjalikud tehnilised nõuded on sätestatud liites 4.

▼M1

1. liide

NO_x kontrollimeetmete tehnilised lisanõuded NRE- ja NRG-kategooria mootorite puhul, sealhulgas nende strateegiate tõendamise meetod

1. **Sissejuhatus**

Käesolevas liites on sätestatud lisanõuded NO_x kontrollimeetmete nõuetekohase toimimise tagamiseks. See hõlmab nõudeid mootorite kohta, mis kasutavad heidete vähendamiseks reaktiive. ELi tüübikinnituse tingimuseks on see, et kohaldatakse käesolevas liites esitatud asjakohaseid sätteid, mis käsitlevad käitajale antavaid juhendeid, installeerimisdokumente, käitaja hoiatussüsteemi, meeldetuletussüsteemi ja reaktiivi külmumiskaitset.

2. **Üldnõuded**

Mootorile tuleb paigaldada NO_x kontrolli diagnostikasüsteem (NCD-süsteem), mis suudab kindlaks teha NO_x kontrolli rikked (NCM-id). Kõik käesoleva punktiga 2 hõlmatud mootorid peavad olema projekteeritud, ehitatud ja paigaldatud nii, et nad vastaksid neile nõuetele mootori kogu tavapärase kasutusaja jooksul tavapäraste kasutustingimuste korral. Selle eesmärgi saavutamise huvides on aktsepteeritav, et mootorite puhul, mida on kasutatud üle määruse (EL) 2016/1628 V lisas määratletud heite püsimisaja, võib täheldada NO_x kontrolli diagnostikasüsteemi (NCD-süsteemi) töö ja tundlikkuse teatavat halvenemist, nii et käesolevas lisas määratletud piirnormid ületatakse enne, kui hoiatus- ja/või meeldetuletussüsteem aktiveeritakse.

2.1. Nõutav teave

2.1.1. Kui heitmekontrollisüsteem vajab reaktiivi, peab tootja haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisa B osa kohaselt täpsustama reaktiivi tüübi, teabe kontsentratsiooni kohta, kui reaktiiv on lahuses, selle töötemperatuuri tingimused, ning esitama koostise, kvaliteedi ja muude omaduste kohta viited rahvusvahelistele standarditele.

2.1.2. Tüübikinnitusasutusele tuleb ELi tüübikinnituse taotlemisel esitada üksikasjalik kirjalik teave punkti 4 kohase käitaja hoiatussüsteemi ning punktis 5 kohase juhi meeldetuletussüsteemi talitluslike kasutusomaduste täieliku kirjeldusega.

2.1.3. Tootja esitab algseadmete valmistajale dokumendid juhistega selle kohta, kuidas paigaldada mootorit väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale sellisel viisil, et mootor, selle heitekontrollisüsteem ja väljaspool teid kasutatava liikurmasina osad töötavad käesoleva liite nõuetele vastavalt. Nimetatud dokumendid sisaldavad üksikasjalikke tehnilisi nõudeid mootori kohta (tarkvara, riistvara ja teabeedastus), mis on vajalikud mootori korrektseks paigaldamiseks väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale.

2.2. Töötingimused

2.2.1. NO_x kontrolli diagnostikasüsteem peab töötama

a) ümbritseva keskkonna temperatuuril vahemikus 266 K – 308 K (– 7 °C – 35 °C);

b) kõrgusel alla 1 600 m;

c) mootori jahutusvedeliku temperatuuril üle 343 K (70 °C).

▼M1

Käesolevat punkti 2 ei kohaldata paagis oleva reaktiivi taseme jälgimise suhtes, kui seire peab toimuma kõigis tingimustes, mil mõõtmine on tehniliselt teostatav (näiteks kõigil tingimustel, kui vedel reaktiiv ei ole külmunud).

2.3. Reaktiivide külmumiskaitse

2.3.1. On lubatud kasutada soojendatud või soojendamata reaktiivipaaki ja doseerimissüsteemi. Soojendusega süsteem peab vastama punkti 2.3.2. nõuetele. Soojenduseta süsteem peab vastama punkti 2.3.3 nõuetele.

2.3.1.1. Soojenduseta reaktiivipaagi ja doseerimissüsteemi kasutamise kohta peab olema esitatud teave väljaspool teid kasutatava liikurmasina lõppkasutajale mõeldud kirjalikus juhendis.

2.3.2. Reaktiivipaak ja doseerimissüsteem

2.3.2.1. Kui reaktiiv on külmunud, peab reaktiiv olema kasutamiseks saadaval mitte hiljem kui 70 minutit pärast mootori käivitamist ümbritseva õhu temperatuuril 266 K (– 7 °C).

2.3.2.2. Soojendusega süsteemi projekteerimiskriteeriumid

Soojendusega süsteem tuleb projekteerida selliselt, et see vastaks käesolevas punktis 2 sätestatud töönõuetele, kui seda katsetatakse määratletud menetluse kohaselt.

2.3.2.2.1. Reaktiivipaaki ja doseerimissüsteemi tuleb seisutada temperatuuril 255 K (– 18 °C) 72 tundi või kuni reaktiivi mass tahkestub.

2.3.2.2.2. Pärast punktis 2.3.2.2.1 sätestatud seisutusperioodi tuleb väljaspool teid kasutatava liikurmasina mootor käivitada ja lasta sel töötada ümbritseva keskkonna temperatuuril 266 K (– 7 °C) või madalamal temperatuuril järgmiselt:

a) 10–20 minutit tühikäigul, seejärel

b) kuni 50 minutit koormusel mitte üle 40 % nimikoormusest.

2.3.2.2.3. Punktis 2.3.2.2.2 kirjeldatud katsemenetluse lõpus peab reaktiivi doseerimise süsteem olema täiesti töökorras.

2.3.2.3. Projekteerimiskriteeriume võib hinnata külmkatsekambris, kasutades tervet väljaspool teid kasutatavat liikurmasinat või osi, mis on samasugused kui väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale paigaldatavad osad, või välikatsete põhjal.

2.3.3. Käitaja hoiatus- ja meeldetuletussüsteemi aktiveerimine soojenduseta süsteemi puhul

2.3.3.1. Kui välisõhu temperatuuril alla 266 K (– 7 °C) ei toimu reaktiivi doseerimist, peab aktiveeruma punktis 4 kirjeldatud käitaja hoiatussüsteem.

2.3.3.2. Kui ümbritseva õhu temperatuuril ≤ 266 K (– 7 °C) ei toimu maksimaalselt 70 minuti jooksul pärast sõiduki käivitamist reaktiivi doseerimist, peab aktiveeruma punktis 5.4 kirjeldatud teise taseme meeldetuletussüsteem.

▼**M1**

2.4. Diagnostilised nõuded

2.4.1. NO_x kontrolli diagnostikasüsteem (NCD-süsteem) peab arvutimälusse salvestatud diagnostika veakoodide (DTC) abil avastama NO_x kontrolli rikked (NCM) ja nõudmise korral edastama selle teabe välisele seadmele.

2.4.2. Nõuded diagnostika veakoodide (DTCde) salvestamisele

2.4.2.1. NCD-süsteem salvestab diagnostika veakoodi iga erineva NO_x kontrolli rikke puhul.

2.4.2.2. NCD-süsteem otsustab 60 minutilise mootori tööaja jooksul, kas rikkeid esineb. Sel ajal salvestatakse „kinnitatud ja aktiivne“ DTC ning hoiatussüsteem aktiveeritakse vastavalt punktile 4.

2.4.2.3. Teatud juhtudel, kui seireseadmed vajavad rikke tuvastamiseks ja kinnitamiseks rohkem kui 60 minutit (nt kui seireseadmed kasutavad statistilisi mudeleid või on seotud väljaspool teid kasutatava liikurmasina kütusekuluga), võib tüübikinnitusasutus lubada kasutada seireks pikemat perioodi tingimusel, et tootja põhjendab pikema perioodi vajalikkust (nt tehnilise selgituse, katsetulemuste, ettevõttesiseste kogemuste vms abil).

2.4.3. Nõuded diagnostika veakoodide (DTCde) kustutamisele

a) NCD-süsteem ei saa diagnostika veakoode arvutimälust ise kustutada enne, kui antud veakoodiga seotud viga on parandatud.

b) NCD-süsteem võib kustutada kõik diagnostika veakoodid, kui seda nõuab mootori toojalt taotluse peale saadud valdaja skanner või hooldustööriis või kui kasutatakse mootori tootjalt saadud koodi.

2.4.4. NCD-süsteemi ei tohi programmeerida või muul viisil projekteerida selliselt, et see mootori tegeliku kasutusaja jooksul sõltuvalt väljaspool teid kasutatava liikurmasina vanusest osaliselt või täielikult deaktiveeruks, samuti ei tohi süsteem sisaldada algoritmi või strateegiat, mille ülesanne on vähendada NCD-süsteemi efektiivsust aja jooksul.

2.4.5. Kõik NCD-süsteemi ümberprogrammeeritavad arvutikoodid või tööparameetrid peavad olema kindlad omavolilise muutmise suhtes.

2.4.6. NCD mootoritüüpkond

NCD-mootoritüüpkonna koosseisu kindlaksmääramise eest vastutab tootja. Mootorite rühmitamine NCD-mootoritüüpkonda peab põhinema heal inseneritaval ning selle peab heaks kiitma tüübikinnitusasutus.

Mootorid, mis ei kuulu samasse mootoritüüpkonda võivad ikkagi kuuluda samasse NCD-mootoritüüpkonda.

▼**M1**

2.4.6.1. NCD-mootoritüüpkonda määratlevad parameetrid

NCD-tüüpkonda iseloomustavad peamised konstruktsiooniparameetrid, mis peavad olema ühised kõigil tüüpkonna mootoritel.

Selleks et pidada mootoreid ühte ja samasse NCD-mootoritüüpkonda kuuluvaks, peavad nende järgmised põhiparameetrid olema sarnased:

a) heitkoguste kontrollsüsteemid;

b) NCD-seire meetodid;

c) NCD-seire kriteeriumid;

d) seireparameetrid (nt sagedus).

Tootja peab tõendama nende sarnasuste olemasolu tehnilise või muu vastava menetlusega ning tüübikinnitusasutus peab need heaks kiitma.

Tootja võib taotleda tüübikinnitusasutuse heakskiitu mootori konfiguratsiooni variatsioonidest tulenevate NCD-süsteemi seire- või diagnostikameetodite väikestele erinevustele, kui tootja peab neid meetodeid sarnaseks ning need erinevad ainult selle tõttu, et sobida vaatlusaluste komponentide konkreetsete omadustega (nt suurus, heitgaasivoo hulk jne); või kui nende sarnasused on kindlaks tehtud heade inseneritavade põhjal.

3. **Hooldusnõuded**

3.1. Tootja annab kõigile käesoleva määruse kohaselt tüübikinnituse saanud uute mootorite või masinate lõppkasutajatele kirjaliku juhendi heitekontrollisüsteemi ja selle nõuetekohase talitluse kohta või korraldab sellise juhendi edastamise XV lisa kohaselt.

4. **Käitaja hoiatussüsteem**

4.1. Väljaspool teid kasutataval liikurmasinal peab olema käitaja hoiatussüsteem, mille visuaalsed märguanded hoiatavad käitajat, kui on tuvastatud reaktiivi vähene kogus, reaktiivi ebapiisav kvaliteet, doseerimise katkestus või punktis 9 kirjeldatud rike, mis põhjustab käitaja meeldetuletussüsteemi rakendumise, kui viga aegsasti ei parandata. Hoiatussüsteem jääb aktiivseks ka siis, kui aktiveerub punktis 5 kirjeldatud käitaja meeldetuletussüsteem.

4.2. Hoiatussignaal ei tohi olla sama, millega antakse märku rikkest või muust mootori hooldusteatest, kuid see võib kasutada sama hoiatussüsteemi.

4.3. Käitaja hoiatussüsteem võib koosneda ühest või mitmest lambist või kuvada lühiteateid, mis võivad näiteks selgelt näidata:

a) esimese ja/või teise taseme meeldetuletuse aktiveerumiseni jäänud aega;

b) esimese ja/või teise taseme meeldetuletuse ulatust, näiteks pöördemomendi vähenemise ulatust;

c) tingimusi, mille korral väljaspool teid kasutatava liikurmasina töövõime taastub.

▼M1

Teadete kuvamise korral võib teadete kuvamiseks kasutada sama süsteemi, mida kasutatakse muude hooldusteadete puhul.

4.4. Tootja valikul võib hoiatusega kaasneda helisignaal käitaja alarmeerimiseks. Käitaja võib hoiatava helisignaali välja lülitada.

4.5. Käitaja hoiatussüsteem aktiveerub vastavalt punktides 2.3.3.1, 6.2, 7.2., 8.4, ja 9.3 sätestatule.

4.6. Käitaja hoiatussüsteem lülitub välja, kui selle aktiveerumise esilekutsunud tingimused on kõrvaldatud. Käitaja hoiatussüsteem ei tohi automaatselt välja lülituda, kui selle käivitumise põhjused pole kõrvaldatud.

4.7. Hoiatussüsteemi talitluse võivad ajutiselt katkestada muud hoiatussignaalid, mis annavad olulisi ohutusteateid.

4.8. Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerimise ja deaktiveerimise üksikasjad on sätestatud punktis 11.

4.9. Käesoleva määruse kohase ELi tüübikinnituse taotlemisel peab tootja tõendama käitaja hoiatussüsteemi toimimist vastavalt punktile 10.

5. **Käitaja meeldetuletussüsteem**

5.1. Mootoril peab olema käitaja meeldetuletussüsteem, mis põhineb ühel järgmistest põhimõtetest:

5.1.1. kaheastmeline meeldetuletussüsteem alates esimese taseme meeldetuletusest (talitluse piiramine), millele järgneb teise taseme meeldetuletus (väljaspool teid kasutatava liikurmasina talitluse blokeerimine);

5.1.2. üheastmeline teise taseme meeldetuletussüsteem (väljaspool teid kasutatava liikurmasina talitluse blokeerimine), mis aktiveerub punktides 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1, ja 9.4.1 määratletud esimese astme meeldetuletuse tingimuste korral.

Kui tootja otsustab mootori seisata, et täita üheastmelise teise taseme meeldetuletuse nõuet, siis võib reaktiivi taseme meeldetuletuse tootja valikul aktiveerida punkti 6.3.1 tingimuste asemel punkti 6.3.2 tingimustel.

5.2. Mootori võib varustada funktsiooniga käitaja meeldetuletussüsteemi väljalülitamiseks tingimusel, et see vastab punkti 5.2.1 nõuetele.

5.2.1. Mootori võib varustada funktsiooniga käitaja meeldetuletussüsteemi ajutiseks väljalülitamiseks, kui riigi valitsus või kohalik omavalitsus või nende päästeteenistused või relvajõud on välja kuulutanud hädaolukorra.

5.2.1.1. Kui mootor on varustatud funktsiooniga käitaja meeldetuletussüsteemi ajutiseks väljalülitamiseks, kohaldatakse kõik järgmisi tingimusi:

a) maksimaalne tööperiood, mille jooksul võib meeldetuletussüsteem olla käitaja poolt välja lülitatud, on 120 tundi;

▼M1

b) aktiveerimismeetod konstrueeritakse sellisel viisil, et tahtmatu toimimise ärahoidmiseks on vaja kahekordset tahtlikku toimingut ja see tähistatakse vähemalt hoiatusega „KASUTADA ÜKSNES HÄDAOLUKORRAS“;

c) väljalülitus deaktiveerub automaatselt pärast 120 tunni möödumist ning käitaja jaoks on olemas funktsioon väljalülituse käsitsi deaktiveerimiseks, kui hädaolukord on lõppenud;

d) pärast 120 töötunni möödumist, ei tohi olla võimalik meeldetuletussüsteemi välja lülitada, välja arvatud siis, kui väljalülitamisfunktsiooni töövalmidus on taastatud tootja ajutise turvakoodi sisestamisega või kvalifitseeritud hooldustöötaja poolt teostatud mootori ECU uuesti konfigureerimisega või samaväärse turvaelemendiga, mis on iga mootori puhul kordumatu;

e) väljalülituse aktiveerimiste koguarv ja kestus tuleb salvestada elektroonilisse püsimällu või lugejatesse viisil, mis tagab, et teavet ei ole võimalik tahtlikult kustutada. Riiklikud kontrolliasutused peavad saama neid kirjeid skanneriga lugeda;

f) tootja säilitab andmed käitaja meeldetuletussüsteemi ajutise väljalülitamise töövalmiduse taastamise iga taotluse kohta ja teeb need nõudmise korral komisjonile või riiklikele ametiasutustele kättesaadavaks.

5.3. Esimese taseme meeldetuletussüsteem

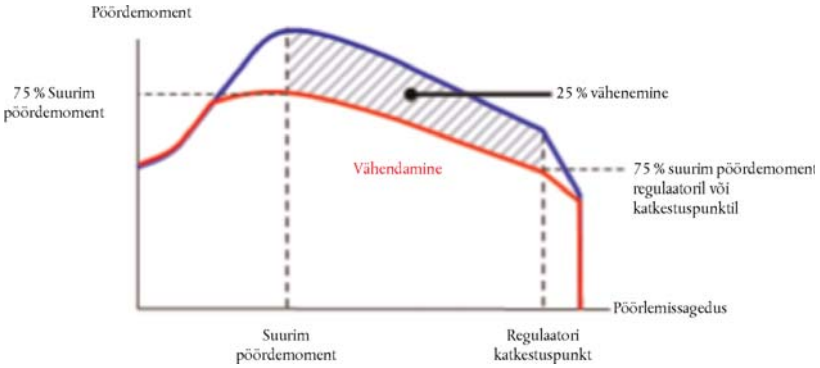
5.3.1. Esimese taseme meeldetuletussüsteem aktiveeritakse, kui on täidetud üks punktides 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 ja 9.4.1 esitatud tingimustest.

5.3.2. Esimese taseme meeldetuletussüsteem peab järk-järgult vähendama mootori maksimaalset pöördemomenti vähemalt 25 % võrra kiirusvahemikus haripunktist kuni pöörderegulaatori murdepunktini, nagu on näidatud joonisel 4.1. Pöördemoment peab vähenema vähemalt 1 % minutis.

5.3.3. Kasutada võib ka muid meeldetuletussüsteeme, kui tüübikinnitusasutusele on demonstreeritud, et need on vähemalt sama ranged.

Joonis 4.1

Pöördemomendi vähendamise skeem esimese taseme meeldetuletuse puhul



▼M1

5.4. Teise taseme meeldetuletussüsteem

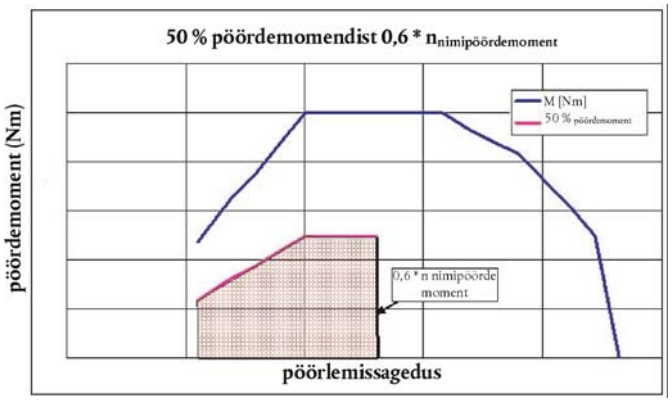
5.4.1. Teise taseme meeldetuletussüsteem aktiveerub, kui on aset leidnud üks punktides 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 ja 9.4.2 esitatud tingimustest.

5.4.2. Teise taseme meeldetuletussüsteem vähendab väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutatavust sellise tasemeni, mis on piisavalt koormav ja sunnib käitajat parandama punktides 6–9 nimetatud probleeme. Vastuvõetavad on järgmised strateegiad.

5.4.2.1. Mootori pöördemomenti kiirusvahemikus haripunktist kuni pöörderegulaatori murdepunktini tuleb järk-järgult vähendada alates joonisel 4.1 näidatud esimese astme meeldetuletussüsteemi pöördemomendist vähemalt 1 % minutis kuni 50 protsendini maksimaalsest pöördemomendist või alla selle ning muutuva pöörete arvuga mootorite puhul vähendatakse mootori pöörlemissagedust järk-järgult 60 protsendini nimipöörlemissagedusest või alla selle sama aja jooksul, kui toimub pöördemomendi vähendamine, nagu näidatud joonisel 4.2.

Joonis 4.2

Pöördemomendi vähendamise skeem teise taseme meeldetuletuse puhul



5.4.2.2. Kasutada võib ka muid meeldetuletussüsteeme, kui tüübikinnitusasutusele on demonstreeritud, et need on vähemalt sama ranged.

5.5. Selleks, et võtta arvesse ohutusprobleeme ja lubada iseparandavat diagnostikat, on lubatud kasutada meeldetuletusest möödamineku funktsiooni mootori täisvõimsuse taastamiseks tingimusel, et

a) see ei kesta üle 30 minuti ja

b) see piirdub kolme aktiveerimisega iga käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerumise jooksul.

5.6. Käitaja meeldetuletussüsteem peab deaktiveeruma, kui selle käivitumise esile kutsunud tingimused on kõrvaldatud. Käitaja meeldetuletussüsteem ei tohi automaatselt deaktiveeruda, kui selle käivitumise põhjused ei ole kõrvaldatud.

5.7. Käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerimise ja deaktiveerimise üksikasjad on sätestatud punktis 11.

5.8. Käesoleva määruse kohase ELi tüübikinnituse taotlemisel peab tootja tõendama käitaja meeldetuletussüsteemi toimimist vastavalt punktile 11.

▼M1

6. **Reaktiivi olemasolu**

6.1. Reaktiivi taseme näidik

Väljaspool teid kasutataval liikurmasinal peab olema näidik, mis teavitab käitajat selgelt ja arusaadavalt reaktiivi tasemest reaktiivipaagis. Reaktiivinäidiku minimaalne vastuvõetav toimivustase peab tagama reaktiivitaseme pideva näidu, samal ajal kui punktis 4 nimetatud käitaja hoiatussüsteem on aktiveeritud. Reaktiivinäidik võib olla analoog- või digitaalnäiduga ja võib näidata taset proportsioonina paagi täismahust, allesjäänud reaktiivi kogust või hinnangulist allesjäänud tööaega.

6.2. Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumine

6.2.1. Punktis 4 kirjeldatud käitaja hoiatussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivi tase langeb alla 10 % reaktiivipaagi mahust. Tootja valikul võib nimetatud protsendimäär olla ka kõrgem.

6.2.2. Esitatav hoiatus koos reaktiivinäidikuga peab käitajale täiesti arusaadavalt teatama, et reaktiivi tase on liiga madal. Kui hoiatussüsteem hõlmab kuvateatesüsteemi, tuleb visuaalse hoiatusena kuvada teade reaktiivi madala taseme kohta. näiteks „Karbamiidi tase madal“, „AdBlue tase madal“ või „Reaktiivi tase madal“).

6.2.3. Käitaja hoiatussüsteem ei pea kohe alguses olema pidevalt aktiivne (näiteks ei pea teadet kuvama pidevalt), kuid aktiveerumise intensiivsus (näiteks lambi vilkumissagedus) peab kasvama nii, et see muutub pidevaks, kui reaktiiv hakkab otsa saama ning hakkab lähenema see hetk, mil peab rakenduma juhi meeldetuletussüsteem. See kulmineerub käitaja teavitamisega tootja valitud tasemel, kuid hetkel, kui rakendub punktis 6.3 kirjeldatud käitaja meeldetuletussüsteem, peab see olema tunduvalt märgatavam, kui see oli esmase aktiveerumise hetkel.

6.2.4. Pidev hoiatussignaal ei tohi olla hõlpsasti blokeeritav või eiratav. Kui hoiatussüsteem hõlmab kuvateatesüsteemi, tuleb kuvada selge teade (näiteks „Lisage karbamiidi“, „Lisage reaktiivi AdBlue“ või „Lisage reaktiivi“). Pideva hoiatuse võivad ajutiselt katkestada muud hoiatussignaalid, mis annavad olulisi ohutusteateid.

6.2.5. Käitaja hoiatussüsteemi väljalülitamine ei tohi olla võimalik enne reaktiivi lisamist tasemeni, mis ei nõua hoiatussüsteemi aktiveerimist.

6.3. Käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerumine

6.3.1. Punktis 5.3 kirjeldatud esimese taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivipaagi tase langeb alla 2,5 % paagi nimimahust Tootja valikul võib nimetatud protsendimäär olla ka kõrgem.

▼M1

6.3.2. Punktis 5.4 kirjeldatud teise taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivipaak on tühi (st kui doseerimissüsteem ei saa paagist reaktiivi juurde võtta) või mis tahes protsendimäära juures alla 2,5 % paagi nimimahust tootja äranägemisel.

6.3.3. Välja arvatud punktiga 5.5 lubatud ulatuses ei tohi esimese taseme ega teise taseme meeldetuletussüsteemi väljalülitamine olla võimalik enne reaktiivi lisamist tasemeni, mis ei nõua süsteemi vastavat aktiveerimist.

7. **Reaktiivi kvaliteedi seire**

7.1. Mootoril või väljaspool teid kasutataval liikurmasinal peavad olema vahendid nõuetele mittevastava reaktiivi määramiseks väljaspool teid kasutatava liikurmasina pardal.

7.1.1. Tootja määrab kindlaks reaktiivi minimaalse vastuvõetava kontsentratsiooni CD_{min}, mille puhul väljalasketoru NO_x heitkogused ei ületa madalamat järgmistest piirnormidest: kohaldatav NO_x piirnorm korrutatud 2,25ga või kohaldatav NO_x piirnorm pluss 1,5 g/kWh. Kombineeritud HC ja NO_x piirnormidega mootori alamkategooriate puhul on vastavalt käesolevale punktile kohaldatav NO_x piirnorm HC ja NO_x kombineeritud piirnorm, mida on vähendatud 0,19 g/kWh võrra.

7.1.1.1. Väärtuse CD_{min} nõuetele vastavust tuleb ELi tüübikinnituse taotlemisel tõendada punktis 13 sätestatud menetluse korras ja esitada laiendatud dokumentatsioonis, nagu täpsustatud I lisa punktis 8.

7.1.2. Reaktiivi kontsentratsioon alla CD_{min} tuleb avastada ja seda tuleb punkti 7.1 kohaldamisel käsitada nõuetele mittevastava reaktiivina.

7.1.3. Reaktiivi kvaliteedi jaoks tuleb ette näha spetsiaalne loendur (reaktiivi kvaliteedi loendur). Reaktiivi kvaliteedi loendur peab loendama töötundide arvu, mil mootor töötab nõuetele mittevastava reaktiiviga.

7.1.3.1. Valikuliselt võib tootja rühmitada reaktiivi kvaliteedi vea kokku ühe või mitme punktides 8 ja 9 loetletud veaga ja kasutada nende jaoks ühte loendurit.

7.1.4. Reaktiivi kvaliteedi loenduri aktiveerimise ja deaktiveerimise kriteeriumite üksikasjad ja mehhanismid on kirjeldatud punktis 11.

7.2. Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumine

Kui seiresüsteem kinnitab, et reaktiivi kvaliteet ei vasta nõuetele, peab aktiveeruma punktis 4 kirjeldatud käitaja hoiatussüsteem. Kui hoiatussüsteem hõlmab kuvateatesüsteemi, tuleb kuvada teade, mis näitab hoiatuse põhjust (näiteks „Tuvastatud nõuetele mittevastav karbamiid“, „Tuvastatud nõuetele mittevastav AdBlue“ või „Tuvastatud nõuetele mittevastav reaktiiv“).

7.3. Käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerumine

7.3.1. Punktis 5.3 kirjeldatud esimese taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivi kvaliteet ei ole paranenud mootori 10 töötunni jooksul pärast käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumist vastavalt punktis 7.2 kirjeldatule.

▼M1

7.3.2. Punktis 5.4 kirjeldatud teise taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivi kvaliteet ei ole paranenud mootori 20 töötunni jooksul pärast käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumist vastavalt punktis 7.2 kirjeldatule.

7.3.3. Rikke korduva ilmnemise korral tuleb meeldetuletussüsteemi aktiveerumisele eelnevate tundide arvu vähendada vastavalt punktis 11 kirjeldatud mehhanismile.

8. **Reaktiivi doseerimine**

8.1. Mootor peab sisaldama vahendeid doseerimise katkestuse tuvastamiseks.

8.2. Reaktiivi doseerimise loendur

8.2.1. Doseerimise jaoks tuleb ette näha spetsiaalne loendur (doseerimisloendur). See loendur loendab mootori töötundide arvu, mille jooksul reaktiivi doseerimine on katkestatud. See ei ole vajalik, kui katkestust nõuab mootori elektrooniline kontrollplokk (ECU), kuna väljaspool teid kasutatava liikurmasina töötingimuste tõttu pole reaktiivi doseerimine heitekoguste seisukohalt nõutav.

8.2.1.1. Valikuliselt võib tootja rühmitada reaktiivi doseerimise vea kokku ühe või mitme punktides 7 ja 9 loetletud veaga ja kasutada nende jaoks ühte loendurit.

8.2.2. Reaktiivi doseerimise loenduri aktiveerimise ja deaktiveerimise kriteeriumite üksikasjad ja mehhanismid on kirjeldatud punktis 11.

8.3. Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumine

Punktis 4 kirjeldatud käitaja hoiatussüsteem peab aktiveeruma reaktiivi doseerimise katkemisel, mis käivitab doseerimisloenduri vastavalt punktile 8.2.1. Kui hoiatussüsteem hõlmab kuvateatesüsteemi, tuleb kuvada teade, mis näitab hoiatuse põhjust (näiteks „Karbamiidi doseerimise tõrge“, „AdBlue doseerimise tõrge“ või „Reaktiivi doseerimise tõrge“).

8.4. Käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerumine

8.4.1. Punktis 5.3 kirjeldatud esimese taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivi doseerimise katkestus ei ole parandatud mootori 10 töötunni jooksul pärast käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumist vastavalt punktis 8.3 kirjeldatule.

8.4.2. Punktis 5.4 kirjeldatud teise taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui reaktiivi doseerimise katkestust ei ole kõrvaldatud mootori 20 töötunni jooksul pärast käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumist vastavalt punktis 8.3 kirjeldatule.

8.4.3. Rikke korduva ilmnemise korral tuleb meeldetuletussüsteemi aktiveerumisele eelnevate tundide arvu vähendada vastavalt punktis 11 kirjeldatud mehhanismile.

9. **Omavolilise muutmisega seostatavad seiresüsteemi rikked**

9.1. Peale reaktiivi taseme reaktiivipaagis, reaktiivi kvaliteedi ja reaktiivi doseerimise katkestuse tuleb jälgida järgmisi tõrkeid, kuna need võivad tekkida omavolilise muutmise tulemusena:

▼M1

a) takistatud heitgaasitagastusklapp;

b) NO_x kontrolli diagnostikasüsteemi (NCD-süsteemi) rikked vastavalt punktis 9.2.1 kirjeldatule.

9.2. Seirenõuded

9.2.1. NO_x kontrolli diagnostikasüsteemi (NCD-süsteemi) puhul tuleb jälgida elektririkkeid ja mis tahes sensori eemaldamist või deaktiveerimist, mis takistab muude punktides 6–8 nimetatud rikete diagnostikat (komponentide seiret).

Diagnostikavõimet mõjutavad näiteks sensorid, mis mõõdavad otseselt NO_x kontsentratsiooni, karbamiidi kvaliteediandurid, keskkonnaandurid ning sensorid, mis jälgivad reaktiivi doseerimist, reaktiivi taset ja reaktiivi kulu.

9.2.2. Heitgaasitagastusklapi loendur

9.2.2.1. Takistatud heitgaasitagastusklapi jaoks tuleb ette näha spetsiaalne loendur. Heitgaasitagastusklapi loendur peab loendama mootori töötunde, mille jooksul takistatud heitgaasitagastusklapiga seotud diagnostikakood (DTC) on kinnitatud aktiivseks.

9.2.2.1.1. Valikuliselt võib tootja rühmitada takistatud heitgaasitagastusklapi vea koos ühe või mitme punktides 7, 8 ja 9.2.3 loetletud vigadega ja kasutada nende jaoks ühte loendurit.

9.2.2.2. Heitgaasitagastusklapi loenduri aktiveerimise ja deaktiveerimise kriteeriumite üksikasjad ja mehhanismid on kirjeldatud punktis 11.

9.2.3. NCD-süsteemi arvesti(d)

9.2.3.1. Iga punkti 9.1 alapunktis b käsitletud seiretõrke jaoks tuleb ette näha spetsiaalne loendur. NCD-süsteemi loendurid peavad loendama mootori töötunde, mille jooksul NCD-süsteemi tõrkega seotud diagnostikakood (DTC) on aktiivne. Lubatud on mitme tõrke rühmitamine ühte loendurisse.

9.2.3.1.1. Valikuliselt võib tootja rühmitada takistatud NCD-süsteemi vea kokku ühe või mitme punktides 7, 8 ja 9.2.2 loetletud vigadega ja kasutada nende jaoks ühte loendurit.

9.2.3.2. NCD-süsteemi loenduri aktiveerimise ja deaktiveerimise kriteeriumite üksikasjad ja mehhanismid on kirjeldatud punktis 11.

9.3. Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumine

Punktis 4 kirjeldatud käitaja hoiatussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui ilmneb mõni punktis 9.1 nimetatud tõrgetest, ja see peab viitama kiireloomulise remondi vajadusele. Kui hoiatussüsteem hõlmab kuvateatesüsteemi, tuleb kuvada teade, mis näitab hoiatuse põhjust (näiteks „reaktiivi doseerimise klapp lahutatud“ või „heitesüsteemi kriitiline tõrge“).

▼**M1**

9.4. Käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerumine

9.4.1. Punktis 5.3 kirjeldatud esimese taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui punktis 9.1 kirjeldatud tõrge ei ole kõrvaldatud mootori 36 töötunni jooksul pärast käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumist vastavalt punktile 9.3.

9.4.2. Punktis 5.4 kirjeldatud teise taseme meeldetuletussüsteem peab aktiveeruma juhul, kui punktis 9.1 kirjeldatud tõrge ei ole kõrvaldatud mootori 100 töötunni jooksul pärast käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumist vastavalt punktile 9.3.

9.4.3. Rikke korduva ilmnemise korral tuleb meeldetuletussüsteemi aktiveerumisele eelnevate tundide arvu vähendada vastavalt punktis 11 kirjeldatud mehhanismile.

9.5. Alternatiivina punkti 9.2 nõuetele võib tootja kasutada heitgaasisüsteemis olevat NO_x sensorit. Sel juhul

a) ei tohi NO_x sisaldus ületada madalamat järgmistest piirnormidest: kohaldatav NO_x piirnorm korrutatud 2,25 või kohaldatav NO_x piirnorm pluss 1,5 g/kWh. Kombineeritud HC ja NO_x piirnormidega mootori alamkategooriate puhul on vastavalt käesolevale punktile kohaldatav NO_x piirnorm HC ja NO_x kombineeritud piirnorm, mida on vähendatud 0,19 g/kWh võrra;

b) võib kasutada üht veateadet „Kõrge NO_x tase – põhjus teadmata“;

c) tuleb punktis 9.4.1 lugeda: „mootori 10 töötunni jooksul“;

d) tuleb punktis 9.4.2 lugeda: „mootori 20 töötunni jooksul“.

10. **Tõendamisnõuded**

10.1. Üldine teave

Vastavust käesoleva liite nõuetele tõendatakse ELi tüübikinnituse ajal järgmiselt, vastavalt tabelile 4.1 ja käesolevale punktile 10:

a) hoiatussüsteemi aktiveerumise demonstreerimine;

b) esimese taseme meeldetuletussüsteemi aktiveerumise demonstreerimine, kui on asjakohane;

c) teise taseme meeldetuletussüsteemi aktiveerumise demonstreerimine.

10.2. Mootoritüüpkonnad ja NCD-mootoritüüpkonnad

Mootoritüüpkonna või NCD-mootoritüüpkonna vastavust käesoleva punkti 10 nõuetele saab tõendada, katsetades ühte kõne all olevasse mootoritüüpkonda kuuluvat mootorit tingimusel, et tootja tõendab tüübikinnitusasutusele, et käesoleva liite nõuetele vastavuse tagamiseks vajalikud seiresüsteemid on selles tüüpkonnas sarnased.

▼M1

10.2.1. Seda, et NCD-mootoritüüpkonna muude liikmete seiresüsteemid on sarnased, võib tüübikinnitusasutusele tõendada algoritmide või funktsionaalsete analüüsidega vms.

10.2.2. Katsemootori valib tootja kokkuleppel tüübikinnitusasutusega. Katsemootor võib, aga ei pea olema asjaomase tüüpkonna algmootor.

10.2.3. Kui ühe mootoritüüpkonna mootorid kuuluvad NCD mootoritüüpkonda, mis on saanud tüübikinnituse punkti 10.2.1 kohaselt (joonis 4.3), peetakse asjaomase mootoritüüpkonna nõuetele vastavus tõendatuks ilma edasiste katsete tegemise vajaduseta tingimusel, et tootja tõendab tüübikinnitusasutusele, et käesolevas liites sätestatud nõuetele vastamise tagamiseks vajalikud seiresüsteemid on vaatlusalusel mootoril ja NCD-mootoritüüpkonnal sarnased.

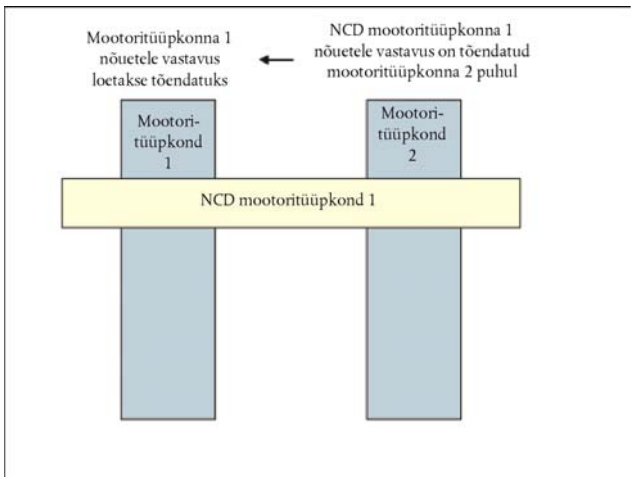
Tabel 4.1

Tõendamisprotsessi sisu skeem vastavalt punktide 10.3. ja 10.4 sätetele

Mehhanism	Tõendamiselemendid
Punktis 10.3 sätestatud hoiatussüsteemi aktiveerumine	— 2 käivitamiskatset (k.a reaktiivita) — vajadusel täiendavad tõendamiselemendid
Punktis 10.4 sätestatud esimese taseme meeldetuletussüsteemi käivitumine	— 2 käivitamiskatset (k.a reaktiivita) — vajadusel täiendavad tõendamiselemendid — 1 pöördemomendi vähendamise katse
Punktis 10.4.6 sätestatud teise taseme meeldetuletussüsteemi käivitumine	— 2 käivitamiskatset (k.a reaktiivita) — vajadusel täiendavad tõendamiselemendid

Joonis 4.3

Eelnevalt tõendatud NCD mootoritüüpkonna nõuetele vastavus



▼M1

10.3. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamine

10.3.1. Hoiatussüsteemi aktiveerumise nõuetele vastavust tõendatakse kahe katsega: reaktiivi puudumisega ja ühe punktides 7–9 nimetatud veakategooriaga.

10.3.2. Katsetatavate tõrgete valik

10.3.2.1. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamiseks reaktiivi vale kvaliteedi korral valitakse reaktiiv, mille toimeainet on lahjendatud vähemalt nii palju, kui tootja on lahjendusena teatanud vastavalt punkti 7 nõuetele.

10.3.2.2. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamiseks rikete korral, mille põhjuseks on omavolilised muudatused ning mis on määratletud punktis 9, tehakse valik vastavalt järgmistele nõuetele.

10.3.2.2.1. Tootja esitab tüübikinnitusasutusele võimalike rikete loetelu.

10.3.2.2.2. Tüübikinnitusasutus valib punktis 10.3.2.2.1 osutatud loetelust rikke, mida katsetel kontrollida.

10.3.3. Tõendamine

10.3.3.1. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamiseks tehakse eraldi katse iga punktis 10.3.1 nimetatud rikke jaoks.

10.3.3.2. Katse käigus ei tohi esineda ühtegi muud riket peale katse käigus käsitletava rikke.

10.3.3.3. Enne katse alustamist tuleb kustutada kõik diagnostika veakoodid.

10.3.3.4. Tootja soovil ja tüübikinnitusasutuse nõusolekul võib katsetatavaid rikkeid simuleerida.

10.3.3.5. Muude rikete kui reaktiivi puudumise kindlaks tegemine

Muude rikete puhul kui reaktiivi puudumine tuleb rike, kui see on esile kutsutud või selle olemasolu simuleeritud, tuvastada järgmiselt.

10.3.3.5.1. NCD-süsteem reageerib tüübikinnitusasutuse valitud rikke esilekutsumise peale vastavalt käesoleva liite sätetele. Reageerimine on tõendatud, kui see toimub kahe järjestikuse NCD katsetsükli käigus vastavalt punktile 10.3.3.7.

Kui seire kirjelduses on määratletud ja tüübikinnitusasutus on kinnitanud, et konkreetne seireseade vajab seire lõpetamiseks rohkem kui kahte NCD katsetsüklit, võidakse NCD katsetsüklite arvu suurendada kolme tsüklini.

Tõendamiskatses võib individuaalsed NCD katsetsüklid eraldada mootori väljalülitamisega. Käivituste vahele jääva pausi pikkuse leidmisel võetakse arvesse seiret, mis võib toimuda pärast mootori väljalülitamist, ning mis tahes seireks vajalikke tingimusi, mis peavad valitsema mootori järgmise käivitamise ajal.

▼**M1**

10.3.3.5.2. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamine loetakse õnnestunuks, kui iga punktis 10.3.2.1 sätestatud näidiskatse järel aktiveerus hoiatussüsteem nõuetekohaselt ja iga valitud rikke diagnostika veakood (DTC) on saanud oleku „kinnitatud ja aktiivne“.

10.3.3.6. Reaktiivi puudumise kindlaks tegemine

Näitamaks, et hoiatussüsteem käivitub reaktiivi puudumise korral, käitatakse mootorit ühe või enama NCD katsetsükli jooksul tootja omal valikul.

10.3.3.6.1. Talitluse tõendamise alustamisel peab reaktiivi tase reaktiivipaagis olema tootja ja tüübikinnitusasutuse poolt kokku lepitud tasemel, kuid mitte alla 10 % reaktiivipaagi nimimahust.

10.3.3.6.2. Hoiatussüsteemi talitlus loetakse nõuetele vastavaks, kui samaaegselt on täidetud järgmised tingimused:

a) hoiatussüsteem käivitus reaktiivi kogusega, mis moodustab vähemalt 10 % reaktiivipaagi mahust; ja

b) pidev hoiatussüsteem käivitus reaktiivi kogusega, mis on tootja poolt kinnitatud väärtusest suurem või sellega võrdeline vastavalt punktis 6 määratletud sätetele.

10.3.3.7. NCD katsetsükkel

10.3.3.7.1. Punktis 10 kirjeldatud NCD katsetsükkel NCD-süsteemi korrektse talituse tõendamiseks on kuumkäivitusega NRTC tsükkel (maanteeväline siirdetsükkel) mootori alamkategooriate NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 NRE-v-6 puhul ja kohaldatav NRSC kõigi teiste kategooriate puhul.

10.3.3.7.2. Tootja taotlusel ja tüübikinnitusasutuse heakskiidul võib kasutada konkreetse seireseadme korral alternatiivset NCD-katsetsüklit (näiteks muu kui NTRC või NRSC). Taotlus peab sisaldama elemente (tehnilised kaalutlused, simulatsioon, katsetulemused jne), mis tõendavad, et:

a) taotletava katsetsükli tulemused seireseadmes, mida kasutatakse reaalsetes käitamistingimustes, ja

b) punkti 10.3.3.7.1 kohane NCD katsetsükkel on kõnealuse seire jaoks vähem sobiv.

10.3.4. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamine loetakse õnnestunuks, kui iga punkti 10.3.3 kohase näidiskatse järel aktiveerus hoiatussüsteem nõuetekohaselt.

10.4. Meeldetuletussüsteemi talitluse tõendamine

10.4.1. Meeldetuletussüsteemi talitluse tõendamiseks tehakse katsed mootori katsestendil.

10.4.1.1. Kõik katsete tegemiseks vajalikud osad või allsüsteemid, mis ei ole füüsiliselt mootori külge monteeritud, näiteks (loetelu ei ole ammendav) ümbritseva temperatuuri sensorid, tasemesensorid ning käitaja hoiatus- ja infosüsteemid, tuleb katse jaoks mootoriga ühendada või simuleerida tüübikinnitusasutusele veenva tõenduse andmiseks.

▼**M1**

10.4.1.2. Tootja soovil ja tüübikinnitusasutuse nõusolekul võib näidiskatsed teha komplekteeritud väljaspool teid kasutataval liikurmasinal või seadmel, paigaldades väljaspool teid kasutatava liikurmasina sobivale katsesüsteemile või olenemata punktist 10.4.1, sõites kontrollitud tingimustes katserajal.

10.4.2. Katses tõendatakse meeldetuletussüsteemi käivitumist reaktiivi puudumise ning ühe punktis 7, 8 või 9 kirjeldatud rikke korral.

10.4.3. Tõendamise jaoks:

a) valib tüübikinnitusasutus lisaks reaktiivi puudumisele veel ühe punktides 7, 8 või 9 kirjeldatud rikke, mida kasutati eelnevalt hoiatussüsteemi toimimise tõendamiseks;

b) lubatakse tootjal tüübikinnitusasutuse nõusolekul kiirendada katset simuleerides teatud töötundide arvu saavutamist;

c) võib esimese taseme meeldetuletussüsteemi puhul vajalikku pöördemomendi vähendamist simuleerida samaaegselt mootori talitluse üldise tüübikinnitusmenetluse läbiviimisega vastavalt käesolevale eeskirjale. Pöördemomenti ei ole meeldetuletussüsteemi talitluse tõendamise käigus sel juhul vaja eraldi mõõta;

d) tõendatakse teise taseme meeldetuletussüsteemi vastavalt punkti 10.4.6 nõuetele.

10.4.4. Lisaks peab tootja tõendama meeldetuletussüsteemi käivitumist nende punktides 7, 8 ja 9 kirjeldatud rikketingimuste korral mida ei valitud punktides 10.4.1–10.4.3 kirjeldatud näidiskatsete tegemiseks.

Nende täiendavate tõendamiskatsete jaoks võib esitada tüübikinnitusasutusele tehnilise uuringu, kasutades tõendina näiteks algoritme, funktsionaalseid analüüse ja eelmiste katsete tulemusi.

10.4.4.1. Need täiendavad tõendamiskatsed peavad eeskätt tõendama tüübikinnitusasutusele veenvalt, et mootori elektrooniline kontrollplokk kasutab nõuetekohast pöördemomendi vähendamise mehhanismi.

10.4.5. Esimese taseme meeldetuletussüsteemi tõendamine

10.4.5.1. Tõendamiskatse algab, kui hoiatussüsteem või vajaduse korral pidev hoiatussüsteem aktiveerub tüübikinnitusasutuse poolt valitud rikke tuvastamise tagajärjel.

10.4.5.2. Kui katsetatakse süsteemi reaktsiooni reaktiivi puudumisele reaktiivipaagis, tuleb mootorit käitada, kuni reaktiivi tase on langenud 2,5 protsendini reaktiivipaagi nimimahust või tootja poolt kinnitatud tasemeni vastavalt punktis 6.3.1 määratletud nõuetele, millel esimese taseme meeldetuletussüsteem töötama peab.

10.4.5.2.1. Tüübikinnitusasutuse nõusolekul võib tootja simuleerida pidevat tööd, eemaldades reaktiivipaagist reaktiivi kas mootori töötamise ajal või seisuajal.

▼M1

10.4.5.3. Kui kontrollitakse süsteemi reaktsiooni mõnele muule tõrkele peale reaktiivi puudumise reaktiivipaagis, tuleb mootorit käitada vastava arvu töötundide jooksul, mis on märgitud tabelis 4.3, või tootja äranägemisel seni, kuni asjaomane loendur jõuab väärtuseni, mille puhul esimese taseme meeldetuletussüsteem aktiveerub.

10.4.5.4. Esimese taseme meeldetuletussüsteemi talitluse tõendamine loetakse õnnestunuks, kui iga vastavalt punktidele 10.4.5.2 ja 10.4.5.3 tehtud näidiskatse lõppedes on tootja tüübikinnitusasutusele tõendanud, et mootori elektrooniline kontrollplokk aktiveeris pöördemomendi vähendamise mehhanismi.

10.4.6. Teise taseme meeldetuletussüsteemi tõendamiskatse

10.4.6.1. Tõendamiskatse algab tingimuses, kus esimese taseme meeldetuletussüsteem on eelnevalt käivitunud, ning katse võib sooritada esimese taseme meeldetuletussüsteemi tõendamiskatse jätkuna.

10.4.6.2. Kui katsetatakse süsteemi reaktsiooni reaktiivi puudumisele reaktiivipaagis, peab mootor töötama seni, kuni reaktiivipaak on tühi või reaktiivi tase on langenud tasemeni alla 2,5 % reaktiivipaagi nimimahust, mille korral tootja kinnitusel aktiveerub teise taseme meeldetuletussüsteem.

10.4.6.2.1. Tüübikinnitusasutuse nõusolekul võib tootja simuleerida pidevat tööd, eemaldades reaktiivipaagist reaktiivi kas mootori töötamise ajal või seisuajal.

10.4.6.3. Kui kontrollitakse süsteemi reaktsiooni mõnele muule tõrkele peale reaktiivi puudumise reaktiivipaagis, tuleb mootorit käitada vastava arvu töötundide jooksul, mis on märgitud tabelis 4.4, või tootja äranägemisel seni, kuni asjaomane loendur jõuab väärtuseni, mille puhul teise taseme meeldetuletussüsteem aktiveerub.

10.4.6.4. Teise taseme meeldetuletussüsteemi talitluse tõendamist loetakse õnnestunuks, kui iga vastavalt punktidele 10.4.6.2 ja 10.4.6.3 läbi viidud näidiskatse lõppedes on tootja tüübikinnitusasutusele tõendanud, et käesolevas liites käsitletav teise astme meeldetuletussüsteem aktiveerus.

10.4.7. Alternatiivina võib tootja soovil ja tüübikinnitusasutuse nõusolekul teha meeldetuletussüsteemide tõendamised komplekteeritud väljaspool teid kasutataval liikurmasinal vastavalt punktis 5.4 ja 10.4.1.2 määratletud nõuetele, paigaldades väljaspool teid kasutatava liikurmasina sobivale katsesüsteemile või sõites kontrollitud tingimustes katserajal.

10.4.7.1. Väljaspool teid kasutatavat liikurmasinat käitatakse seni, kuni valitud rikkega seostuv loendur saavutab tabelis 4.4 määratletud vajaliku töötundide arvu või kuni reaktiivipaak on tühi või reaktiivi tase on alla 2,5 % reaktiivipaagi nimimahust, mille korral on tootja otsustanud käivitada teise taseme meeldetuletussüsteemi.

11. **Käitaja hoiatus- ja meeldetuletussüsteemi aktiveerimise ja deaktiveerimise mehhanismide kirjeldus**

11.1. Lisaks käesoleva liite nõuetele seoses hoiatus- ja meeldetuletussüsteemi aktiveerimise ja deaktiveerimise mehhanismidega on käesolevas punktis 11 määratletud tehnilised nõuded nimetatud aktiveerimise ja deaktiveerimise mehhanismide rakendamiseks.

▼M1

11.2. Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerimise ja deaktiveerimise mehhanismid

11.2.1. Käitaja hoiatussüsteem aktiveeritakse, kui diagnostika veakood (DTC), mis on seotud NO_x kontrolli rikkega (NCM), mis nõuab süsteemi aktiveerimist, on tabelis 4.2 määratletud olekus.

Tabel 4.2

Käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumine

Rikke tüüp	Diagnostika veakoodi olek hoiatussüsteemi aktiveerumiseks
Halb reaktiivi kvaliteet	kinnitatud ja aktiivne
Doseerimise katkestus	kinnitatud ja aktiivne
Takistatud heitgaasitagastusklapp	kinnitatud ja aktiivne
Seiresüsteemi rike	kinnitatud ja aktiivne
NO_x künnis, vajaduse korral	kinnitatud ja aktiivne

11.2.2. Käitaja hoiatussüsteem deaktiveeritakse, kui diagnostikasüsteem teeb järelduse, et hoiatuse põhjustanud riket pole enam, või kui süsteemi aktiveerumise põhjustanud teave, kaasa arvatud rikete kohta käivad diagnostika veakoodid (DTC), kustutatakse skanneriga.

11.2.2.1. Nõuded NO_x kontrolli teabe kustutamiseks

11.2.2.1.1. NO_x kontrolli teabe kustutamine/lähtestamine skanneri abil

Skanneri pöördumise korral kustutatakse arvutimälust või lähtestatakse käesolevas liites nimetatud väärtuseni järgmised andmed (vt tabel 4.3).

Tabel 4.3

NO_x kontrolli teabe kustutamine/lähtestamine skanneri abil

NO_x-kontrolli teave	Kustutatav	Lähtestatav
Kõik diagnostika veakoodid (DTCd)	X	
Suurima mootori töötundide arvuga loenduri väärtus		X
Mootori töötundide arv NCD loenduri(te)st		X

11.2.2.1.2. NO_x kontrolli teave ei tohi kustuda, kui katkeb ühendus väljaspool teid kasutatava liikurmasina aku(de)ga.

11.2.2.1.3. NO_x kontrolli teabe kustutamine on võimalik ainult seisva mootoriga.

▼**M1**

11.2.2.1.4. Kui NO_x kontrolli teave, sealhulgas diagnostika veakoodid (DTC) kustutatakse, ei tohi ühtegi nende riketega seotud ja käesolevas liites kirjeldatud loenduri näitu kustutada, vaid need tuleb lähtestada käesoleva liite vastavates punktides määratletud väärtusteni.

11.3. Käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerimise ja deaktiveerimise mehhanism

11.3.1. Käitaja meeldetuletussüsteem aktiveeritakse, kui hoiatussüsteem on aktiivne ja kui loendur, mis on seotud süsteemi aktiveerimist nõudva NCM-tüübiga, on saavutanud tabelis 4.4 määratletud väärtuse.

11.3.2. Käitaja meeldetuletussüsteem deaktiveeritakse, kui süsteem ei tuvasta enam süsteemi aktiveerumist põhjustanud riket või kui süsteemi aktiveerumist põhjustanud teave, sealhulgas NO_x kontrolli rikkega (NCM) seotud diagnostika veakoodid (DTC), on kustutatud skanneri või hooldustööriista abil.

11.3.3. Käitaja hoiatus- ja meeldetuletussüsteemid aktiveeruvad ja deaktiveeruvad vastavalt punkti 6 sätetele kohe pärast reaktiivi koguse hindamist reaktiivipaagis. Sel juhul ei sõltu aktiveerimis- või deaktiveerimismehhanismid mitte ühegi nendega seotud diagnostika veakoodi olekust.

11.4. Loenduri mehhanism

11.4.1. Üldine teave

11.4.1.1. Et süsteem vastaks käesolevas liites sätestatud nõuetele, peab süsteemis olema vähemalt 4 loendurit, mis registreerivad mootori töötunde, mille jooksul süsteem on tuvastanud järgmisi rikkeid:

a) vale reaktiivi kvaliteet;

b) reaktiivi doseerimise katkemine;

c) takistatud heitgaasitagastusklapp;

d) NCD-süsteemi rike vastavalt punkti 9.1 alapunktile b.

11.4.1.1.1. Tootja võib omal valikul kasutada üht või enamat loendurit, et rühmitada punktis 11.4.1.1 nimetatud rikkeid.

11.4.1.2. Iga loendur peab loendama kuni suurima väärtuseni, mis on võimalik 2-baidises loenduris 1-tunnise resolutsiooniga, ning säilitama seda väärtust kuni loenduri nullimist võimaldavate tingimuste saabumiseni.

11.4.1.3. Tootja võib kasutada üht või mitut NCD-süsteemi loendurit. Üks loendur võib koondada kahe või enama selle loenduri tüübi jaoks asjaomase erineva rikkega läbitud töötundide arvu, kui ükski neist riketest ei ole saavutanud ühe loenduri näidule vastavat aega.

11.4.1.3.1. Kui tootja otsustab kasutada mitut NCD-süsteemi loendurit, peab süsteem suutma määrata kindla seiresüsteemi loenduri iga rikke jaoks, mis on vastavalt käesolevale liitele kõnealuse loenduri jaoks asjakohane.

▼M1

11.4.2. Loenduri mehhanismi tööpõhimõte

11.4.2.1. Iga loendur peab töötama järgmiselt.

11.4.2.1.1. Loendur alustab loendamist nullist ja hakkab loendama niipea, kui selle loenduri jaoks asjakohane rike on tuvastatud ja vastavale diagnostika veakoodile (DTC) on antud tabelis 4.2 kirjeldatud olek.

11.4.2.1.2. Korduva rikke korral tuleb tootja valikul kohaldada üht järgmistest sätetest.

a) Kui aset leiab üks seiresündmus ning loenduri esialgselt käivitanud riket enam ei tuvastata või kui rike on kustutatud skanneri või hooldustööriista abil, peab loendur loendamise peatama ja hetkel näidatavat väärtust hoidma. Kui loendur lõpetab loendamise sel ajal, kui teise taseme meeldetuletussüsteem on aktiivne, peab loenduri näit peatuma tabelis 4.4 esitatud väärtusel või väärtusel, mis on suurem või võrdne loenduri näiduga teise taseme meeldetuletussüsteemi käivitamise hetkel, millest tuleb lahutada 30 minutit;

b) loenduri näit tuleb peatada tabelis 4.4 määratletud väärtusel või väärtusel, mis on suurem või võrdne loenduri näiduga teise taseme meeldetuletussüsteemi käivitamise hetkel, millest tuleb lahutada 30 minutit.

11.4.2.1.3. Üheainsa seiresüsteemi loenduri puhul peab see loendur jätkama loendamist, kui on tuvastatud antud loenduri jaoks asjaomane NO_x-kontrolli rike ja sellele vastaval diagnostika veakoodil (DTC) on olek „kinnitatud ja aktiivne“. Loendur peab peatuma ja hoidma üht punktis 11.4.2.1.2 määratletud väärtust, kui ei tuvastata ühtegi NOx-kontrolli riket, mis õigustaks loenduri käivitamist või kui kõik antud loenduri jaoks asjaomased rikked on kustutatud skanneri või hooldustööriista abil.

Tabel 4.4

Loendurid ja meeldetuletus

	Diagnostika veakoodi olek loenduri esimese aktiveerimise korral	Loenduri näit esimese taseme meeldetuletuse jaoks	Loenduri näit teise taseme meeldetuletuse jaoks	Loenduri talletatud peatatud näit
Reaktiivi kvaliteedi loendur	kinnitatud ja aktiivne	≤ 10 tundi	≤ 20 tundi	≥ 90 % loenduri näidust teise taseme meeldetuletuse jaoks
Doseerimisloendur	kinnitatud ja aktiivne	≤ 10 tundi	≤ 20 tundi	≥ 90 % loenduri näidust teise taseme meeldetuletuse jaoks
Heitgaasitagastusklapi loendur	kinnitatud ja aktiivne	≤ 36 tundi	≤ 100 tundi	≥ 95 % loenduri näidust teise taseme meeldetuletuse jaoks
Seiresüsteemi loendur	kinnitatud ja aktiivne	≤ 36 tundi	≤ 100 tundi	≥ 95 % loenduri näidust teise taseme meeldetuletuse jaoks
NOx künnis, vajaduse korral	kinnitatud ja aktiivne	≤ 10 tundi	≤ 20 tundi	≥ 90 % loenduri näidust teise taseme meeldetuletuse jaoks

11.4.2.1.4. Kui loenduri näit on peatatud, nullitakse loendur, kui sellele loenduri asjaomased seiresüsteemid on töötanud vähemalt ühe korra kuni oma seiretsükli lõpuni ilma riket tuvastamata ja 40 mootori töötunni

▼M1

jooksul ei ole tuvastatud ühtegi sellele loendurile asjaomast riket pärast viimast korda, kui loenduri näit peatati (vt joonis 4.4).

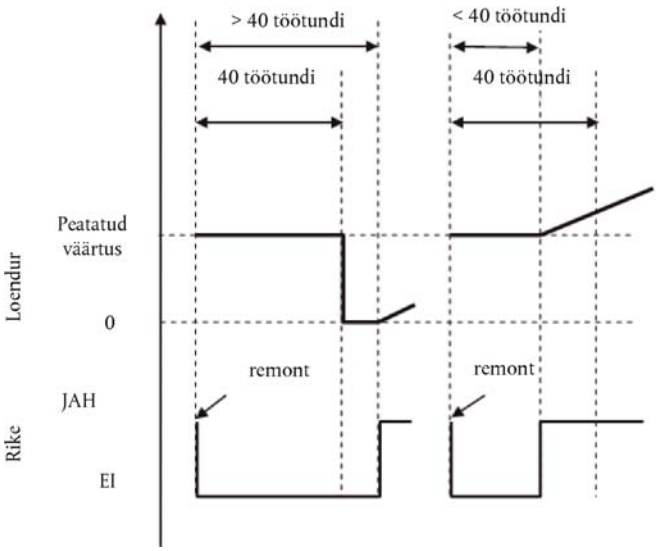
11.4.2.1.5. Kui loenduriga seotud rike avastatakse ajal, mil loenduri näit on peatatud, peab loendur jätkama loendamist näidust, millel ta peatus (vt joonis 4.4).

12. **Aktiveerimise ja deaktiveerimise ning loenduri mehhanismide skeem**

12.1. Käesolevas 12. punktis on esitatud aktiveerimise ja inaktiveerimise ning loenduri mehhanismide skeemid tüüpiliste juhtude puhul. Punktides 12.2, 12.3 ja 12.4 olevad joonised ja kirjeldused on esitatud käesoleva liite illustreerimiseks ning neile ei tohi viidata kui näidetele käesoleva määruse nõuete kohta ega kui lõplikele väidetele asjaomaste protsesside kohta. Joonistel 4.6 ja 4.7 esitatud loenduri tunnid viitavad tabelis 4.4 esitatud teise taseme meeldetuletussüsteemi maksimaalsetele väärtustele. Lihtsustamise eesmärgil ei ole esitatud skeemidel mainitud näiteks asjaolu, et sel ajal, kui meeldetuletussüsteem on aktiivne, on aktiivne ka hoiatussüsteem.

Joonis 4.4

Loenduri taaskäivitamine ja nullimine pärast perioodi, mil loenduri näit oli peatatud



12.2. Joonis 4.5 näitab aktiveerimise ja deaktiveerimise mehhanismide tööd sel ajal, kui seiresüsteem jälgib reaktiivi olemasolu neljal juhtumil.

a) Kasutamise juhtum 1: käitaja käitab väljaspool teid kasutatavat liikurmasinat hoiatusest hoolimata edasi, kuni väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutamine blokeeritakse;

▼**M1**

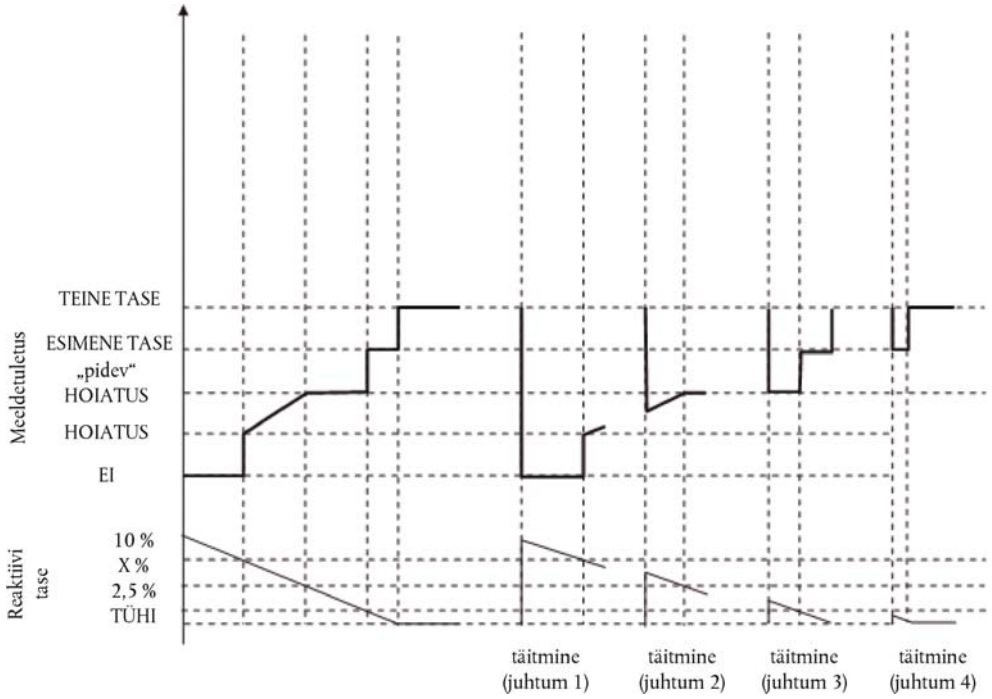
b) tankimise juhtum 1 („piisav tankimine“): käitaja tangib ja täidab reaktiivipaagi üle 10 % piiri. Hoiatus- ja meeldetuletussüsteem deaktiveeritakse;

c) tankimise juhtumid 2 ja 3 („ebapiisav tankimine“): hoiatussüsteem aktiveerub. Hoiatuse tase sõltub olemasolevast reaktiivihulgast;

d) tankimise juhtum 4 („väga ebapiisav tankimine“): esimese taseme meeldetuletussüsteem aktiveeritakse kohe.

Joonis 4.5

Reaktiivi olemasolu



12.3. Joonis 4.6 näitab kolme juhtumit reaktiivi vale kvaliteediga.

a) Kasutamise juhtum 1: käitaja käitab väljaspool teid kasutatavat liikurmasinat hoiatusest hoolimata edasi, kuni väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutamine blokeeritakse;

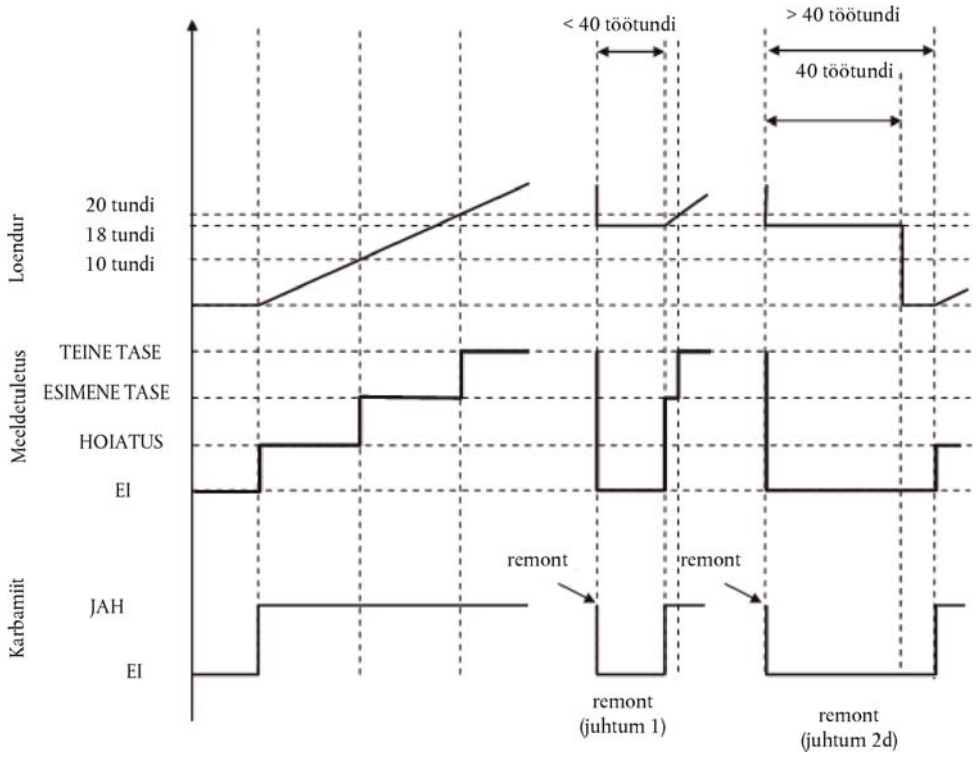
b) remondi juhtum 1 (halb või ebaaus remont): pärast väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutamise blokeerumist muudab käitaja reaktiivi kvaliteeti, kuid varsti pärast seda vahetab ta reaktiivi uuesti halvema kvaliteediga reaktiivi vastu. Meeldetuletussüsteem taasaktiveeritakse kohe ja väljaspool teid kasutatav liikurmasin lülitatakse mootori 2 töötunni järel välja;

▼M1

c) remondi juhtum 2 (hea remont): pärast väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutamise blokeerumist parandab käitaja reaktiivi kvaliteeti. Sellegipoolest tangib käitaja mõne aja pärast uuesti madala kvaliteediga reaktiivi. Hoiatus-, meeldetuletus- ja loenduri protsessid alustavad nullist.

Joonis 4.6

Tankimine halva kvaliteediga reaktiiviga



12.4. Joonis 4.7 näitab karbamiidi doseerimise süsteemi rikke kolme juhtumit. Samuti näitab joonis protsessi, mis rakendub punktis 9 kirjeldatud seiresüsteemi rikete korral.

a) Kasutamise juhtum 1: käitaja käitab väljaspool teid kasutatavat liikurmasinat hoiatusest hoolimata edasi, kuni väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutamine blokeeritakse;

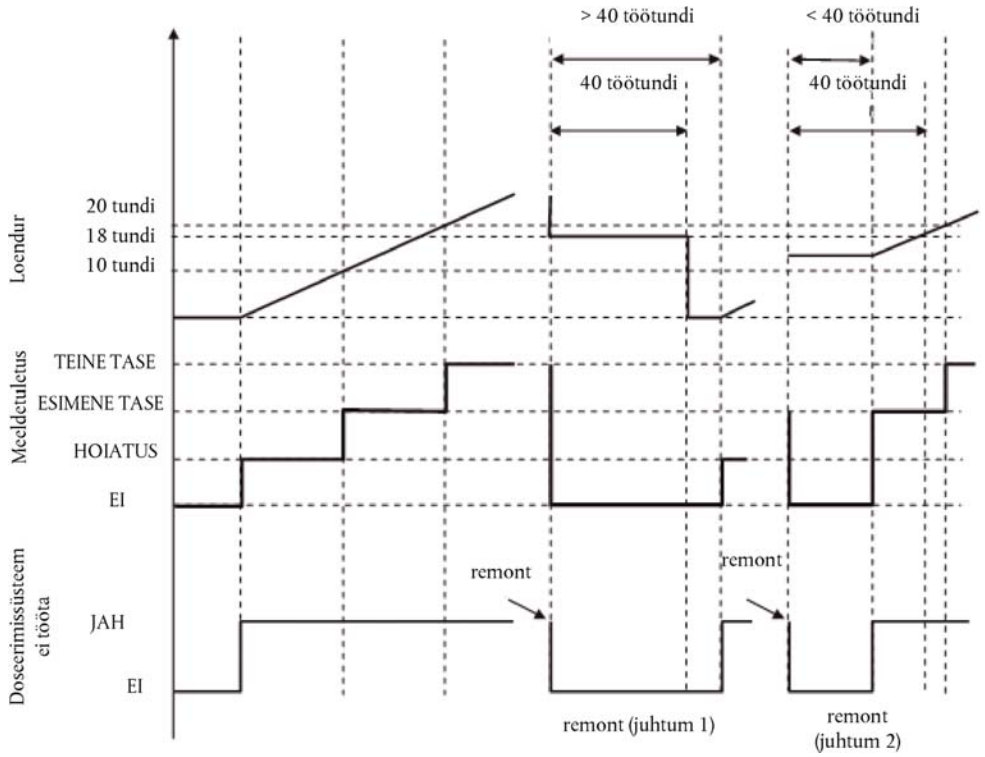
b) remondi juhtum 1 (hea remont): pärast väljaspool teid kasutatava liikurmasina kasutamise blokeerumist remondib käitaja doseerimissüsteemi. Mõne aja möödudes aga esineb doseerimissüsteemis uuesti tõrge. Hoiatus-, meeldetuletus- ja loenduri protsessid alustavad nullist;

c) remondi juhtum 2 (halb remont): käitaja remondib doseerimissüsteemi esimese taseme meeldetuletuse ajal (pöördemomendi vähendamine). Varsti pärast seda aga esineb doseerimissüsteemis uuesti tõrge. Esimese taseme meeldetuletussüsteem aktiveeritakse kohe ja loendur alustab loendamist väärtusest, mida loendur näitas remontimise hetkel.

▼M1

Joonis 4.7

Reaktiivi doseerimise süsteemi tõrge



13. **Reaktiivi minimaalse lubatud kontsentratsiooni CD_{min} tõendamine**

13.1. Tootja peab ELi tüübikinnituse andmise käigus tõendama reaktiivi minimaalse lubatud kontsentratsiooni õiget väärtust CD_{min} viies läbi NRTC kuumkäivituse alamkategooriate NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5, NRE-v-6 mootorite puhul ja kohaldatava NRSC kõigi teiste kategooriate puhul, kasutades reaktiivi, mille kontsentratsioon on CD_{min}.

13.2. Tõendamiskatses peab lähtuma vastava(te)st NCD-tsükli(te)st või tootja määratud eelkonditsioneerimistsüklist, võimaldades suletud ahelaga NO_x-kontrolli süsteemil kohanduda reaktiivi kvaliteediga, mille kontsentratsioon on CD_{min}.

13.3. Tõendamiskatses saadud saasteainete heitkogused peavad olema väiksemad, kui punktis 7.1.1 sätestatud NO_x piirnormid.

▼M1

2. liide

NO_x kontrollimeetmete tehnilised lisanõuded IWP-, IWA- ja RLR-kategooria mootorite puhul, sealhulgas nende strateegiate tõendamise meetod

1. **Sissejuhatus**

Käesolevas liites on sätestatud lisanõuded NO_x kontrollimeetmete nõuetekohase toimimise tagamiseks IWP-, IWA- ja RLR-kategooria mootorite puhul.

2. **Üldnõuded**

1. liite nõudeid kohaldatakse lisaks käesoleva liite kohaldamisalasse kuuluvate mootorite suhtes.

3. **1. liite nõuete erandid**

Turvaprobleemide arvessevõtmiseks ei kohaldata käesoleva liite kohaldamisalasse kuuluvate mootorite suhtes 1. liites nõutud meeldetuletussüsteeme. Seega ei kohaldata järgmisi 1. liite punkte: 2.3.3.2, 5, 6.3, 7.3, 8.4, 9.4, 10.4 ja 11.3.

4. **Nõue mootori töötamise intsidentide salvestamiseks, mil reaktiivi sissepritse on ebapiisav või reaktiivi kvaliteet on ebapiisav**

4.1. Pardaarvuti peab registreerima säilmälus või loendurites mootori töötamise kõikide intsidentide arvu ja kestuse, mille puhul on tegemist reaktiivi ebapiisava sissepritse või reaktiivi ebapiisava kvaliteediga sellisel viisil, et teavet ei saaks tahtlikult kustutada.

Riiklikud kontrolliasutused peavad saama neid kirjeid skanneriga lugeda.

4.2. Punkti 4.1 kohaselt mälus registreeritud intsidendi kestus algab, kui reaktiivipaak saab tühjaks (st kui doseerimissüsteem ei saa paagist reaktiivi juurde võtta) või mis tahes protsendimäära juures alla 2,5 % paagi nimimahust tootja äranägemisel.

4.3. Muude kui punktis 4.1.1 nimetatud intsidentide puhul algab punkti 4.1 kohaselt mälus registreeritud intsidendi kestus, kui vastav loendur saavutab 1. liite tabelis 4.4 esitatud teise taseme meeldetuletussüsteemi aktiveerimise väärtuse.

4.4. Punkti 4.1 kohaselt mälus registreeritud intsidendi kestus lõpeb, kui intsidendi põhjused on kõrvaldatud.

4.5. Tõendamisel 1. liite punkti 10 nõuete kohaselt asendatakse kõnealuse liite punkti 10.1 alapunktis c ja vastavas tabelis 4.1 esitatud teise taseme meeldetuletussüsteemi talitluse tõendamine reaktiivi ebapiisava sissepritse või reaktiivi ebapiisava kvaliteediga seotud mootori töö intsidendi salvestamise tõendamisega.

Sel juhul kohaldatakse 1. liite punkti 10.4.1 nõudeid ja tootjal lubatakse tüübikinnitusasutuse nõusolekul kiirendada katset simuleerides teatud töötundide arvu saavutamist.

▼M1

3. liide

RLL-kategooria mootorite NO_x kontrollimeetmete suhtes kehtivad tehnilised lisanõuded

1. **Sissejuhatus**

Käesolevas liites on sätestatud lisanõuded NO_x kontrollimeetmete nõuetekohase toimimise tagamiseks RLL-kategooria mootorite puhul. See hõlmab nõudeid mootorite kohta, mis kasutavad heidete vähendamiseks reaktiive. ELi tüübikinnituse tingimuseks on see, et kohaldatakse käesolevas liites esitatud asjakohaseid sätteid, mis käsitlevad käitajale antavaid juhendeid, installeerimisdokumente ja käitaja hoiatussüsteemi.

2. **Nõutav teave**

2.1. Tootja esitab haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisa A osa punkti 1.5 kohaselt NO_x kontrollimeetmete talituslikke kasutusomadusi ammendavalt kirjeldava teabe.

2.2. Kui heitekontrollisüsteem vajab reaktiivi, peab tootja haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisa 3. liites sätestatud teabedokumendis täpsustama ka reaktiivi omadused, kaasa arvatud reaktiivi tüüp, teave kontsentratsiooni kohta, kui reaktiiv on lahuses, ja töötemperatuuri tingimused, ning esitama koostise ja kvaliteedi kohta viited rahvusvahelistele standarditele.

3. **Reaktiivi olemasolu ja käitaja hoiatussüsteem**

Reaktiivi kasutamisel on ELi tüübikinnituse saamise eelduseks, et väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate konfiguratsioonist lähtuvalt teavitatakse juhti indikaatorite või muude sobivate vahendite kaudu järgmistest asjaoludest:

a) allesoleva reaktiivi hulgast reaktiivimahutis ning täiendava kindla signaaliga olukorrast, kui reaktiivi on alles vähem kui 10 % mahuti täismahust;

b) kui reaktiivimahuti on tühi või peaaegu tühi;

c) kui mahutis olev reaktiiv ei vasta paigaldatud analüüsivahendite kohaselt haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisa 3. liites sätestatud teabedokumendis nimetatud omadustele;

d) kui reaktiivi doseerimine katkeb, kuid seda ei põhjusta mootori elektrooniline kontrollplokk ega doseerimise regulaator, vaid see on mootori töötingimustega seotud reaktsioon, kui doseerimine ei ole vajalik, eeldusel et need töötingimused tehakse tüübikinnitusasutustele kättesaadavaks.

4. **Reaktiivi kvaliteet**

Tootja valikul tagatakse reaktiivi vastavus nimetatud omadustele ning asjaomase NO_x heite vastavus lubatud hälbele ühega järgmistest vahenditest:

a) otseste vahenditega, näiteks kasutades reaktiivi kvaliteedi sensorit;

▼**M1**

b) kaudsete vahenditega, näiteks kasutades reaktiivi tõhususe hindamiseks heitgaasides NO_x sensorit;

c) mis tahes teiste vahenditega, eeldusel et nende tõhusus on vähemalt võrdne punktis a või b nimetatud meetmete kasutamise tulemusega ning käesolevas punktis 4 nimetatud peamised nõuded on täidetud.

▼M1

4. liide

Tahkete osakeste kontrollimeetmeid käsitlevad tehnilised nõuded, sealhulgas nende meetmete tõendamise meetod

1. **Sissejuhatus**

Käesolevas liites on sätestatud nõuded tahkete osakeste kontrollimeetmete nõuetekohase toimimise tagamiseks.

2. **Üldnõuded**

Mootorile tuleb paigaldada tahkete osakeste kontrolli diagnostikasüsteem (PCD-süsteem), mis suudab kindlaks teha käesolevas lisas käsitletud osakeste järeltöötlussüsteemi kontrolli rikked. Kõik käesoleva punktiga 2 hõlmatud mootorid peavad olema projekteeritud, ehitatud ja paigaldatud nii, et nad vastaksid neile nõuetele mootori kogu tavapärase kasutusaja jooksul tavapäraste kasutustingimuste korral. Selle eesmärgi saavutamiseks on vastuvõetav, et mootorite puhul, mis on olnud kasutusel üle määruse (EL) 2016/1628 V lisas määratletud heite püsimisaja, võib esineda PCD-süsteemi töö ja tundlikkuse mõningast halvenemist.

2.1. Nõutav teave

2.1.1. Kui heitekontrollisüsteem vajab reaktiivi, nt kütusele lisatud katalüsaatorit, peab tootja haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 I lisa 3. liites sätestatud teabedokumendis täpsustama ka reaktiivi omadused, kaasa arvatud reaktiivi tüüp, teave kontsentratsiooni kohta, kui reaktiiv on lahuses, ja töötemperatuuri tingimused, ning esitama koostise ja kvaliteedi kohta viited rahvusvahelistele standarditele.

2.1.2. Tüübikinnitusasutusele esitatakse ELI tüübikinnituse ajal üksikasjalikud kirjalikud andmed, mis sisaldavad punkti 4 kohase käitaja hoiatussüsteemi töökarakteristikute täielikku kirjeldust.

2.1.3. Tootja esitab paigalduse kohta dokumendid, millega tagatakse, et kui algseadme valmistaja neid kasutab, siis toimib väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale paigaldatud mootor, mis sisaldab tüübikinnituse saanud mootori või mootoritüüpkonna osana heitekontrollisüsteemi, koostöös vajalike masina osadega sellisel viisil, mis vastab käesoleva lisa nõuetele. Nimetatud dokumendid sisaldavad üksikasjalikke tehnilisi nõudeid ja sätteid mootori kohta (tarkvara, riistvara ja teabeedastus), mis on vajalikud mootori korrektseks paigaldamiseks väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale.

2.2. Töötingimused

2.2.1. PCD-süsteem töötab järgmistel tingimustel:

a) ümbritseva keskkonna temperatuur on vahemikus 266 K–308 K (– 7 °C–35 °C);

b) kõrgusel alla 1 600 m;

c) mootori jahutusvedeliku temperatuuril üle 343 K (70 °C).

2.3. Diagnostilised nõuded

2.3.1. PCD-süsteem peab arvutimälusse salvestatud diagnostika veakoodide (PCM) abil avastama käesolevas lisas käsitletud diagnostika veakoodid (DTCd) ja nõudmise korral edastama selle teabe välisele seadmele.

▼M1

2.3.2. Nõuded diagnostika veakoodide (DTCde) salvestamisele

2.3.2.1. PCD-süsteem salvestab diagnostika veakoodi iga erineva PCMi puhul.

2.3.2.2. PCD-süsteem otsustab tabelis 4.5 osutatud mootori tööaja perioodide jooksul, kas rikkeid esineb. Sel ajal salvestatakse „kinnitatud ja aktiivne“ DTC ning punktis 4 nimetatud hoiatussüsteem aktiveeritakse.

2.3.2.3. Teatud juhtudel, kui seireseadmed vajavad rikke tuvastamiseks ja kinnitamiseks rohkem aega kui tabelis 1 osutatud kasutusaeg (nt kui seireseadmed kasutavad statistilisi mudeleid või on seotud väljaspool teid kasutatava liikurmasina kütusekuluga), võib tüübikinnitusasutus lubada kasutada seireks pikemat perioodi tingimusel, et tootja põhjendab pikema perioodi vajalikkust (nt tehnilise selgituse, katsetulemuste, ettevõttesiseste kogemuste vms abil).

Tabel 4.5

Seiremeetodid ja vastav ajavahemik, mille jooksul salvestatakse „kinnitatud ja aktiivne“ DTC

Seiremeetod	Kumuleerunud kasutusaja vahemik, mille jooksul salvestatakse „kinnitatud ja aktiivne“ DTC
Osakeste järeltöötlussüsteemi eemaldamine	Mootori töötamine 60 minuti jooksul mitte tühikäigul
Osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamine	Mootori töötamine 240 minuti jooksul mitte tühikäigul
PCD-süsteemi rikked	Mootori töötamine 60 minuti jooksul

2.3.3. Nõuded diagnostika veakoodide (DTCde) kustutamisele

a) PCD-süsteem ei saa diagnostika veakoode arvutimälust ise kustutada enne, kui selle veakoodiga seotud viga on parandatud.

b) PCD-süsteem võib kustutada kõik diagnostika veakoodid, kui seda nõuab mootori toojalt taotluse peale saadud valdaja skanner või hooldustööriis või kui kasutatakse mootori tootjalt saadud koodi.

c) Punkti 5.2 kohaselt säilmälus registreeritud kinnitatud ja aktiivse diagnostika veakoodiga töötamise intsidente ei tohi kustutada.

2.3.4. PCD-süsteemi ei tohi programmeerida või muul viisil projekteerida selliselt, et see mootori tegeliku kasutusaja jooksul sõltuvalt väljaspool teid kasutatava liikurmasina vanusest osaliselt või täielikult deaktiveeruks, samuti ei tohi süsteem sisaldada algoritmi või strateegiat, mille ülesanne on vähendada PCD-süsteemi efektiivsust aja jooksul.

2.3.5. Kõik PCD-süsteemi ümberprogrammeeritavad arvutikoodid või tööparameetrid peavad olema kindlad omavolilise muutmise suhtes.

▼**M1**

2.3.6. PCD mootoritüüpkond

PCD-mootoritüüpkonna koosseisu kindlaksmääramise eest vastutab tootja. Mootorite rühmitamine PCD-mootoritüüpkonda peab põhinema heal inseneritaval ning selle peab heaks kiitma tüübikinnitusasutus.

Mootorid, mis ei kuulu samasse mootoritüüpkonda võivad ikkagi kuuluda samasse PCD-mootoritüüpkonda.

2.3.6.1. PCD-mootoritüüpkonda määratlevad parameetrid

PCD-tüüpkonda iseloomustavad peamised konstruktsiooniparameetrid, mis peavad olema ühised kõigil tüüpkonna mootoritel.

Selleks et pidada mootoreid ühte ja samasse PCD-mootoritüüpkonda kuuluvaks, peavad nende järgmised põhiparameetrid olema sarnased:

a) osakeste järeltöötlussüsteemi tööpõhimõte (nt mehaaniline, aerodünaamiline, difusiooniline, inertsiaalne, perioodiliselt regenereeruv, pidevalt regenereeruv jne)

b) PCD-seire meetodid;

c) PCD-seire kriteeriumid;

d) seireparameetrid (nt sagedus).

Tootja peab tõendama nende sarnasuste olemasolu tehnilise või muu vastava menetlusega ning tüübikinnitusasutus peab need heaks kiitma.

Tootja võib taotleda tüübikinnitusasutuse heakskiitu mootori konfiguratsiooni variatsioonidest tulenevate PCD-süsteemi seire- või diagnostikameetodite väikestele erinevustele, kui tootja peab neid meetodeid sarnaseks ning need erinevad ainult selle tõttu, et sobida vaatlusaluste komponentide konkreetsete omadustega (nt suurus, heitgaasivoo hulk jne); või kui nende sarnasused on kindlaks tehtud heade inseneritavade põhjal.

3. **Hooldusnõuded**

3.1. Tootja annab kõigile käesoleva määruse kohaselt tüübikinnituse saanud uute mootorite või masinate lõppkasutajatele kirjaliku juhendi heitekontrollisüsteemi ja selle nõuetekohase talitluse kohta või korraldab sellise juhendi edastamise XV lisa nõuete kohaselt.

4. **Käitaja hoiatussüsteem**

4.1. Väljaspool teid kasutataval liikurmasinal peab olema käitaja hoiatussüsteem, mis annab visuaalseid märguandeid

4.2. Käitaja hoiatussüsteem võib koosneda ühest või mitmest lambist või kuvada lühiteateid.

Teadete kuvamiseks võib kasutada sama süsteemi, mida kasutatakse muude hooldus- või NCD teadete puhul.

▼M1

Hoiatussüsteem peab viitama kiireloomulise remondi vajadusele. Kui hoiatussüsteem hõlmab kuvateatesüsteemi, tuleb kuvada teade, mis näitab hoiatuse põhjust (näiteks „Sensor lahutatud“ või „Heitesüsteemi kriitiline tõrge“).

4.3. Tootja valikul võib hoiatusega kaasneda helisignaal käitaja alarmeerimiseks. Käitaja võib hoiatava helisignaali välja lülitada.

4.4. Käitaja hoiatussüsteem aktiveerub vastavalt punktis 2.3.2.2 sätestatule

4.5. Käitaja hoiatussüsteem lülitub välja, kui selle aktiveerumise esilekutsunud tingimused on kõrvaldatud. Käitaja hoiatussüsteem ei tohi automaatselt välja lülituda, kui selle käivitumise põhjused pole kõrvaldatud.

4.6. Hoiatussüsteemi talitluse võivad ajutiselt katkestada muud hoiatussignaalid, mis annavad olulisi ohutusteateid.

4.7. Määruse (EL) 2016/1628 kohase ELi tüübikinnituse taotlemisel peab tootja tõendama käitaja hoiatussüsteemi toimimist vastavalt punktile 9.

5. **Süsteem käitaja hoiatussüsteemi aktiveerumise kohta andmete salvestamiseks**

5.1. PCD-süsteem sisaldab säilmälu või loendureid, mis salvestavad kinnitatud ja aktiivse diagnostika veakoodiga toimunud mootori töötamise intsidendid viisil, et seda teavet ei saks tahtlikult kustutada.

5.2. PCD-süsteem salvestab kinnitatud ja aktiivse diagnostika veakoodiga toimunud mootori töötamise intsidendid, kui käitaja hoiatussüsteem on olnud aktiivne mootori 20 töötunni jooksul või tootja valikul lühema perioodi jooksul.

5.3. Riiklikud asutused peavad saama neid kirjeid skanneriga lugeda.

6. **Osakeste järeltöötlussüsteemi eemaldamise seire**

6.1. PCD-süsteem tuvastab osakeste järeltöötlussüsteemi täieliku eemaldamise, sealhulgas mis tahes sensorite eemaldamise, mida kasutatakse süsteemi töötamise seireks, aktiveerimiseks, deaktiveerimiseks või seadistamiseks.

7. **Lisanõuded reaktiivi kasutava osakeste järeltöötlussüsteemi korral (nt kütusele lisatud katalüsaator)**

7.1. Kinnitatud ja aktiivse DTC korral osakeste järeltöötlussüsteemi eemaldamisel või osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamisel peab reaktiivi doseerimine kohe katkema. Doseerimine algab uuesti, kui DCD ei ole enam aktiivne.

7.2. Hoiatussüsteem aktiveerub, kui reaktiivi taseme lisandi paagis langeb allapoole tootja täpsustatud miinimumväärtust.

▼M1

8. **Omavolilise muutmisega seostatavate tõrgete jälgimine**

8.1. Peale osakeste järeltöötlussüsteemi eemaldamise tuleb jälgida järgmisi tõrkeid, kuna need võivad tekkida omavolilise muutmise tulemusena:

a) osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamine;

b) PCD-süsteemi rikked vastavalt punktis 8.3 kirjeldatule.

8.2. Osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamise seire

PCD-süsteem tuvastab osakeste järeltöötlussüsteemi substraadi täieliku eemaldamise („tühi paak“). Sel juhul on osakeste järeltöötlussüsteemi korpus ja sensorid, mida kasutatakse seireks, aktiveerimiseks, deaktiveerimiseks või seadistamiseks, endiselt olemas.

8.3. PCD-süsteemi rikete seire

8.3.1. PCD-süsteemi juures tuleb jälgida elektririkkeid ja mõne sensori või ajami eemaldamist või väljalülitamist, mis takistab muude punktides 6.1. Ja 8.1(a) nimetatud rikete diagnostikat (osade seire).

Mitteammendav loetelu sensoritest, mis mõjutavad diagnostikavõimet, on need, mis mõõdavad otse rõhulangusi osakeste järeltöötlussüsteemis ja heitegaasi temperatuuri sensorid, millega kontrollitakse osakeste järeltöötlussüsteemi regenereerumist.

8.3.2. Kui PCD-süsteemi üksiku sensori või ajami rike, eemaldamine või deaktiveerimine ei takista diagnoosimist pärast rikete tekkimist nõutava ajavahemiku jooksul vastavalt punktidele 6.1. ja 8.1(a) (kattuvad süsteemid), ei nõuta hoiatussüsteemi aktiveerumist ja andmete salvestamist käitaja hoiatussüsteemi kohta, välja arvatud juhul, kui täiendavad sensori või ajami rikked ei ole kinnitatud ja aktiivsed.

9. **Tõendamisnõuded**

9.1. Üldine teave

Vastavust käesoleva liite nõuetele tõendatakse ELi tüübikinnituse ajal vastavalt tabelile 4.6 ja käesolevale punktile 9 hoiatussüsteemi aktiveerimise tõendamisega.

Tabel 4.6

Tõendamisprotsessi sisu skeem vastavalt punkti 9.3 sätetele

Mehhanism	Tõendamiselemendid
Punktis 4.4 sätestatud hoiatussüsteemi aktiveerumine	— Kaks aktiveerimiskatset (sh osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamine) — vajadusel täiendavad tõendamiselemendid

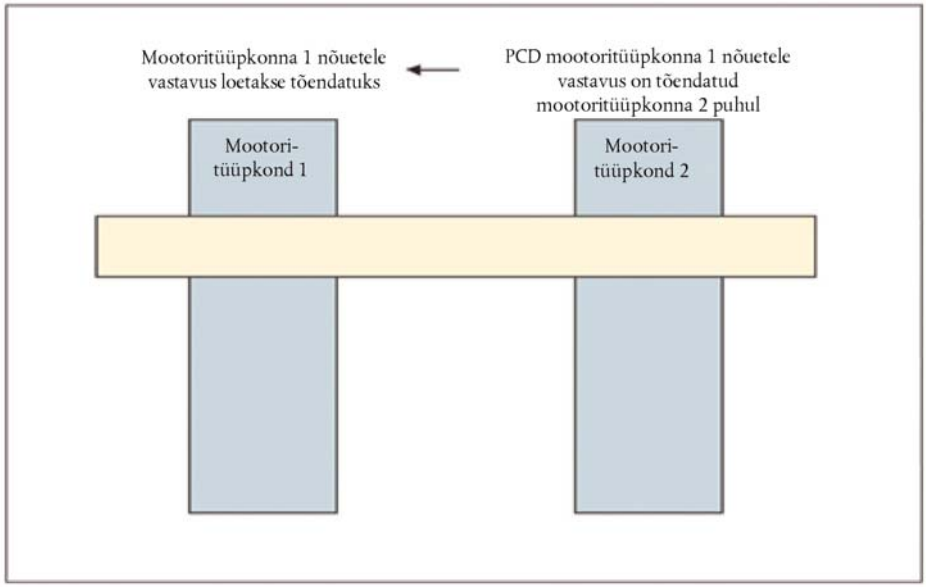
▼M1

9.2. Mootoritüüpkonnad ja PCD mootoritüüpkonnad

9.2.1. Kui ühe mootoritüüpkonna mootorid kuuluvad PCD mootoritüüpkonda, mis on juba saanud ELi tüübikinnituse joonise 4.8 kohaselt, peetakse asjaomase mootoritüüpkonna nõuetele vastavus tõendatuks ilma edasiste katsete tegemise vajaduseta tingimusel, et tootja tõendab tüübikinnitusasutusele, et käesolevas liites sätestatud nõuetele vastamise tagamiseks vajalikud seiresüsteemid on vaatlusalusel mootoril ja PCD mootoritüüpkonnal sarnased.

Joonis 4.8

Eelnevalt tõendatud PCD mootoritüüpkonna nõuetele vastavus



9.3. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamine

9.3.1. Hoiatussüsteemi aktiveerumise nõuetele vastavust tõendatakse kahe katsega: osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamine ja üks käesoleva lisa punktis 6 või punktis 8.3 käsitletud veakategooria.

9.3.2. Katsetatavate rikete valik

9.3.2.1. Tootja esitab tüübikinnitusasutusele võimalike rikete loetelu.

9.3.2.2. Tüübikinnitusasutus valib punktis 9.3.2.1 osutatud loetelust rikke, mida katsetel kontrollida.

9.3.3. Tõendamine

9.3.3.1. Selle tõendamise jaoks tuleb sooritada eraldi katse punktis 8.2 sätestatud osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamise kohta ja punktides 6 ja 8.3 sätestatud rikete kohta. Osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamine kutsutakse esile substraadi täieliku eemaldamisega osakeste järeltöötlussüsteemi korpusest.

9.3.3.2. Katse käigus ei tohi esineda ühtegi muud riket peale katse käigus käsitletava rikke.

▼M1

9.3.3.3. Enne katse alustamist tuleb kustutada kõik diagnostika veakoodid.

9.3.3.4. Tootja soovil ja tüübikinnitusasutuse nõusolekul võib katsetatavaid rikkeid simuleerida.

9.3.3.5. Rikete tuvastamine

9.3.3.5.1. PCD-süsteem reageerib tüübikinnitusasutuse valitud rikke esilekutsumise peale vastavalt käesoleva liite sätetele. Reageerimine on tõendatud, kui aktiveerumine toimub nii mitme järjestikuse PCD katsetsükli käigus, nagu määratletud tabelis 4.7.

Kui seire kirjelduses on määratletud ja tüübikinnitusasutus on kinnitanud, et konkreetne seireseade vajab seire lõpetamiseks rohkem PCD katsetsükleid, kui osutatud tabelis 4.7, võidakse PCD katsetsüklite arvu suurendada kuni 50 %.

Tõendamiskatses võib individuaalsed PCD katsetsüklid eraldada mootori väljalülitamisega. Käivituste vahele jääva pausi pikkuse leidmisel võetakse arvesse seiret, mis võib toimuda pärast mootori väljalülitamist, ning mis tahes seireks vajalikke tingimusi, mis peavad valitsema mootori järgmise käivitamise ajal.

Tabel 4.7

Seiremeetodid ja vastav PCD katsetsüklite arv, mille jooksul salvestatakse „kinnitatud ja aktiivne“ DTC

Seiremeetod	PCD katsetsüklite arv, mille jooksul salvestatakse „kinnitatud ja aktiivne“ DTC
Osakeste järeltöötlussüsteemi eemaldamine	2
Osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamine	8
PCD-süsteemi rikked	2

9.3.3.6. PCD katsetsükkel

9.3.3.6.1. Punktis 9 kirjeldatud PCD katsetsükkel osakeste järeltöötlussüsteemi seiresüsteemi korrektse talituse tõendamiseks on kuumkäivitusega NRTC tsükkel (maanteeväline siirdetsükkel) mootori alamkategooriate NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 NRE-v-6 puhul ja kohaldatav NRSC kõigi teiste kategooriate puhul.

9.3.3.6.2. Tootja taotlusel ja tüübikinnitusasutuse heakskiidul võib kasutada konkreetse seireseadme korral alternatiivset PCD-katsetsüklit (näiteks muu kui NRTC või NRSC). Taotlus peab sisaldama elemente (tehnilised kaalutlused, simulatsioon, katsetulemused jne), mis tõendavad, et:

a) seireprotsess taotletavas katsetsüklis vastab seireprotsessile reaalsetes sõidutingimustes ja

▼**M1**

b) punkti 9.3.3.6.1 kohane PCD katsetsükkel on kõnealuse seire jaoks vähem sobiv.

9.3.3.7. Hoiatussüsteemi aktiveerumise demonstreerimise konfiguratsioon

9.3.3.7.1. Hoiatussüsteemi aktiveerumise tõendamiseks tehakse katsed mootori katsestendil.

9.3.3.7.2. Kõik katsete tegemiseks vajalikud osad või allsüsteemid, mis ei ole füüsiliselt mootori külge monteeritud, näiteks (loetelu ei ole ammendav) ümbritseva temperatuuri sensorid, tasemesensorid ning käitaja hoiatus- ja infosüsteemid, tuleb katse jaoks mootoriga ühendada või simuleerida tüübikinnitusasutusele veenva tõenduse andmiseks.

9.3.3.7.3. Tootja soovil ja tüübikinnitusasutuse nõusolekul võib näidiskatsed olenemata punktist 9.3.3.7.1 teha komplekteeritud väljaspool teid kasutataval liikurmasinal või seadmel, paigaldades väljaspool teid kasutatava liikurmasina sobivale katsesüsteemile või sõites kontrollitud tingimustes katserajal.

9.3.4. Hoiatussüsteemi käivitumise tõendamine loetakse läbiviiduks, kui iga punktis 9.3.3 sätestatud näidiskatse järel käivitus hoiatussüsteem nõuetekohaselt ja iga valitud rikke diagnostika veakood (DTC) on saanud oleku „kinnitatud ja aktiivne“.

9.3.5. Kui reaktiivi kasutava osakeste järeltöötlussüsteemi suhtes kohaldatakse tõendamiskatset osakeste järeltöötlussüsteemi toimimise lakkamise kohta või osakeste järeltöötlussüsteemi eemaldamise kohta, tuleb lisaks kinnitada, et reaktiivi doseerimine on katkestatud.

▼M1

V LISA

Maanteevälise püsikatsetsükli alaga seotud mõõtmised ja katsed

1. **Üldnõuded**

Käesolev lisa kehtib määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud V etapi heite piirnormidele vastavate NRE-, NRG-, IWP-, IWA- ja RLR-kategooriasse kuuluvate elektrooniliselt juhitavate mootorite puhul, mis kasutavad elektroonilist juhtimist kütuse sissepritsimise koguse ja ajastuse määramiseks või mis kasutavad elektroonilist juhtimist NO_x vähendamiseks kasutatava heitekontrollisüsteemi aktiveerimiseks, deaktiveerimiseks või seadistamiseks.

Käesolevas lisas sätestatakse tehnilised nõuded, mis käsitlevad asjaomase NRSCga seotud piirkonda, mille piires kontrollitakse kogust, mille võrra heited tohivad ületada II lisas sätestatud heite piirnorme.

Kui mootorit katsetatakse punktis 4 sätestatud katsenõuete kohaselt, ei tohi punktis 2 nimetatud kohaldatava kontrollipiirkonna mis tahes juhuslikus punktis prooviks võetud heitkogused ületada määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud kohaldatavaid heitkoguste piirnorme, mis on korrutatud teguriga 2,0.

Punktis 3 on esitatud kontrollpiirkonnas heitkoguse stendikatse raames tehnilise teenistuse valitud täiendavad mõõtmispunktid, et tõendada käesoleva punkti 1 nõuete täitmist.

Tootja võib tehniliselt teenistuselt taotleda punkti 3 kohase tõendamise käigus tööpunktide väljajätmist kõikidest punktis 2 nimetatud kontrollipiirkondadest. Tehniline teenistus võib sellist väljajätmist lubada tingimusel, et tootja tõendab, et mootor ei ole kunagi suuteline töötama selliste punktide kohaselt ühegi väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate omavahelise kombinatsiooni puhul.

XIV lisa kohaselt algseadmete valmistajale tootja poolt antud paigaldamisjuhistes määratakse kindlaks kohaldatava kontrollpiirkonna ülem- ja alampiir ja esitatakse avaldus selgitamaks, et avaldus selle kohta, et mootori paigaldamine algseadmete valmistaja poolt ei sunni mootorit töötama üksnes mootori pöördemomendikõvera kontrollpiirkonnast väljaspool asuvatel kiirustel ja koormuspallidel, mis vastavad kinnitatud mootoritüübile või mootoritüüpkonnale.

2. **Mootori kontrollipiirkond.**

Kohaldatav kontrollipiirkond mootori katse läbiviimiseks on käesolevas punktis 2 kindlaksmääratud piirkond, mis vastab katsetatava mootori puhul kohaldatavale NRSC-le.

2.1. NRSC katsetsüklis C1 katsetavate mootorite kontrollipiirkond

Need mootorid töötavad muutuva arvu pöörete ja koormustega. Kohaldatakse erinevaid kontrollipiirkonna väljajätmisi sõltuvalt mootori (alam)kategooriast ja pöörlemissagedusest.

▼M1

2.1.1. Muutuva pöörete arvuga NRE-kategooria mootorite maksimaalne kasulik võimsus ≥ 19 kW, muutuva pöörete arvuga IWA-kategooria mootorite maksimaalne kasulik võimsus ≥ 300 kW, muutuva pöörete arvuga RLR-kategooria mootorid ja muutuva pöörete arvuga NRG-kategooria mootorid.

Kontrollipiirkonda (vt joonis 5.1) määratletakse järgmiselt:

pöördemomendi ülemine piir: täiskoormuse pöördemomendi kõver;

kiirusvahemik: pöörlemissagedusest A kuni n_{hi};

kus:

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

n_{hi} = maksimaalne pöörlemissagedus (vt artikli 1 punkt 12),

n_{lo} = minimaalne pöörlemissagedus (vt artikli 1 punkt 13).

Järgmised mootori töötingimused tuleb katsetamisest välja jätta:

a) punktid, mis jäävad alla 30 % suurimast pöördemomendist;

b) punktid, mis jäävad alla 30 % suurimast võimsusest.

Kui mootori mõõdetud pöörlemissagedus A asub tootja poolt ettenähtud mootorikiiruste vahemikus täpsusega ± 3 %, siis kasutatakse tootja poolt ettenähtud mootorikiirusi. Kui mõni katsekiirus ületab hälbe, siis kasutatakse mõõdetud mootorikiirusi.

Vahepealsed katsepunktid määratletakse kontrollipiirkonnas järgmiselt:

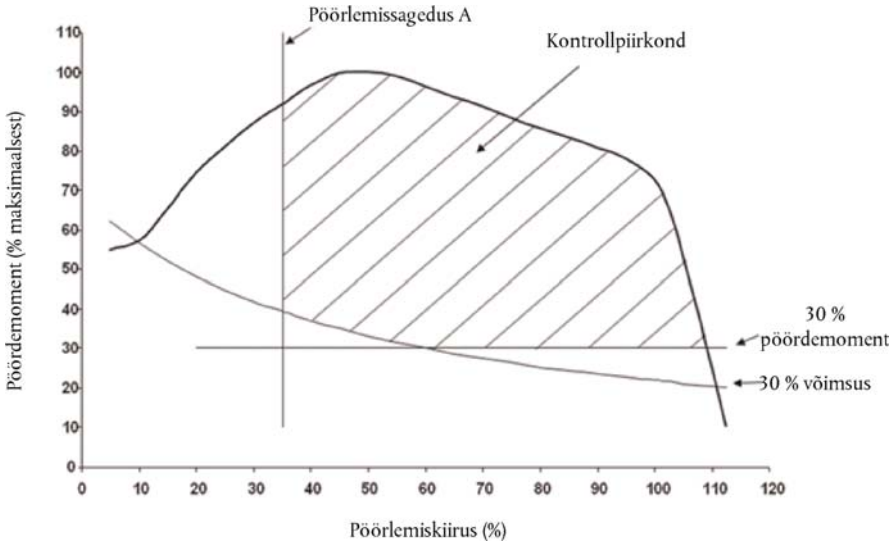
%torque = % suurimast pöördemomendist;

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

kus: $n_{100\%}$ on 100 % pöörlemissagedust vastava katsetsükli jaoks.

Joonis 5.1

Kontrollpiirkond järgmiste mootorite jaoks: muutuva pöörete arvuga NRE-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega ≥ 19 kW, muutuva pöörete arvuga IWA-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega ≥ 300 kW ja muutuva pöörete arvuga NRG-kategooria mootorid



▼M1

2.1.2. Muutuva pöörete arvuga NRE-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega < 19 kW, muutuva pöörete arvuga IWA-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega < 300 kW

Kohaldatakse punktis 2.1.1 sätestatud kontrollipiirkonda, kuid lisaks jäetakse välja käesolevas punktis nimetatud ja joonistel 5.2 ja 5.3 näidatud mootori töötingimused.

a) Ainult tahkete osakeste puhul, kui pöörlemissagedus C on väiksem kui 2 400 r/min, punktid paremal või allpool joont, mis on moodustatud, ühendades punktid 30 % suurimast pöördemomendist või 30 % maksimaalsest kasulikust võimsusest, olenevalt sellest, kumb on suurem, pöörlemissagedusel B ja 70 % maksimaalsest kasulikust võimsusest maksimaalsel pöörlemissagedusel;

b) ainult tahkete osakeste puhul, kui pöörlemissagedus C on 2 400 r/min või suurem, punktid paremal joonest, mis on moodustatud, ühendades punktid 30 % suurimast pöördemomendist või 30 % maksimaalsest kasulikust võimsusest, olenevalt sellest, kumb on suurem, pöörlemissagedusel B ja 50 % maksimaalsest kasulikust võimsusest 2 400 r/min ja 70 % maksimaalsel pöörlemissagedusel.

kus:

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

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

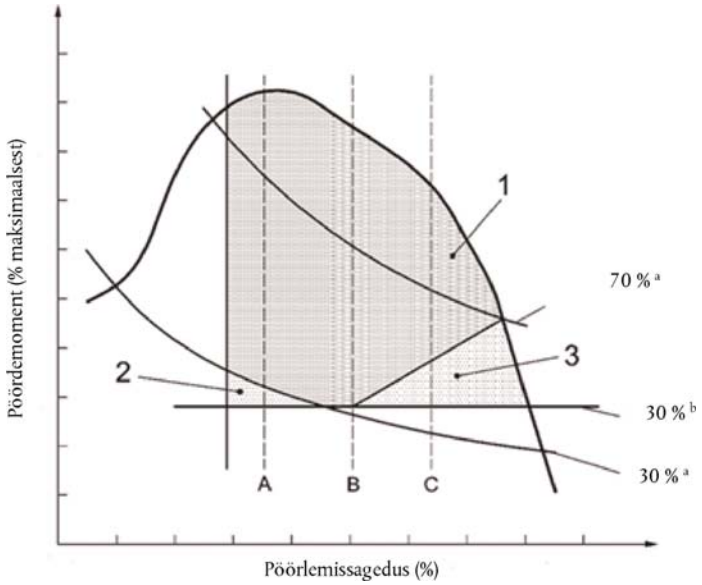
n_{hi} = maksimaalne pöörlemissagedus (vt artikli 1 punkt 12),

n_{lo} = minimaalne pöörlemissagedus (vt artikli 1 punkt 13).

Kui mootori mõõdetud pöörlemissagedused A, B ja C asuvad tootja poolt ettenähtud mootorikiiruste vahemikus täpsusega ± 3 %, siis kasutatakse tootja poolt ettenähtud mootorikiirusi. Kui mõni katsekiirus ületab hälbe, siis kasutatakse mõõdetud mootorikiirusi.

Joonis 5.2

Kontrollpiirkond järgmiste mootorite jaoks: muutuva pöörete arvuga NRE-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega < 19 kW, muutuva pöörete arvuga IWA-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega < 300 kW, pöörlemissagedus C < 2 400 rpm



▼M1

Selgitus

1. Mootori kontrollipiirkond

2. Kõigi heidete erand

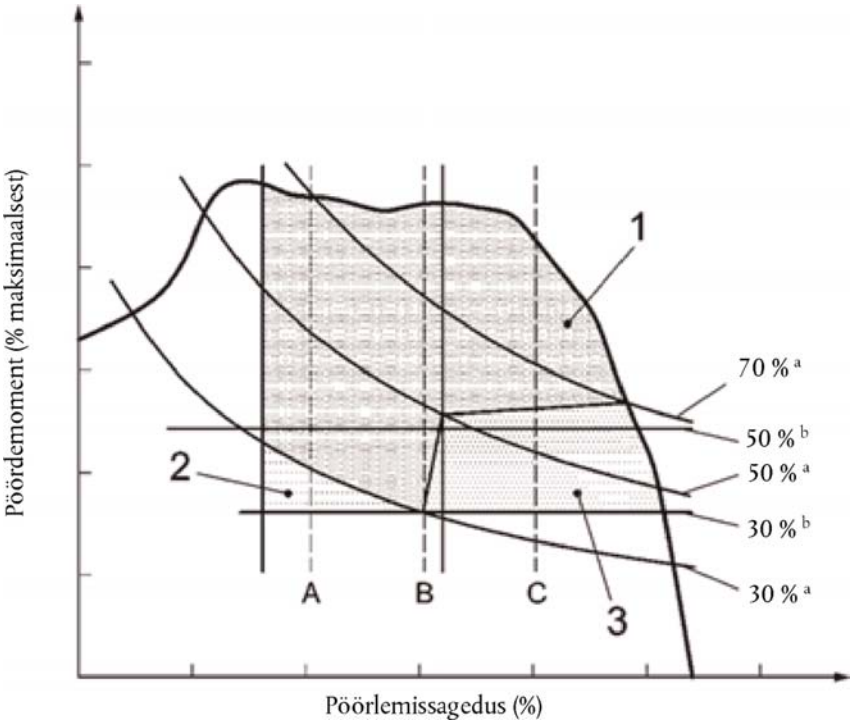
3. Tahkete osakeste erand

[a] Suurima kasuliku võimsuse %

[b] Maksimaalse pöördemomendi %

Joonis 5.3

Kontrollpiirkond järgmiste mootorite jaoks: muutuva pöörete arvuga NRE-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega < 19 kW, muutuva pöörete arvuga IWA-kategooria mootorid maksimaalse kasuliku võimsusega < 300 kW, pöörlemissagedus C ≥ 2 400 rpm



Selgitus

1. Mootori kontrollipiirkond

2. Kõigi heidete erand

3. Tahkete osakeste erand

[a] Suurima kasuliku võimsuse protsent

[b] Maksimaalse pöördemomendi protsent

2.2. NRSC katsetsüklites D2, E2 ja G2 katsetavate mootorite kontrollipiirkond

Kõnealuseid mootoreid käitatakse peamiselt kiirusel, mis on väga lähedal nende projekteeritud käitamiskiirusele, seega on kontrollpiirkond määratletud järgmiselt:

pöörlemissagedus: 100 %

pöördemomendi vahemik: 50 % pöördemomendist, mis vastab suurimale võimsusele.

▼M1

2.3. NRSC katsetsüklis E3 katsetavate mootorite kontrollipiirkond

Kõnealuseid mootoreid käitatakse peamiselt veidi üleval- või allpool püsisammuga propelleri kõverat. Kontrollipiirkond on seotud propelleri kõveraga ja selle piirid määratletakse matemaatiliste võrrandite eksponentide abil. Kontrollipiirkond määratletakse järgmiselt:

alumine kiiruse piir:	$0{,}7 \times n_{100\ \%}$
Ülemise piiri kõver:	$\%power = 100 \times (\%speed/90)^{3.5}$;
Alumise piiri kõver:	$\%power = 70 \times (\%speed/100)^{2.5}$;
Võimsuse ülemine piir:	Võimsuskõver täiskoormusel
Pöörlemissageduse ülemine piir:	Pöörderegulaatori poolt lubatud maksimaalne pöörlemissagedus

kus:

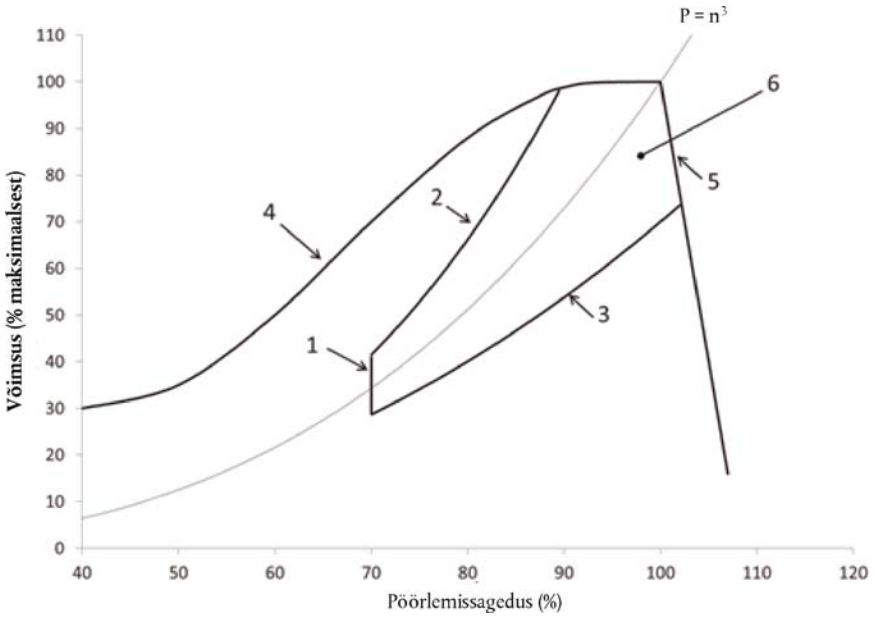
%power on suurima kasuliku võimsuse protsent;

%speed on % $n_{100\%}$

$n_{100\%}$ on 100 % pöörlemissagedusest vastavas katsetsüklis

Joonis 5.4

NRSC katsetsüklis E3 katsetavate mootorite kontrollipiirkond



Selgitus

1. Alumine pöörlemissageduse piir
2. Ülemise piiri kõver:
3. Alumise piiri kõver:
4. Võimsuskõver täiskoormusel
5. Pöörderegulaatori lubatud maksimaalse pöörlemissageduse kõver
6. Mootori kontrollipiirkond

▼M1

3. **Tõendamisnõuded**

Tehniline teenistus valib kontrollipiirkonnas katsetamiseks juhuslikud koormus- ja kiiruspunktid. Punkti 2.1 alla kuuluvate mootorite jaoks valitakse kuni kolm punkti. Punkti 2.2 alla kuuluvate mootorite jaoks valitakse üks punkt. Punktide 2.3 või 2.4 alla kuuluvate mootorite jaoks valitakse kuni kaks punkti. Tehniline teenistus määrab ka nende katsepunktide läbimise juhusliku järjekorra. Katse tehakse kooskõlas NRSC põhinõuetega, kuid iga katsepunkti hinnatakse eraldi.

4. **Katsenõuded**

Katse tuleb teha kohe pärast üksikrežiimi NRSC-d järgmiselt:

a) katse viiakse läbi kohe pärast VI lisa punkti 7.8.1.2 alapunktides a–e kirjeldatud üksikrežiimi NRSC-d, kuid enne alapunktis f kirjeldatud katsejärgseid menetlusi või pärast VI lisa punkti 7.8.2.3 alapunktides a–d kirjeldatud ühe filtriga tehtava maanteevälise püsikatsetsükli (RMC) katset, kuid vajaduse korral enne alapunktis e kirjeldatud katsejärgseid menetlusi;

b) katsed tehakse vastavalt VI lisa punkti 7.8.1.2 alapunktides b–e esitatud nõuetele, kasutades iga punkti 3 kohaselt valitud katsepunkti puhul mitmefiltrimeetodit (üks filter iga katsepunkti kohta);

c) iga katsepunkti kohta tuleb arvutada konkreetne heitkogus (vastavalt vajadusele g/kWh või #/kWh);

d) heitkogused võib arvutada massi alusel vastavalt VII lisa punktile 2 või molaarsuhte alusel vastavalt VII lisa punktile 3, kuid see arvutusmeetod peab olema kooskõlas üksikrežiimi NRSC-s või RMC-katses kasutatud meetodiga;

e) gaasiliste heitmete ja tahkete osakeste puhul tuleb liitmise puhul N_{mode} väärtuseks võrrandis (7–63) seada 1 ja kaalutegurina kasutada 1;

f) tahkete heitmete arvutamise puhul tuleb kasutada mitmefiltrimeetodit; Summade arvutamisel tuleb N_{mode} väärtuseks võrrandis (7–64) seada 1 ja kaalutegurina kasutada 1.

▼**M1**

VI LISA

Heitekatsete tegemine ja nõuded mõõteseadmetele

1. **Sissejuhatus**

Käesolevas lisas kirjeldatakse katsetatavate mootorite gaasiliste saasteainete ja tahkete osakeste heite määramise meetodit ja mõõteseadmete spetsifikatsioone. Alates 6. jaost vastab käesoleva lisa numeratsioon väljaspool teid kasutatavaid liikurmasinaid käsitleva üldise tehnilise normi nr 11 (NRMM gtr 11) ning UNECE eeskirja nr 96 03-seeria lisa 4B numeratsioonile. Mõned NRMM gtr 11 jaotised ei ole käesolevas lisas siiski vajalikud või on neid muudetud vastavalt tehnika arengule.

2. **Ülevaade**

Käesolev lisa sisaldab järgmisi heitekatsete tegemiseks vajalikke tehnilisi sätteid. Lisasätted on loetletud punktis 3.

— 5. jagu: toimivusnõuded, sh katsekiiruse määramine

— 6. jagu: katsetingimused, sh karterigaaside heite arvestamise meetod ning heitgaasi järeltöötlussüsteemide pideva või perioodilise regeneratsiooni määramise ja arvestamise meetod

— 7. jagu: katsemenetlused, mootorite kaardistamine, katsetsüklite koostamine ja katsetsükli läbiviimise menetlus

— 8. jagu: mõõtmise kord, sh mõõteseadme kalibreerimine ja toimivuskontroll ning mõõteseadme valideerimine katseks

— 9. jagu: mõõtevahendid, sh mõõteseadmed, lahjendusmenetlused, proovivõtukord ning analüüsigaasid ja massistandardid

— 1. liide: Tahkete osakeste arvu mõõtmismenetlus

3. **Seotud lisad**

— Andmete hindamine ja arvutused: VII lisa

— Segakahekütuseliste mootorite katsemenetlused: VIII lisa

— Etalonkütused: IX lisa

— Katsetsüklid: XVII lisa

4. **Üldnõuded**

Katsetatavad mootorid peavad vastama 5. jaos sätestatud toimivusnõuetele, kui neid katsetatakse 6. jaos sätestatud katsetingimuste ja 7. jaos sätestatud katsemenetluste kohaselt.

▼M1

5. **Toimivusnõuded**

5.1. Gaasiliste saasteainete ja tahkete osakeste ning CO_2 ja NH_3 heide

Saasteained on järgmised:

a) Lämmastikoksiidid, NO_x;

b) Süsivesinikud, väljendatud süsivesinike koguheitena, HC või THC;

c) Süsinikmonooksiid, CO;

d) Tahked osakesed, PM;

e) Tahkete osakeste arv, PN.

Mootorist väljuvas heitgaasis mõõdetud gaasiliste saasteainete ja tahkete osakeste ning CO_2 heite väärtused osutavad pidurdamisega seotud heitele grammides kilovatt-tunni kohta (g/kWh).

Mõõdetakse neid gaasilisi saasteaineid ja tahkeid osakesi, mille piirnorme kohaldatakse katsetatava mootori alamkategooria suhtes, nagu on sätestatud määruse (EL) 2016/1628 II lisa kohaselt. Tulemused, sh III lisa kohaselt määratud halvendustegur, ei tohi ületada kohaldatavaid piirnorme.

CO_2 tuleb mõõta ja tulemustest teatada kõigi mootorite alamkategooriate puhul, nagu on ette nähtud määruse (EL) 2016/1628 artikli 41 lõikes 4.

Lisaks tuleb mõõta keskmist ammoniaagiheidet (NH_3), nagu on ette nähtud IV lisa 3. jaos, kui mootori heitekontrollisüsteemi kuuluvate NO_x kontrollimeetmete puhul kasutatakse reaktiivi, ning see tulemus ei tohi ületada nimetatud jaos sätestatud piirnormi.

Heide määratakse töötsüklite (püsi- ja/või siirdekatsetsüklid) põhjal, nagu on kirjeldatud 7. jaos ja XVII lisas. Mõõtesüsteemid peavad vastama 8. jaos sätestatud kalibreerimise ja toimivuskontrolli nõuetele ning mõõteseadmeid on kirjeldatud 9. jaos.

Kui punkti 5.1.1 kohaselt leiab tõestamist, et muud süsteemid või analüsaatorid annavad samaväärseid tulemusi, võib tüübikinnitusasutus need heaks kiita. Tulemused arvutatakse VII lisa nõuete kohaselt.

5.1.1. Samaväärsus

Süsteemide samaväärsuse kindlakstegemine põhineb seitsme (või rohkema) proovidepaariga korrelatsiooniuuringul, milles katsetatavat süsteemi võrreldakse ühe käesolevas lisas sätestatud süsteemiga. „Tulemused“ osutavad konkreetse tsükli heite kaalutud väärtusele. Korrelatsioonitest tuleb teha samas laboris, katsekambris ja samal katsemootoril ning peab eelistatavalt toimuma samal ajal. Näidisepaaride keskmiste väärtuste samaväärsus määratakse kindlaks VII lisa 3. liites kirjeldatud F- ja t-testi statistiliste andmetega, mis saadakse laboris, katsekambris ja katsemootoril eespool kirjeldatud tingimustel. Võõrväärtused määratakse vastavalt standardile ISO 5725 ning jäetakse andmebaasist välja. Korrelatsioonitestides kasutatavad süsteemid peavad olema saanud tüübikinnitusasutuse heakskiidu.

▼M1

5.2. Katsetsüklite üldnõuded

5.2.1. ELi tüübikinnituskatse tegemisel kasutatakse asjakohast NRSC ja vajaduse korral NRTC või LSI-NRTC tsüklit, nagu on sätestatud määruse (EL) 2016/1628 artiklis 24 ja IV lisas.

5.2.2. NRSC tsükli tehnilised spetsifikatsioonid ja omadused on sätestatud VII lisa 1. liites (üksikrežiimi NRSC) ja 2. liites (astmeline NRSC). Tootja valikul võib NRSC katse teha üksikrežiimi NRSC-na või võimaluse korral astmelise NRSC-na („RMC“), nagu on sätestatud punktis 7.4.1.

5.2.3. NRTC ja LSI-NRTC spetsifikatsioonid ja omadused on sätestatud XVII lisa 3. liites.

5.2.4. Punktis 7.4 ja XVII lisas sätestatud katsetsüklid on koostatud suurima pöördemomendi või võimsuse ja katsekiiruse protsendimäära alusel, mis tuleb katsetsüklite korrapäraseks toimimiseks kindlaks määrata:

a) 100 % pöörlemissagedus (maksimaalne katsekiirus või nimipöörlemissagedus);

b) punktis 5.2.5.4 sätestatud vahepöörlemissagedus(ed);

c) punktis 5.2.5.5 sätestatud tühikäik.

Katsekiiruste kindlaksmääramine on sätestatud punktis 5.2.5, pöördemomendi ja võimsuse kasutamine punktis 5.2.6.

5.2.5. Katsekiirused

5.2.5.1. Maksimaalne katsekiirus

Maksimaalne katsekiirus arvutatakse vastavalt punktile 5.2.5.1.1 või punktile 5.2.5.1.3.

5.2.5.1.1. Maksimaalse katsekiiruse arvutamine

Maksimaalse katsekiiruse arvutamiseks tehakse siirderežiimil kaardistamismenetlus vastavalt punktile 7.4. Seejärel määratakse maksimaalne katsekiirus kindlaks, võrreldes mootori pöörlemissageduse ja võimsuse kaardistatud väärtusi. Maksimaalne katsekiirus arvutatakse valemi (6–1), (6–2) või (6–3) abil:

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

b) $MTS = n_i$ (6–2)

kus:

n_i on selline minimaalse ja maksimaalse pöörlemissageduse keskmine, mille puhul ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) on 98 % ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) suurimast väärtusest.

c) Kui on ainult üks pöörlemissagedus, mille puhul väärtus ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) on 98 % ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) suurimast väärtusest:

$MTS = n_i$ (6–3)

▼M1

kus:

n_i on pöörlemissagedus, mille juures tekib ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) suurim väärtus.

kus:

n = on mootori pöörlemissagedus

i = on alaindeks, mis esindab mootori kaardi ühte registreeritud väärtust

n_{hi} = on artikli 2 punktis 12 määratletud maksimaalne pöörlemissagedus

n_{lo} = on artikli 2 punktis 13 määratletud minimaalne pöörlemissagedus

n_{normi} = on mootori pöörlemissagedus, mis on normaliseeritud, jagades selle väärtusega n_{Pmax} $n_{P_{max}}$

P_{normi} = on mootori võimsus, mis on normaliseeritud, jagades selle väärtusega P_{max}

n_{Pmax} = on minimaalse ja maksimaalse pöörlemissageduse keskmine, mille puhul võimsus on 98 % väärtusest P_{max}.

Kaardistatud väärtuste lineaarse interpoleerimise teel määratakse kindlaks:

a) pöörlemissagedused, mille juures võimsus on 98 % väärtusest P_{max}. Kui ainult ühe pöörlemissageduse puhul on võimsus 98 % väärtusest P_{max}, peab $n_{P_{max}}$ olema pöörlemissagedus, mille juures P_{max} tekib;

b) pöörlemissagedused, mille juures ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) on 98 % ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) maksimaalsest väärtusest.

5.2.5.1.2. Deklareeritud maksimaalse katsekiiruse kasutamine

Kui punkti 5.2.5.1.1. või 5.2.5.1.3. kohaselt arvutatud maksimaalne katsekiirus ei erine tootja deklareeritud katsekiirusest rohkem kui ± 3 %, võib heitekatses kasutada deklareeritud maksimaalset katsekiirust. Kui tolerants on suurem, kasutatakse heitekatses mõõdetud maksimaalset katsekiirust.

5.2.5.1.3. Kohandatud maksimaalse katsekiiruse kasutamine

Kui täiskoormuskõvera langev osa on väga järsk, võib see muuta problemaatiliseks NRTC katsetsükli 105 % pöörlemissageduste õige läbiviimise. Sel juhul on tehnilise teenistuse eelneva nõusoleku korral lubatud kasutada maksimaalse katsekiiruse alternatiivset väärtust, mis on määratud, kasutades ühte järgmistest meetoditest:

a) maksimaalset katsekiirust võib veidi vähendada (kuni 3 %), et võimaldada NRTC õigesti läbi viia;

▼M1

b) arvutatakse alternatiivne maksimaalne katsekiirus, kasutades valemit (6–4):

$$MTS = ((n_{max} - n_{idle})/1{,}05) + n_{idle} \quad (6–4)$$

kus:

n_{max} = mootori pöörlemissagedus, mille puhul mootori regulaator juhib käitaja käskluse alusel mootori maksimaalset pöörlemissagedust nullkoormuse juures („maksimaalne pöörete arv tühikäigul“)

n_{idle} = tühikäigu pöörlemissagedus.

5.2.5.2. Nimipöörlemissagedus

Nimipöörlemissagedus on määratletud määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 punktis 29. Muutuva pöörete arvuga mootorite puhul, millele tehakse heitekatse, määratakse nimipöörlemissagedus punktis 7.6 sätestatud kaardistamismenetluse abil. Püsiva pöörete arvuga mootorite nimipöörlemissageduse deklareerib tootja vastavalt regulaatori omadustele. Kui heitekatse tuleb teha mootoriga, millele saab seadistada teistsuguse pöörlemissageduse, nagu on lubatud määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 punktiga 21, tuleb iga alternatiivne pöörlemissagedus deklareerida ja seda katsetada.

Kui punkti 7.6 kaardistamismenetlusega määratud nimipöörlemissagedus jääb regulaatoriga NRS-kategooria mootorite puhul ± 150 rpm piiresse tootja deklareeritud väärtusest või regulaatorita NRS-kategooria mootorite puhul ± 350 rpm või ± 4 % piiresse (olenevalt sellest, kumb on väiksem) või kõigi muude mootorite puhul ± 100 rpm piiresse, võib kasutada deklareeritud väärtust. Kui tolerants on suurem, kasutatakse kaardistamismenetlusega määratud nimipöörlemissagedust.

NRSh-kategooria mootorite puhul peab 100 % katsekiirus jääma ± 350 rpm piiresse nimipöörlemissagedusest.

Soovi korral võib kõikides püsikiirusega katsetsüklites kasutada nimipöörlemissageduse asemel maksimaalset katsekiirust.

5.2.5.3. Muutuva pöörete arvuga mootorite maksimaalsele pöördemomendile vastav pöörlemissagedus

Punkti 7.6.1. või 7.6.2. kohase mootori kaardistamismenetluse alusel saadud maksimaalse pöördemomendi kõvera põhjal määratud maksimaalsele pöördemomendile vastav pöörlemissagedus peab olema üks järgmistest:

a) kiirus, mille juures registreeriti suurim pöördemoment, või

b) sellise minimaalse ja maksimaalse pöörlemissageduse keskmine, mille juures pöördemoment on 98 % maksimaalsest pöördemomendist. Vajaduse korral kasutatakse selliste pöörlemissageduste määramiseks, mille juures pöördemoment on 98 % maksimaalsest pöördemomendist, lineaarset interpoleerimist.

▼M1

Kui maksimaalse pöördemomendi kõvera põhjal määratud maksimaalsele pöördemomendile vastav pöörlemissagedus jääb NRS- või NRSh-kategooria mootorite puhul ± 4 % piiresse tootja deklareeritud maksimaalsele pöördemomendile vastavast pöörlemissagedusest või kõigi muude mootorikategooriate puhul ± 2,5 % piiresse tootja deklareeritud maksimaalsele pöördemomendile vastavast pöörlemissagedusest, võib käesoleva määruse kohaldamisel kasutada deklareeritud väärtust. Kui tolerants on suurem, kasutatakse maksimaalse pöördemomendi kõvera põhjal määratud maksimaalsele pöördemomendile vastavat pöörlemissagedust.

5.2.5.4. Vahepöörlemissagedus:

Vahepöörlemissagedus peab vastama ühele järgmistest nõuetest:

a) mootoritel, mis on konstrueeritud töötama teatavas pöörlemissageduse vahemikus täiskoormuse pöördemomendikõveral, võrdub vahepöörlemissagedus maksimaalsele pöördemomendile vastava pöörlemissagedusega, kui see on 60 % ja 75 % vahel nimipöörlemissagedusest,

b) kui pöörlemissagedus maksimaalsel pöördemomendil moodustab nimipöörlemissagedusest vähem kui 60 %, on vahepöörlemissageduseks 60 % nimipöörlemissagedusest,

c) kui pöörlemissagedus maksimaalsel pöördemomendil moodustab nimipöörlemissagedusest üle 75 %, on vahepöörlemissageduseks 75 % nimipöörlemissagedusest. Kui mootor töötab ainult pöörlemissagedustel, mis on suuremad kui 75 % nimipöörlemissagedusest, on vahepöörlemissageduseks väikseim pöörlemissagedus, millega mootorit saab käitada;

d) mootoritel, mis ei ole konstrueeritud töötama teatavas pöörlemissageduse vahemikus täiskoormuse pöördemomendikõveral püsitsükli tingimustes, on vahepöörlemissagedus vahemikus 60–70 % nimipöörlemissagedusest;

e) mootoritel, mida tuleb katsetada tsüklis G1, välja arvatud ATS-kategooria mootorid, on vahepöörlemissagedus 85 % nimipöörlemissagedusest;

f) ATS-kategooria mootoritel, mida katsetatakse tsüklis G1, on vahepöörlemissagedus 60 % või 85 % nimipöörlemissagedusest, olenevalt sellest, kumb on tegelikule maksimaalsele pöördemomendile vastavale pöörlemissagedusele lähemal.

Kui 100 % pöörlemissagedusena kasutatakse katses nimipöörlemissageduse asemel maksimaalset katsekiirust, peaks maksimaalne katsekiirus asendama nimipöörlemissagedust ka vahepöörlemissageduse määramisel.

5.2.5.5. Tühikäigu pöörlemissagedus

Tühikäigu pöörlemissagedus on mootori väikseim pöörlemissagedus minimaalse koormuse juures (nullkoormus või suurem), kui mootori pöörlemissagedust juhib regulaator. Mootorite puhul, millel tühikäigu sagedust juhtiv regulaatori funktsioon puudub, tähendab tühikäigu pöörlemissagedus madalaimat tootja deklareeritud pöörlemissagedust väikseima koormuse puhul. Olgu märgitud, et sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedus tähendab töösooja mootori tühikäigu pöörlemissagedust.

▼M1

5.2.5.6. Püsiva pöörete arvuga mootorite katsekiirus

Püsiva pöörete arvuga mootorite regulaatorid ei pruugi hoida kiirust alati täpselt samasugusena. Enamasti võib kiirus väheneda (0,1–10 %) alla nullkoormuse tingimustes saavutatud kiiruse, nii et minimaalne kiirus saavutatakse selle punkti lähedal, kus mootori võimsus on suurim. Püsiva pöörete arvuga kiirusega mootorite katsekiirust võib juhtida, kasutades mootorile paigaldatud regulaatorit või katsestendi kiiruskäsklust, kui see toimib katses mootori regulaatorina.

Kui kasutatakse mootorile paigaldatud regulaatorit, on 100 % pöörlemissageduseks artikli 2 punktis 24 määratletud mootori reguleeritud pöörlemissagedus.

Kui regulaatori asemel kasutatakse katsestendi kiiruskäsklust, on 100 % katsekiiruseks nullkoormuse juures tootja poolt regulaatori selle seadistuse jaoks ette nähtud tühikäigu pöörlemissagedus ja 100 % katsekiiruseks täiskoormuse juures regulaatori selle seadistuse jaoks ette nähtud nimipöörlemissagedus. Muude katserežiimide kiirus määratakse kindlaks interpoleerimise teel.

Kui regulaatoril on isokroonne seadistus või kui nimipöörlemissagedus ja tootja deklareeritud koormuseta pöörlemissagedus erinevad kõige rohkem 3 %, võib ühte tootja deklareeritud väärtust kasutada 100 % pöörlemissagedusena kõigis koormuspunktides.

5.2.6. Pöördemoment ja võimsus

5.2.6.1. Pöördemoment

Katsetsükli pöördemomenti käsitlevad arvandmed on protsentväärtused, mis selles katsetsüklis vastavad ühele järgmistest:

a) nõutud pöördemomendi ja maksimaalse pöördemomendi suhe kindlaksmääratud katsekiirusel (kõik tsüklid, v.a D2 ja E2);

b) nõutud pöördemomendi ja tootja deklareeritud nimivõimsusele vastava pöördemomendi suhe (tsüklid D2 ja E2).

5.2.6.2. Võimsus

Katsetsüklis võimsust näitavad arvandmed on protsentväärtused, mis selles katsetsüklis vastavad ühele järgmistest:

a) katsetsüklis E3 on võimsust käsitlevad arvandmed esitatud protsendina maksimaalsest kasulikust võimsusest 100 % pöörlemissageduse juures, kuna see tsükkel põhineb teoreetilisel sõukruvi tunnusköveral laevade puhul, milles kasutatakse võimsaid mootoreid ilma pikkusepiiranguta;

b) katsetsüklis F on võimsust käsitlevad arvandmed esitatud protsendina maksimaalsest kasulikust võimsusest konkreetsel katsekiirusel, v.a tühikäigul, kus need on esitatud protsendina maksimaalsest kasulikust võimsusest 100 % pöörlemissageduse juures.

▼M1

6. **Katsetingimused**

6.1. Laborikatse tingimused

Mõõdetakse mootori sisselaskeõhu absoluutne temperatuur (T_a) mootori sisselaskeava juures (väljendatuna kelvinites) ja kuiva õhu rõhk (p_s) väljendatuna kilopaskalites (kPa) ning määratakse parameeter f_a järgmiste sätete kohaselt ning valemi (6–5) või (6–6) abil. Kui õhurõhku mõõdetakse torus, tuleb tagada, et rõhukadu atmosfääri ja mõõtmiskoha vahel oleks tühine, ja arvesse võetakse voolust tingitud staatilise rõhu muutust torus. Mitmesilindriliste mootorite puhul, mille sisselasketorustikud moodustavad omaette rühmad, näiteks V-mootorite puhul, võetakse kõnealuste rühmade keskmine temperatuur. Parameeter f_a esitatakse koos katsetulemustega.

Ülelaadeta ja mehaanilise ülelaadega mootorid:

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

Turboülelaaduriga mootorid sisselaskeõhu jahutusega või ilma:

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

6.1.1. Katse loetakse kehtivaks, kui mõlemad järgmised tingimused on täidetud:

a) f_a peab olema vahemikus $0,93 \leq f_a \leq 1,07$, v.a punktides 6.1.2 ja 6.1.4 lubatud juhtudel;

b) sisselaskeõhu temperatuur peab püsima 298 ± 5 K (25 ± 5 °C) juures, mõõdetuna mis tahes mootoridetailist ülesvoolu, v.a punktides 6.1.3 ja 6.1.4 lubatud ning punktides 6.1.5 ja 6.1.6 nõutud juhtudel.

6.1.2. Kui labor, milles mootorit katsetatakse, asub kõrgemal kui 600 m, võib f_a tootja nõusolekul olla suurem kui 1,07 tingimusel, et p_s ei ole väiksem kui 80 kPa.

6.1.3. Kui katsetatava mootori võimsus on suurem kui 560 kW, võib tootja nõusolekul sisselaskeõhu maksimaalne temperatuur olla kõrgem kui 303 K (30 °C) tingimusel, et see ei ületa väärtust 308 K (35 °C).

6.1.4. Kui labor, milles mootorit katsetatakse, asub kõrgemal kui 300 m ja katsetatava mootori võimsus on suurem kui 560 kW, võib f_a tootja nõusolekul olla suurem kui 1,07 tingimusel, et p_s ei ole väiksem kui 80 kPa ja sisselaskeõhu maksimaalne temperatuur olla kõrgem kui 303 K (30 °C) tingimusel, et see ei ületa väärtust 308 K (35 °C).

6.1.5. Kui tegemist on NRS-kategooria mootortüüpkonnaga, mille võimsus on väiksem kui 19 kW ja mis koosneb üksnes lumepuhurites kasutatavatest mootoritüüpidest, peab sisselaskeõhu temperatuur püsima vahemikus 273 K kuni 268 K (0 °C kuni – 5 °C).

▼M1

6.1.6. SMB-kategooria mootorite puhul peab sisselaskeõhu temperatuur püsima 263 ± 5 K (– 10 ± 5 °C) juures, v.a punktis 6.1.6.1 lubatud juhul.

6.1.6.1. SMB-kategooria mootorite puhul, millele on paigaldatud elektrooniliselt kontrollitav kütuse sisespritse, mis kohandab kütusevoogu vastavalt sisselaskeõhu temperatuurile, võib tootja valikul sisselaskeõhu temperatuur alternatiivina püsida 298 ± 5 K (25 ± 5 °C) juures.

6.1.7. Lubatud on kasutada:

a) õhurõhumõõturit, mille mõõteväljundit kasutatakse õhurõhunäiduna kogu katsekeskuses, kus on mitu dünamomeetrilist katsestendi, tingimusel, et sisselaskeõhku käitlevates seadmetes püsib mootori katsetamisel õhurõhk ± 1 kPa piires ühisest õhurõhust;

b) niiskuse mõõtmise seadet sisselaskeõhu niiskuse mõõtmiseks kogu katsekeskuses, kus on mitu dünamomeetrilist katsestendi, tingimusel, et sisselaskeõhku käitlevates seadmetes püsib mootori katsetamisel kastepunkt ± 0,5 K piires ühisest niiskuse mõõtetulemusest.

6.2. Vahejahutiga mootorid

a) Kasutatakse õhu vahejahutussüsteemi, mille sisselaskeõhu kogumaht vastab tootmises olevate mootorite tavapärasele paigaldusele. Igasugune labori vahejahutussüsteem peab olema kavandatud nii, et kondensaadi kogunemine on minimaalne. Kogunenud kondensaat lastakse välja ja väljalaskekohad suletakse enne heitekatset täielikult. Väljalaskekohad hoitakse heitekatse ajal suletuna. Jahutusvedeliku puhul tuleb pidada silmas järgmist:

   a) jahutusvedeliku temperatuuri tuleb vahejahuti sisselaskeava juures hoida kogu katse jooksul vähemalt 20 °C juures;

   b) nimipöörlemissageduse ja täiskoormuse juures tuleb jahutusvedeliku vooluhulk seadistada nii, et pärast vahejahuti väljalaskeava vastaks õhu temperatuur tootja määratud väärtusele ± 5 °C piires. Õhu väljalasketemperatuuri mõõdetakse tootja ettenähtud kohas. Seda jahutusvedeliku vooluhulga seadistatud väärtust kasutatakse kogu katse ajal;

   c) kui mootori valmistaja on õhu vahejahutussüsteemis näinud ette rõhu languse piirid, siis tuleb tagada, et rõhu langus vahejahutussüsteemis jääks tootja määratud töötingimuste puhul tootja määratud piiridesse. Rõhu langust mõõdetakse tootja määratud kohtades.

   Kui katsetsüklis kasutatakse nimipöörlemissageduse asemel punktis 5.2.5.1. määratletud maksimaalset katsekiirust, võib seda kiirust nimipöörlemissageduse asemel kasutada ka ülelaadeõhu temperatuuri kindlaksmääramiseks.

▼M1

Eesmärk on saada tavakasutusele vastavad heitetulemused. Kui heast inseneritavast nähtub, et käesoleva osa spetsifikatsioonid annaksid tulemuseks katse, mis ei ole katse representatiivne (näiteks sisselaskeõhu liigne jahutamine), võib representatiivsemate tulemuste saamiseks kasutada õhu vahejahuti rõhulanguse ning jahutusvedeliku temperatuuri ja vooluhulga puhul keerukamaid seadepunkte ja reguleerimist.

6.3. Mootori võimsus

6.3.1. Heite mõõtmise alus

Konkreetse heite mõõtmise aluseks on määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 punktis 23 sätestatud korrigeerimata kasulik võimsus.

6.3.2. Paigaldatavad lisaseadmed

Katse ajaks paigaldatakse mootori tööks vajalikud lisaseadmed katsestendile vastavalt 2. liite nõuetele.

Kui vajalikke lisaseadmeid ei saa katseks paigaldada, määratakse nende tarbitav võimsus ja lahutatakse see mootori mõõdetud võimsusest.

6.3.3. Eemaldatavad lisaseadmed

Katse ajaks eemaldatakse teatavad lisaseadmed, mis on seotud väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate käitamisega ja mida võib paigaldada mootorile.

Kui lisaseadmeid ei saa eemaldada, võib määrata nende poolt koormuseta tingimustes kasutatava võimsuse ja liita selle mootori mõõdetud võimsusele (vt 2. liite märkus g). Kui see väärtus on suurem kui 3 % suurimast võimsusest katsekiirusel, võib tehniline teenistus seda kontrollida. Lisaseadmete tarbitavat võimsust kasutatakse ettenähtud väärtuse korrigeerimiseks ja mootori poolt katsetsükli jooksul tehtud töö arvutamiseks vastavalt punktile 7.7.1.3 või punktile 7.7.2.3.1.

6.3.4. Lisaseadmete omatarbevõimsuse määramine

Seadmete ja lisaseadmete tarbitav võimsus määratakse ainult juhul, kui

a) 2. liite kohaselt nõutavad seadmed ja lisaseadmed ei ole mootorile paigaldatud

ja/või

b) mootorile on paigaldatud seadmed ja lisaseadmed, mis ei ole 2. liite kohaselt nõutavad.

Mootori tootja esitab lisaseadmete omatarbevõimsuse väärtused ja lisaseadmete omatarbevõimsuse mõõtmise/arvutamise meetodid kõigi asjaomaste katsetsüklite mõõtmisalade kohta ning need peavad saama tüübikinnitusasutuse heakskiidu.

6.3.5. Mootori töötsükkel

Tsükli töö võrdlusväärtuse ja tegeliku väärtuse arvutused (vt punkt 7.8.3.4.) põhinevad vastavalt punktile 6.3.1 mootori võimsusel. Sel juhul võrduvad valemis (6–7) P_f ja P_r nulliga ning P võrdub P_m.

▼M1

Kui seadmed ja lisaseadmed on paigaldatud vastavalt punktile 6.3.2 ja/või punktile 6.3.3, siis kasutatakse nende omatarbevõimsust tsükli hetkevõimsuse $P_{m,i}$ korrigeerimiseks valemi (6–8) abil:

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

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

kus

$P_{m,i}$ on mootori mõõdetud võimsus [kW]

$P_{f,i}$ on selliste seadmete ja lisaseadmete tarbitav võimsus, mis tuleb katseks paigaldada, kuid mida ei ole paigaldatud [kW]

$P_{r,i}$ on selliste seadmete ja lisaseadmete tarbitav võimsus, mis tuleb katseks eemaldada, kuid mida ei ole eemaldatud [kW]

6.4. Mootori sisselaskeõhk

6.4.1. Sissejuhatus

Kasutatakse mootorile paigaldatud õhusisselaske süsteemi või tüüpilist tavakasutuse konfiguratsiooni esindavat süsteemi. Siia kuulub ka õhu vahejahutus ja heitgaasitagastus (EGR).

6.4.2. Sisselaskeõhu rõhupiirang

Kasutatakse mootori õhusisselaskesüsteemi või katselabori süsteemi, mille sisselaskeõhu rõhupiirang on ± 300 Pa piires tootja määratud suurimast väärtusest puhta õhupuhasti korral nimipöörlemissageduse ja täiskoormuse juures. Kui see ei ole katselabori õhu sissevoolusüsteemi ehituse tõttu võimalik, lubatakse kasutada rõhupiirangut, mis ei ületa tootja poolt määrdunud filtri jaoks määratud väärtust, kui tehniline teenistus on selle eelnevalt heaks kiitnud. Rõhupiirangule vastav staatiline rõhuerinevus mõõdetakse tootja määratud kohas ning tootja määratud pöörlemissageduse ja pöördemomendi seadepunktide juures. Kui tootja ei määra mõõtmiskohta, mõõdetakse seda rõhku mis tahes turboülelaaduri või heitgaasitagastussüsteemi ja sisselaskeõhu süsteemi ühenduskohast ülesvoolu.

Kui katsetsüklis kasutatakse nimipöörlemissageduse asemel punktis 5.2.5.1. määratletud maksimaalset katsekiirust, võib seda kiirust nimipöörlemissageduse asemel kasutada ka sisselaskeõhu rõhupiirangu kindlaksmääramiseks.

6.5. Mootori heitgaasisüsteem

Kasutatakse mootorile paigaldatud heitgaasisüsteemi või tüüpilist tavakasutuse konfiguratsiooni esindavat süsteemi. Heitgaasisüsteem peab vastama heite proovivõtu nõuetele, mis on esitatud punktis 9.3. Kasutada tuleb mootori heitgaasisüsteemi või katselabori süsteemi, milles staatiline heitgaasi vasturõhk on 80–100 % maksimaalsest heitgaasi rõhupiirangust nimipöörlemissageduse ja täiskoormuse juures. Heitgaasi rõhupiirangu seadmiseks võib kasutada klappi. Kui heitgaasi maksimaalne rõhupiirang on 5 kPa või väiksem, siis peab seadepunkt erinema maksimaalväärtusest kõige

▼M1

rohkem 1,0 kPa võrra. Kui katsetsüklis kasutatakse nimipöörlemissageduse asemel punktis 5.2.5.1. määratletud maksimaalset katsekiirust, võib seda kiirust nimipöörlemissageduse asemel kasutada ka heitgaasi rõhupiirangu kindlaksmääramiseks.

6.6. Heitgaasi järeltöötlussüsteemiga mootor

Kui mootor on varustatud heitgaasi järeltöötlussüsteemiga, mis ei ole paigaldatud otse mootorile, peab väljalasketoru läbimõõt vastama kasutusel olevate seadmete läbimõõdule pikkuses, mis võrdub vähemalt toru neljakordse läbimõõduga ülesvoolu laiendusest, milles asub järeltöötlusseade. Väljalasketorustiku ääriku või turboülelaaduri väljalaskeava ja heitgaasi järeltöötlussüsteemi vaheline kaugus peab vastama väljaspool teid kasutatava liikurmasina konfiguratsioonile või tootja tehnilistes nõuetes ette nähtud kaugusele. Kui tootja on nii ette näinud, tuleb toru isoleerida, et järeltöötlussüsteemi sisselaskeava temperatuur vastaks tootja spetsifikatsioonile. Kui tootja on ette näinud muud paigaldusnõuded, tuleb katse konfiguratsioonis ka neid arvesse võtta. Heitgaasi vasturõhk või rõhupiirang tuleb seadistada vastavalt punktile 6.5. Muudetava heitgaasi rõhupiiranguga järeltöötlusseadmetes määratakse punktis 6.5 kasutatav heitgaasi maksimaalne rõhupiirang tootja poolt määratud järeltöötlustingimustega (kahjutustamise/vanandamise ja regeneratsiooni/koormuse tase). Harjutuskatse ning mootori kaardistamise ajaks võib järeltöötlusseadme mahuti eemaldada ning asendada samaväärse mahutiga, mis sisaldab inaktiivset katalüsaatorikandjat.

Katsetsüklis mõõdetud heitkogused peavad olema välitingimustes esineva heite suhtes representatiivsed. Mootorite puhul, mis on varustatud heitgaasi järeltöötlussüsteemiga, milles on nõutav reaktiivi kasutamine, peab tootja deklareerima kõikides katsetes kasutatava reaktiivi.

NRE-, NRG-, IWP-, IWA-, RLR-, NRS-, NRSh-, SMB- ja ATS-kategooria mootorite puhul, mis on varustatud heitgaasi järeltöötlussüsteemiga, kus toimub perioodiline (harv) regenereerimine vastavalt punktile 6.6.2, tuleb heitkoguse mõõtmistulemusi korrigeerida, et võtta arvesse regeneratsioonitoiminguid. Sel juhul sõltub keskmine heide regeneratsiooni sagedusest, mida mõõdetakse selle järgi, kui suures osas katsetest regeneratsioon toimub. Järeltöötlussüsteemid, mille regeneratsiooniprotsess toimub pidevalt või vähemalt üks kord asjaomase siirdekatsetsükli (NRTC või LSI-NRTC) või RMC jooksul („pidev regeneratsioon“) vastavalt punktile 6.6.1, ei vaja eraldi katsemenetlust.

6.6.1. Pidev regeneratsioon

Pideval regeneratsiooniprotsessil põhineva heitgaasi järeltöötlussüsteemi puhul mõõdetakse heiteid stabiliseeritud järeltöötlussüsteemis, et heitenäitajad oleksid korratavad. Regeneratsiooniprotsess peab kuumkäivitusega NRTC, LSI-NRTC või NRSC katse jooksul esinema vähemalt ühe korra ning tootja peab deklareerima, millistel normaaltingimustel regeneratsioon toimub (tahmasisaldus, temperatuur, heitgaasi vasturõhk jne). Regeneratsiooniprotsessi pideva toimumise tõendamiseks tuleb teha vähemalt kolm NRTC,

▼M1

LSI-NRTC või NRSC kuumkäivituskatset. NRTC kuumkäivituskatse puhul soojendatakse mootorit vastavalt punktile 7.8.2.1, mootoril lastakse punkti 7.4.2.1. alapunkti b kohaselt seista ja tehakse esimene NRTC kuumkäivituskatse.

Järgmist NRTC kuumkäivituskatset alustatakse pärast punkti 7.4.2.1. alapunkti b kohast seisuaega. Katsete ajal registreeritakse heitgaasi temperatuur ja rõhk (temperatuur enne ja pärast järeltöötlussüsteemi, heitgaasi vasturõhk jne). Kui tootja deklareeritud tingimused ilmnevad katse käigus piisava aja jooksul ning heitetulemused ei erine keskmisest väärtusest rohkem kui ± 25 % või 0,005 g/kWh, olenevalt sellest, kumb on suurem, peetakse heitgaasi järeltöötlussüsteemi rahuldavaks.

6.6.2. Harv regeneratsioon

Käesolevat sätet kohaldatakse ainult mootorite suhtes, mille heitgaasi järeltöötlussüsteem regenereerub harva, tavaliselt mootori vähem kui 100 tavapärase töötunni järel. Selliste mootorite puhul määratakse kas aditiivsed või multiplikatiivsed tegurid üles- või allapoole korrigeerimiseks, nagu on osutatud punktis 6.6.2.4 („korrektsioonitegur“).

Katsete tegemine ja korrektsioonitegurite kindlaksmääramine on nõutav ainult ühe asjaomase siirdekatsetsükli (NRTC või LSI-NRTC) või RMC jaoks. Kindlaksmääratud tegureid võib kasutada muude asjaomaste katsetsüklite (sh üksikrežiimis NRSC) tulemuste suhtes.

Kui siirdekatsetsüklis (NRTC või LSI-NRTC) või RMC-s katsetamise tulemusena ei leita sobivaid korrektsioonitegureid, tuleb need kindlaks määrata asjaomase üksikrežiimi NRSC katse alusel. Üksikrežiimis NRSC katse alusel kindlaks määratud tegureid kohaldatakse üksnes üksikrežiimis NRSC suhtes.

Ei nõuta katsete tegemist ja korrektsioonitegurite kindlaksmääramist nii RMC kui ka üksikrežiimis NRSC alusel.

6.6.2.1. Nõue korrektsioonitegurite kindlaksmääramise kohta NRTC, LSI-NRTC või RMC alusel

Heidet mõõdetakse vähemalt kolmes NRTC, LSI-NRTC või RMC kuumkäivituskatses, kusjuures üks katse tehakse regeneratsiooni ajal ja kaks stabiliseeritud järeltöötlussüsteemiga ilma regeneratsioonita. Regeneratsiooniprotsess peab regeneratsiooniga NRTC, LSI-NRTC või RMC jooksul aset leidma vähemalt üks kord. Kui regeneratsioon toimub rohkem kui ühe NRTC, LSI-NRTC või RMC katse ajal, jätkatakse järjestikuste NRTC, LSI-NRTC või RMC katsete tegemist ja heite mõõtmist, seiskamata mootorit,

▼M1

kuni regeneratsioon on lõppenud, ja arvutatakse katsete keskmised väärtused. Kui regeneratsioon katse jooksul lõpule jõuab, viiakse katse täies mahus lõpule.

Kogu asjaomase tsükli jaoks määratakse valemite (6–10) kuni (6–13) abil kindlaks sobiv korrektsioonitegur.

6.6.2.2. Nõue korrektsioonitegurite kindlaksmääramise kohta üksikrežiimis NRSC katsete alusel

Heitgaaside järeltöötlussüsteem peab menetluse alguseks olema stabiliseeritud ning heidet mõõdetakse üksikrežiimis NRSC iga katserežiimi puhul vähemalt kolmes katses, milles regeneratsioonitingimusi on võimalik täita, kusjuures üks katse tehakse regeneratsiooniga ja kaks ilma regeneratsioonita. Tahkete osakeste heite mõõtmisel kasutatakse punkti 7.8.1.2. alapunktis c kirjeldatud mitmefiltrimeetodit. Kui regeneratsioon on alanud, kuid ei ole konkreetse katserežiimi mõõteperioodi lõpuks veel lõppenud, pikendatakse mõõteperioodi kuni regeneratsiooni lõpulejõudmiseni. Kui samas katserežiimis tehakse mitu katset, arvutatakse keskmine tulemus. Protsessi korratakse igas katserežiimis.

Vastava tsükli nende režiimide jaoks, kus toimub regeneratsioon, määratakse valemite (6–10) kuni (6–13) abil kindlaks sobiv korrektsioonitegur.

6.6.2.3. Üldine menetlus harva esineva regeneratsiooni korrektsioonitegurite kindlaksmääramiseks

Tootja teatab, millistel normaaltingimustel regeneratsiooniprotsess toimub (tahmasisaldus, temperatuur, heitgaasi vasturõhk jne). Samuti teatab tootja regeneratsioonide sageduse, esitades katsete arvu, mille korral regeneratsioon toimub. Sageduse määramise täpne kord põhineb heal inseneritaval ja see lepitakse kokku tüübikinnitus- või sertifitseerimisasutusega.

Tootja valmistab regeneratsioonikatseks ette heitgaasi järeltöötlussüsteemi, mida on koormatud. Mootori konditsioneerimise käigus regeneratsiooni toimuda ei tohi. Alternatiivina võib tootja teha järjestikuseid vastava tsükli katseid, kuni järeltöötlussüsteem on koormatud. Kõigi katsete puhul pole heite mõõtmine nõutav.

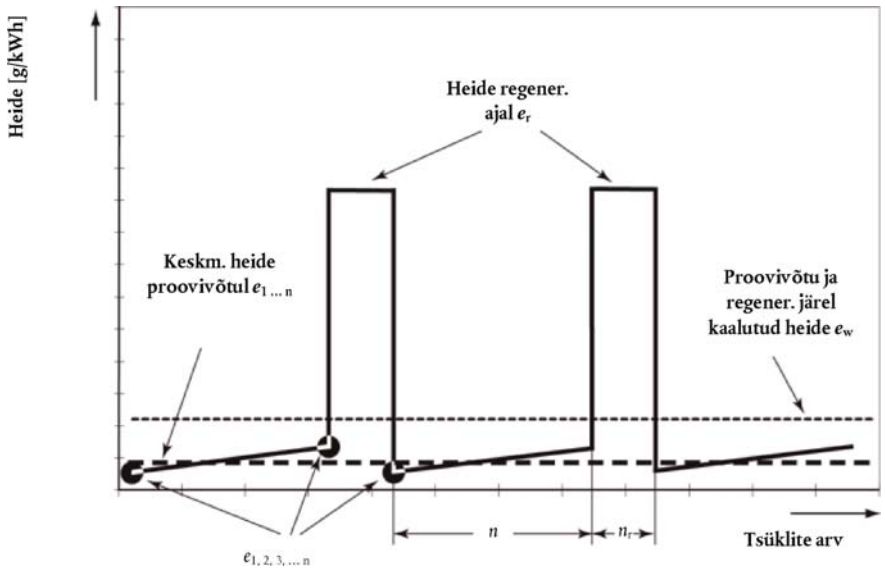
Keskmine heitetase regeneratsioonifaaside vahel määratakse asjaomase tsükli mitme ligikaudu võrdsete vahedega katse aritmeetilise keskmise põhjal. Tuleb teha vähemalt üks asjaomane tsükkel võimalikult vahetult enne regeneratsioonikatset ja üks vahetult pärast regeneratsioonikatset.

Regeneratsioonikatse ajal registreeritakse kõik regeneratsiooni kindlakstegemiseks vajalikud andmed (CO või NO_x heide, temperatuur enne ja pärast järeltöötlussüsteemi, heitgaasi vasturõhk jne). Regeneratsiooniprotsessi ajal võib kohaldatavaid heitkoguste piirnorme ületada. Katsemenetluse skeem on esitatud joonisel 6.1.

▼M1

Joonis 6.1

Harva toimuva (perioodilise) regeneratsiooni skeem, kus *n* on mõõtmiste arv ja n_r on regeneratsiooni ajal tehtud mõõtmiste arv



Punkti 6.6.2.1 või 6.6.2.2 kohaselt tehtud katsetega seotud keskmist eriheite kogust [g/kWh või #/kWh] kaalutakse valemi (6–9) abil (vt joonis 6.1):

$$\overline{e}_w = \frac{n \cdot \overline{e} + n_r \cdot \overline{e}_r}{n + n_r} \qquad (6–9)$$

kus

n on nende katsete arv, milles regeneratsiooni ei toimu

n_r on nende katsete arv, milles regeneratsioon toimub (vähemalt üks katse)

$\overline{e}$ on keskmine eriheite kogus katses, milles regeneratsiooni ei toimu [g/kWh või #/kWh]

$\overline{e}_r$ on keskmine eriheite kogus katses, milles regeneratsioon toimub [g/kWh või #/kWh]

Tootja valikul ja vastavalt heale inseneritavale võib regeneratsiooni korrektsiooniteguri k_r, mis väljendab keskmist heitkogust, arvutada kas multiplikatiivsena või aditiivsena kõigi gaasiliste saasteainete kohta, ning kui on olemas kohaldatav piirnorm, siis ka tahkete osakeste massi ja arvu kohta, kasutades valemeid (6–10) kuni (6–13):

Multiplikatiivne

$$k_{ru,m} = \frac{e_w}{e} \quad \text{(ülespoole korrigeerimise tegur)} \qquad (6–10)$$

$$k_{rd,m} = \frac{e_w}{e_r} \quad \text{(allapoole korrigeerimise tegur)} \qquad (6–11)$$

▼**M1**

Aditiivne

$k_{ru,a} = e_w - e$ (ülespoole korrigeerimise tegur) (6–12)

$k_{rd,a} = e_w - e_r$ (allapoole korrigeerimise tegur) (6–13)

6.6.2.4. Korrektsioonitegurite kohaldamine

Ülespoole korrigeerimise tegurid korrutatakse mõõdetud heitkogustega või liidetakse neile kõigi katsete puhul, milles regeneratsiooni ei toimu. Allapoole korrigeerimise tegurid korrutatakse mõõdetud heitkogustega või liidetakse neile kõigi katsete puhul, milles regeneratsioon toimub. Regeneratsiooni toimumine tehakse kindlaks viisil, mis on kogu katsetamise ajal pidevalt ilmne. Kui regeneratsiooni ei ole tuvastatud, kohaldatakse ülespoole korrigeerimise tegurit.

Vastavalt VII lisale ja VII lisa 5. liitele, mis käsitlevad pidurdamisega seotud heite arvutamist, kehtib regeneratsiooni korrektsiooniteguri suhtes järgmine:

a) kui see määratakse kindlaks kogu kaalutud tsükli jaoks, kohaldatakse seda vastavate kaalutud NRTC, LSI-NRTC ja NRSC tsüklite tulemuste suhtes;

b) kui see määratakse kindlaks konkreetselt vastava üksikrežiimi NRSC üksikute režiimide jaoks, kohaldatakse seda enne tsükli heite kaalutud tulemuse arvutamist vastava üksikrežiimi NRSC nende režiimide tulemuste suhtes, kus regeneratsioon toimub. Sellisel juhul kasutatakse tahkete osakeste mõõtmiseks mitmefiltrimeetodit;

c) seda võib laiendada sama mootoritüüpkonna teistele liikmetele;

d) seda võib laiendada muudele mootoritüüpkondadele, mis kuuluvad samasse mootori järeltöötlussüsteemi tüüpkonda, nagu on sätestatud haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IX lisas, kui tüübikinnitusasutus on selle eelnevalt heaks kiitnud, lähtudes tootja esitatud tehnilistest tõenditest, mis kinnitavad heidete sarnasust.

Kehtivad järgmised valikuvariandid:

a) tootja võib ühe või mitme oma mootoritüüpkonna (või konfiguratsiooni) puhul otsustada korrektsioonitegurit mitte kasutada, sest regeneratsiooni mõju on väike või ei ole otstarbekas kindlaks teha, millal regeneratsioon toimub. Sellistel juhtudel korrektsioonitegurit ei kasutata ning tootja vastutab kõigil katsetel heitkoguse piirnormide järgimise eest, olenemata sellest, kas regeneratsioon toimub või mitte;

b) tootja taotluse korral võib tüübikinnitusasutus võtta regeneratsioone arvese teisiti kui punktis a sätestatud viisil. Seda võimalust kohaldatakse siiski ainult eriti harva toimuva regeneratsiooni suhtes, mida ei saa punktis a kirjeldatud korrektsioonitegureid kasutades praktiliselt käsitleda.

▼**M1**

6.7. Jahutussüsteem

Mootori jahutamiseks kasutatakse süsteemi, mis on piisava mahuga, et hoida mootorit ning selle sisselaskeõhku, õli, jahutusvedelikku, plokki ja silindripead tootja ettenähtud normaalsetel töötemperatuuridel. Kasutada võib laboris kasutatavaid lisajahuteid ja -ventilaatoreid.

6.8. Määrdeõli

Tootja teatab, millist määrdeõli tuleb kasutada, ning see peab olema turul saadaoleva määrdeõli suhtes representatiivne; katses kasutatava määrdeõli spetsifikatsioonid registreeritakse ja esitatakse koos katsetulemustega.

6.9. Etalonkütuse spetsifikatsioon

Katses kasutatavad etalonkütused on esitatud IX lisas.

Kütuse temperatuur peab vastama tootja soovitustele. Kütuse temperatuuri tuleb mõõta sissepritsepumba sisselaskeava juures või tootja ettenähtud kohas ning mõõtepunkti asukoht tuleb registreerida.

6.10. Karterigaaside heide

Käesolevat punkti kohaldatakse NRE-, NRG-, IWP-, IWA-, RLR-, NRS-, NRSh-, SMB- ja ATS-kategooriasse kuuluvate mootorite suhtes, mis vastavad määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud V etapi heite piirnormidele.

Karterigaaside heide, mis pääseb otse ümbritsevasse keskkonda, lisatakse iga heitekatse ajal heitgaasidele (kas füüsiliselt või matemaatiliselt).

Seda erandit kasutavad tootjad peavad mootorid paigaldama nii, et kõik karterigaaside heited suunatakse heitekogumissüsteemi. Käesoleva punkti kohaldamisel ei loeta vahetult keskkonda suunatavateks selliseid karterigaaside heiteid, mis suunatakse kogu töötamise ajal heitgaaside hulka heitgaaside järeltöötlussüsteemist ülesvoolu.

Lahtisest karterist eralduv heide suunatakse heitkoguste mõõtmiseks heitgaasisüsteemi järgmiselt:

a) torud peavad olema siledate seintega ja valmistatud elektrit juhtivast materjalist, mis ei reageeri karterigaasidega. Torud peavad olema nii lühikesed kui võimalik;

b) laboris kasutatavas karteritorustikus peab käänukohtade arv olema minimaalne ning vältimatute torukäänude kõverusraadius peab olema maksimaalne;

c) laboris kasutatav karteri heitgaasitorustik peab karteri vasturõhu osas vastama mootori tootja spetsifikatsioonidele;

d) karteri heitgaasitorustik ühendatakse lahjendamata heitgaasi torustikuga allavoolu heitgaaside järeltöötlussüsteemist, allavoolu igast paigaldatud heitgaasipiirikust ja piisavalt ülesvoolu mis tahes proovivõtturist, et tagada enne proovi võtmist piisav

▼M1

segunemine mootori heitgaasidega. Karteri heitgaasitoru peab ulatuma vabasse heitgaasivoogu, et vältida piirkihist tingitud mõju ja soodustada segunemist. Karteri heitgaasitoru väljalase võib olla lahjendamata heitgaasivoo suhtes suvalise suunaga.

7. **Katsemenetlused**

7.1. Sissejuhatus

Käesolevas jaos kirjeldatakse, kuidas määratakse katsetatavate mootorite gaasiliste ja tahkete osakeste heidet, mis on tingitud pidurdamisest. Katsemootoril peab olema mootoritüüpkonna algmootori konfiguratsioon, nagu on sätestatud haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IX lisas.

Laboris tehtav heitekatse seisneb XVII lisas ette nähtud katsetsüklite käigus eraldunud heitkoguste ja muude parameetrite mõõtmises. Käsitletakse järgmisi aspekte:

a) labori konfiguratsioon heite mõõtmiseks (punkt 7.2);

b) katse-eelsed ja -järgsed kontrollimenetlused (punkt 7.3);

c) katsetsüklid (punkt 7.4);

d) üldine katsetoimingute järjestus (punkt 7.5);

e) mootori kaardistamine (punkt 7.6);

f) katsetsükli koostamine (punkt 7.7);

g) katsetsükli üksikasjalik läbiviimine (punkt 7.8).

7.2. Heitkoguste mõõtmise põhimõte

Pidurdamisega seotud heite mõõtmiseks tuleb käitada mootorit vastavalt vajadusele punktis 7.4 ette nähtud katsetsüklites. Pidurdamisega seotud heite mõõtmiseks on vaja määrata heitgaasis sisalduvate saasteainete (st HC, CO, NO_x ja tahked osakesed) mass, heitgaasis sisalduvate osakeste arv, heitgaasis sisalduva CO_2 mass ning vastav mootori töö.

7.2.1. Koostisosa mass

Iga koostisosa kogumass tuleb määrata vastava katsetsükli jooksul, kasutades järgmisi meetodeid.

7.2.1.1. Pidev proovivõtt

Pideva proovivõtu puhul mõõdetakse koostisosa kontsentratsiooni lahjendamata või lahjendatud heitgaasis pidevalt. See kontsentratsioon korrutatakse (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi pideva vooluhulgaga heiteproovide võtmise punktis, et määrata koostisosa vooluhulk. Koostisosa heitkoguseid summeeritakse katsefaasi jooksul pidevalt. See summa vastab eraldunud koostisosa kogumassile.

▼**M1**

7.2.1.2. Perioodiline proovivõtt

Perioodilise proovivõtu puhul võetakse lahjendamata või lahjendatud heitgaasist pidevalt proove, mis säilitatakse hilisemaks mõõtmiseks. Võetud proov peab olema proportsionaalne lahjendamata või lahjendatud heitgaasi vooluhulgaga. Perioodilise proovivõtu näideteks on lahjendatud gaasilise heite kogumine proovivõtukotti ja tahkete osakeste kogumine filtrile. Põhimõtteliselt arvutatakse heitkogused järgmiselt: perioodilise proovivõtu teel saadud kontsentratsioonid korrutatakse (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi kogumassi või -massivooluhulgaga, millest proov katsetsükli käigus võeti. Tulemuseks on eraldatud koostisosa kogumass või -massivooluhulk. Tahkete osakeste kontsentratsiooni arvutamiseks tuleb heitgaasivoost proportsionaalselt võetud proovist filtrile sadestunud tahkete osakeste kogus jagada filtreeritud heitgaasi kogusega.

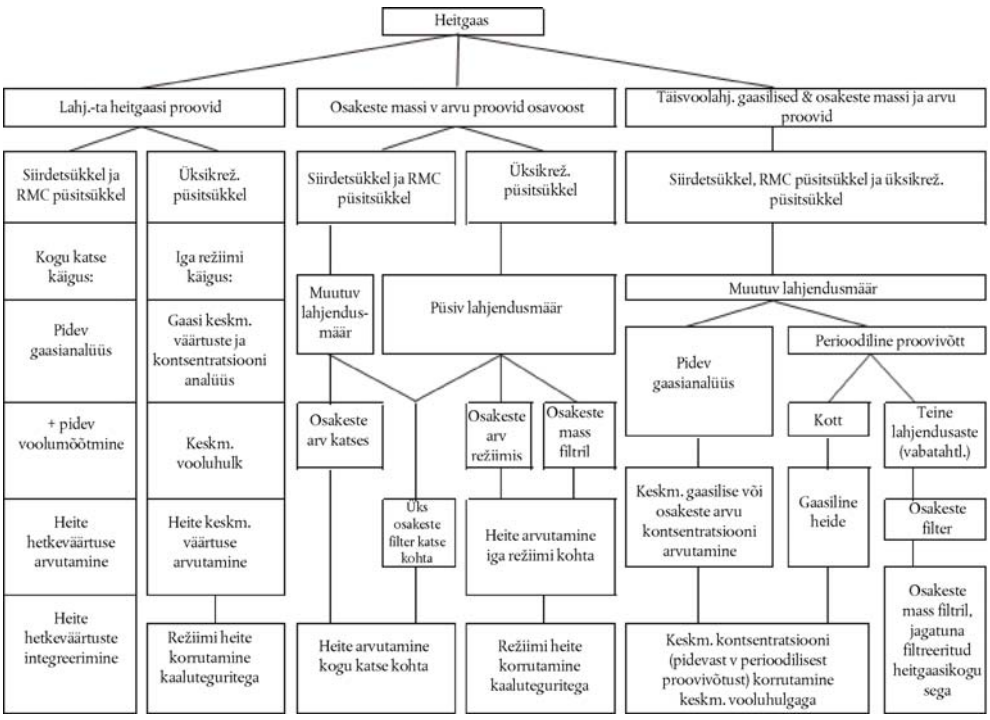
7.2.1.3. Kombineeritud proovivõtt

Lubatud on pideva ja perioodilise proovivõtu kõik kombinatsioonid (näiteks tahkete osakeste heite perioodiline proovivõtt ja gaasilise heite pidev proovivõtt).

Joonisel 6.2 on näidatud heite mõõtmise katsemenetluse kahte aspekti: seadmeid, mille proovivõtutorud on lahjendamata või lahjendatud heitgaasis, ning toiminguid, mida on vaja saasteainete heitkoguste arvutamiseks püsi- ja siirdekatsetsüklites.

Joonis 6.2

Katsemenetlused heite mõõtmiseks



Märkus joonise 6.2 kohta: mõiste „tahkete osakeste proovivõtt osavoost“ hõlmab osavoolahjendust, kus eraldatakse üksnes lahjendamata heitgaas ja kasutatakse konstantset või muutuvat lahjendusastet.

▼**M1**

7.2.2. Töö määramine

Töö tuleb määrata katsetsükli jooksul, korrutades sünkroonselt pöörlemissageduse ja pidurdusmomendi, et arvutada mootori tegeliku võimsuse hetkeväärtused. Mootori tegelik võimsus integreeritakse üle kogu katsetsükli, et määrata kindlaks kogutöö.

7.3. Kontrollimine ja kalibreerimine

7.3.1. Katse-eelsed menetlused

7.3.1.1. Eelkonditsioneerimine

Stabiilsete tingimuste saavutamiseks tuleb proovivõtusüsteem ja mootor enne katsetoimingute alustamist käesoleva punkti kohaselt ette valmistada.

Mootori eelkonditsioneerimise eesmärk on saavutada heite ja heitekontrolli tüüpilisus töötsüklis ja vähendada kallutatust, et saavutada stabiilsed tingimused järgmise heitekatse jaoks.

Heidet võib mõõta ka eelkonditsioneerimistsükli ajal, kui tehakse eelnevalt kindlaksmääratud arv eelkonditsioneerimistsükleid ja mõõtesüsteem käivitatakse vastavalt punkti 7.3.1.4 nõuetele. Mootori tootja teatab enne eelkonditsioneerimise alustamist eelkonditsioneerimise määra. Eelkonditsioneerimine toimub järgmiselt, võttes arvesse, et konkreetsed eelkonditsioneerimistsüklid on samad, mis heitekatsete puhul.

7.3.1.1.1. Eelkonditsioneerimine NRTC külmkäivituskatseks

Mootor eelkonditsioneeritakse, tehes vähemalt ühe NRTC kuumkäivituse. Kohe pärast iga eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist lülitatakse mootor välja ja lastakse seisval mootoril läbida kuumseiskamisperioodi. Kohe pärast viimase eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist lülitatakse mootor välja ja alustatakse punktis 7.3.1.2 kirjeldatud mootori jahutamist.

7.3.1.1.2. Eelkonditsioneerimine NRTC kuumkäivituskatseks või LSI-NRTC katseks

Käesolevas punktis kirjeldatakse eelkonditsioneerimist, mida kasutatakse juhul, kui tahetakse mõõta kuumkäivitusega NRTC heidet ilma NRTC külmkäivituskatset tegemata või LSI-NRTC heidet. Mootor eelkonditsioneeritakse, tehes vastavalt vajadusele vähemalt ühe kuumkäivitusega NRTC või LSI-NRTC. Kohe pärast iga eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist lülitatakse mootor välja ja järgmist tsüklit alustatakse niipea, kui võimalik. Järgmist eelkonditsioneerimistsüklit on soovitav alustada 60 sekundi jooksul pärast viimase eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist. Pärast viimase eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist tehakse vajaduse korral sobiv kuumseiskamine (kuumkäivitusega NRTC) või jahutamine (LSI-NRTC), enne kui mootor heitekatseks käivitatakse. Kui kuumseiskamist ega jahutamist ei toimu, on soovitav heitekatset alustada 60 sekundi jooksul pärast viimase eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist.

▼M1

7.3.1.1.3. Eelkonditsioneerimine üksikrežiimi NRSC jaoks

Muid kui NRS- ja NRSh-kategooria mootoreid soojendatakse ja käitatakse seni, kuni mootori (jahutusvedeliku ja määrdeõli) temperatuur on mis tahes üksikrežiimis NRSC katsetsüklite puhul, v.a D2, E2 või G tüüp, stabiliseerunud 50 % pöörlemissageduse ja 50 % pöördemomendi juures, üksikrežiimis NRSC D2, E2 või G tüübi katsetsüklite puhul aga mootori nimipöörlemissageduse ja 50 % pöördemomendi juures. 50 % pöörlemissagedus arvutatakse vastavalt punktile 5.2.5.1, kui tegemist on mootoriga, mille puhul katsekiiruse määramiseks kasutatakse maksimaalset katsekiirust, kõigil muudel juhtudel aga vastavalt punktile 7.7.1.3. 50 % pöördemomendi all mõistetakse 50 % maksimaalsest pöördemomendist kõnealusel pöörlemissagedusel. Heitekatset alustatakse ilma mootorit peatamata.

NRS- ja NRSh-kategooria mootoreid soojendatakse vastavalt tootja soovitusele ja hea inseneritavale. Enne heite mõõtmise alustamist peab mootor töötama asjaomase katsetsükli režiimis 1, kuni mootori temperatuur on stabiliseerunud. Heitekatset alustatakse ilma mootorit peatamata.

7.3.1.1.4. Eelkonditsioneerimine RMC jaoks

Mootori tootja valib ühe järgmistest eelkonditsioneerimistsüklitest, kas a või b. Mootori eelkonditsioneeritakse vastavalt valitud tsüklile.

a) Mootori eelkonditsioneerimiseks tehakse olenevalt katserežiimide arvust vähemalt RMC teine pool. Mootorit ei lülitata tsüklite vahel välja. Kohe pärast iga eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist alustatakse järgmist tsüklit (sh heitekatset) niipea, kui praktiliselt võimalik. Kui võimalik, on järgmist tsüklit soovitav alustada 60 sekundi jooksul pärast viimase eelkonditsioneerimistsükli lõpetamist.

b) Mootorit soojendatakse ja käitatakse seni, kuni mootori (jahutusvedeliku ja määrdeõli) temperatuur on mis tahes RMC katsetsüklite puhul, v.a D2, E2 või G tüüp, stabiliseerunud 50 % pöörlemissageduse ja 50 % pöördemomendi juures, RMC D2, E2 või G tüübi katsetsüklite puhul aga mootori nimipöörlemissageduse ja 50 % pöördemomendi juures. 50 % pöörlemissagedus arvutatakse vastavalt punktile 5.2.5.1, kui tegemist on mootoriga, mille puhul katsekiiruse määramiseks kasutatakse maksimaalset katsekiirust, kõigil muudel juhtudel aga vastavalt punktile 7.7.1.3. 50 % pöördemomendi all mõistetakse 50 % maksimaalsest pöördemomendist kõnealusel pöörlemissagedusel.

7.3.1.1.5. Mootori jahutamine (NRTC)

Kasutada võib loomulikku jahtumist või sundjahutust. Sundjahutuse puhul tuleb vastavalt heale inseneritavale kasutada süsteeme jahutusõhu suunamiseks kogu mootorile, jahutusõli juhtimiseks läbi mootori õlitussüsteemi, soojuse eemalejuhtimiseks jahutusvedelikust mootori jahutussüsteemi kaudu ning soojuse eemalejuhtimiseks heitgaasi järeltöötlussüsteemist. Järeltöötlussüsteemi sundjahutuse puhul ei tohi jahutusõhku kasutada enne, kui heitgaasi järeltöötlussüsteemi temperatuur on langenud alla katalüsaatori aktiveerimistemperatuuri. Keelatud on kasutada sellist jahutusmeetodit, mis ei anna tulemuseks representatiivseid heitkoguseid.

▼M1

7.3.1.2. Süsivesinike saaste kontrollimine

Kui on alust eeldada, et heitgaasi mõõtmissüsteem on olulisel määral süsivesinikega (HC) saastunud, võib HC-saastet nullgaasiga kontrollida ning seejärel teha vastavad parandustoimingud. Kui mõõtmissüsteemi saastumise määra ja HC taustsüsteemi on vaja kontrollida, tuleb seda teha 8 tunni jooksul enne iga katsetsükli algust. Väärtused tuleb hilisemaks korrigeerimiseks registreerida. Enne niisugust kontrollimist tuleb teha lekkekontroll ja kalibreerida FID analüsaator.

7.3.1.3. Mõõteseadmete ettevalmistamine proovivõtuks

Enne heiteproovide võtmist tuleb sooritada järgmised toimingud:

a) heiteproovide võtmisele eelneva 8 tunni jooksul tehakse punkti 8.1.8.7 kohaselt lekkekontroll;

b) perioodilise proovivõtu puhul ühendatakse süsteemiga puhtad kogumisvahendid, näiteks vaakumkotid või määratud omakaaluga filtrid;

c) kõik mõõteseadmed käivitatakse vastavalt mõõteseadme tootja juhistele ja heale inseneritavale;

d) lahjendussüsteemid, proovivõtupumbad, jahutusventilaatorid ja andmekogumissüsteemid lülitatakse sisse;

e) vooluhulk proovivõtmisel reguleeritakse soovitud väärtuseni, soovi korral kasutatakse möödavoolutoru;

f) proovivõtusüsteemi soojusvahetid tuleb eelnevalt soojendada või jahutada temperatuurini, mis jääb katseks vajalikku töötemperatuuride vahemikku;

g) kuumutatud või jahutatud komponentidel, nagu proovivõtutorud, filtrid, jahutid ja pumbad, lastakse töötemperatuuril stabiliseeruda;

h) heitgaasi lahjendussüsteemi voog lülitatakse sisse vähemalt 10 minutit enne katsetoimingute alustamist;

i) gaasianalüsaatorid kalibreeritakse ja pidevanalüsaatorid nullitakse vastavalt punktis 7.3.1.4 esitatud menetlusele;

j) kõik elektroonilised integraatorid tuleb enne mis tahes katsefaasi alustamist nullida või uuesti nullida.

7.3.1.4. Gaasianalüsaatorite kalibreerimine

Valitakse asjakohased gaasianalüsaatorite mõõtepiirkonnad. Lubatud on nii automaatselt lülituva kui ka käsitsi lülitatava mõõtepiirkonnaga heiteanalüsaatorid. Siirdekatsetsüklit (NRTC või LSI-NRTC) või RMC-d kasutava katse ajal ning gaasilise heite proovivõtuajal üksikrežiimis NRSC iga katserežiimi lõpus ei tohi heiteanalüsaatorite mõõtepiirkonda ümber lülitada. Samuti ei tohi analüsaatori analoogvõimendit (-võimendeid) katsetsükli ajal ümber lülitada.

▼**M1**

Kõik pidevanalüsaatorid tuleb nullida ja nende mõõteulatus tuleb määrata, kasutades rahvusvahelistele standarditele vastavaid gaase, mis on kooskõlas punktis 9.5.1 esitatud spetsifikatsioonidega. FID-analüsaatorite mõõteulatus määratakse süsinikekvivalendi 1 (C_1) alusel.

7.3.1.5. Tahkete osakeste filtri eelkonditsioneerimine ja omakaalu määramine

Tahkete osakeste filtri eelkonditsioneerimiseks ja omakaalu määramiseks järgitakse punkti 8.2.3 menetlust

7.3.2. Katsejärgsed menetlused

Pärast heiteproovide võtmise lõpetamist sooritatakse järgmised toimingud.

7.3.2.1. Proportsionaalse proovivõtu kontrollimine

Kõikide proportsionaalsete perioodiliste proovivõttude, näiteks kogumiskotiproovi või tahkete osakeste proovi puhul tuleb kontrollida, kas proovivõtt oli punkti 8.2.1 kohaselt proportsionaalne. Ühefiltrimeetodi ja üksikrežiimis püsikatsetsükli jaoks arvutatakse tahkete osakeste efektiivne kaalutegur. Kõik proovid, mis ei vasta punkti 8.2.1 nõuetele, jäetakse arvesse võtmata.

7.3.2.2. Katsejärgne tahkete osakeste konditsioneerimine ja kaalumine

Kasutatud tahkete osakeste proovifiltrid tuleb asetada kaetud või suletud mahutitesse või filtripesad sulgeda, et kaitsta proovifiltreid keskkonnast tuleneva saastumise eest. Sel viisil kaitstud filtrid pannakse uuesti tahkete osakeste filtrite konditsioneerimiskambrisse või -ruumi. Seejärel tuleb tahkete osakeste proovifiltrid konditsioneerida ja kaaluda vastavalt punktile 8.2.4 (tahkete osakeste proovi järelkonditsioneerimine ja kaalumine).

7.3.2.3. Gaasilise heite perioodilise proovivõtu analüüs

Esimesel võimalusel tuleb teha järgmist:

a) kõik perioodilise proovivõtu gaasianalüsaatorid nullitakse ja nende mõõteulatus määratakse 30 minuti jooksul pärast katsetsükli lõppu, või kui see on teostatav, siis kütuseaurude eraldumise ajal, et kontrollida, kas gaasianalüsaatorid on endiselt stabiilsed;

b) kõiki traditsioonilisi perioodilisi gaasiheiteproove analüüsitakse hiljemalt 30 minutit pärast kuumkäivitusega NRTC lõppu või kütuseaurude eraldumise ajal;

c) taustaproove analüüsitakse hiljemalt 60 minutit pärast kuumkäivitusega NRTC lõppu.

7.3.2.4. Triivi kontrollimine

Pärast heitgaasi kvantifitseerimist tuleb kontrollida triivi järgmiselt:

a) perioodilise ja pideva proovivõtuga gaasianalüsaatorite puhul registreeritakse pärast analüsaatorisse siseneva nullgaasi stabiliseerimist analüsaatori keskmine näit. Stabiliseerimisaeg võib sisaldada aega, mis kulub analüsaatori läbipuhumiseks, et eemaldada mis tahes proovivõtugaas, ja lisaaega, mis kulub analüsaatori näidu saamiseks;

▼M1

b) pärast analüsaatorisse siseneva võrdlusgaasi stabiliseerimist registreeritakse analüsaatori keskmine näit. Stabiliseerimisaeg võib sisaldada aega, mis kulub analüsaatori läbipuhumiseks, et eemaldada mis tahes proovivõtugaas, ja lisaaega, mis kulub analüsaatori näidu saamiseks;

c) neid andmeid kasutatakse triivi valideerimiseks ja triivi arvestava korrektsiooni tegemiseks, nagu on kirjeldatud punktis 8.2.2.

7.4. Katsetsüklid

ELi tüübikinnituskatse tegemisel kasutatakse asjakohast NRSC või vajaduse korral NRTC või LSI-NRTC tsüklit, nagu on sätestatud määruse (EL) 2016/1628 artiklis 23 ja IV lisas. NRSC, NRTC ja LSI-NRTC tsükli tehnilised spetsifikatsioonid ja omadused on sätestatud XVII lisas ning koormus- ja kiirusseadistuste määramise meetod nende katsetsüklite jaoks on sätestatud punktis 5.2.

7.4.1. Püsikatsetsüklid

Maanteevälised püsikatsetsüklid (NRSC) on sätestatud XVII lisa 1. ja 2. liites kui üksikrežiimi NRSC-de loetelu (tööpunktid), kus igal tööpunktil on üks pöörlemissageduse ja üks pöördemomendi väärtus. NRSC-d mõõdetakse soojendatud ja töötava mootoriga vastavalt tootja spetsifikatsioonile. Tootja valikul võib NRSC teha üksikrežiimis NRSC või RMC-na, nagu on selgitatud punktides 7.4.1.1 ja 7.4.1.2. Heitekatse tegemine nii punkti 7.4.1.1 kui ka punkti 7.4.1.2 kohaselt ei ole nõutav.

7.4.1.1. Üksikrežiimis NRSC

Üksikrežiimis NRSC koosneb kuumkatsetsüklitest, kus heite mõõtmine algab pärast seda, kui mootor on käivitatud, soojendatud ja töötab punkti 7.8.1.2 kohaselt. Iga tsükkel koosneb mitmest pöörlemissageduse ja koormuse režiimist (koos vastava kaaluteguriga iga katserežiimi kohta), mis hõlmavad vastava mootorikategooria tüüpilist tööpiirkonda.

7.4.1.2. Astmeline NRSC

Astmeline tsükkel (RMC) koosneb kuumkatsetsüklitest, kus heite mõõtmine algab pärast seda, kui mootor on käivitatud, soojendatud ja töötab punkti 7.8.2.1 kohaselt. RMC käigus reguleeritakse mootorit pidevalt katsestendi juhtseadisega. Gaasiliste ja tahkete osakeste heite mõõtmine ja proovivõtt toimuvad RMC ajal pidevalt, samamoodi nagu siirdekatsetsüklite (NRTC või LSI-NRTC) puhul.

RMC eesmärk on pakkuda meetodit püsikatse tegemiseks pseudosiirdekatsetsüklis. Iga RMC koosneb mitmest püsirežiimist, mille vahel on lineaarne siire. Suhteline aeg, mis kulub igaks režiimiks ja sellele eelnevaks siirdeks kokku, vastab üksikrežiimi NRSC kaalule. Mootori pöörlemissageduse ja koormuse muutust ühest režiimist järgmisse siirdumisel tuleb lineaarselt juhtida 20 ± 1 sekundi jooksul. Režiimi muutuse aeg on osa uuest režiimist (ka esimese režiimi puhul). Mõnel juhul ei tehta režiime läbi samas järjekorras nagu üksikrežiimi NRSC puhul või režiimid lahutatakse üksteisest, et vältida äärmuslikke temperatuurimuutusi.

▼M1

7.4.2. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC)

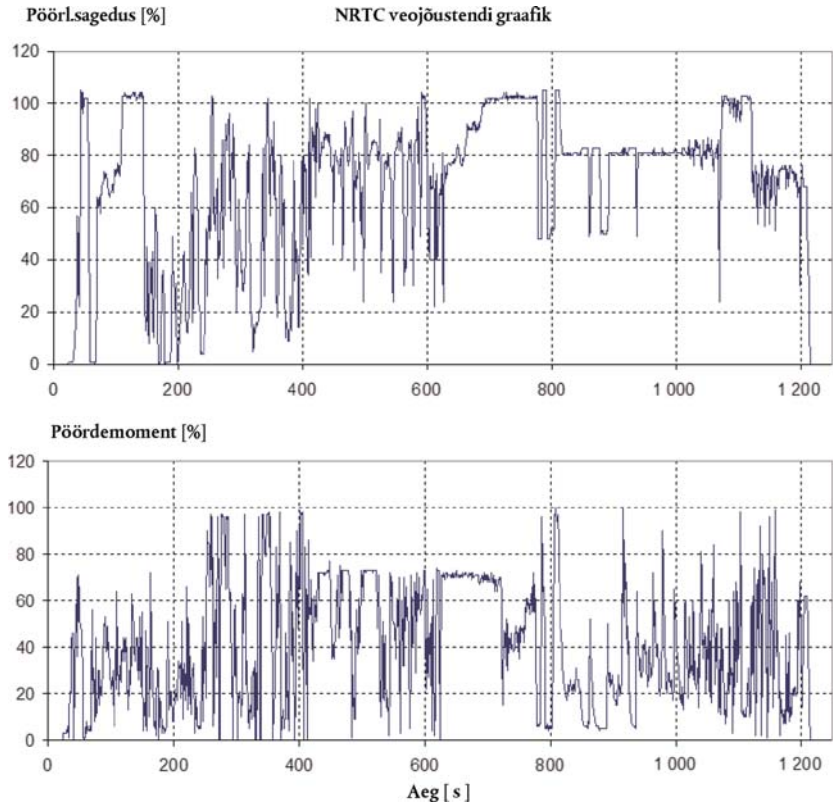
NRE-kategooria mootorite maanteeväline siirdekatsetsükkel (NRTC) ja NRS-kategooria suurte sädesüütega mootorite maanteeväline siirdekatsetsükkel (LSI-NRTC) on mõlemad sätestatud XVII lisa 3. liites kui sekundhaaval esitatud pöörlemissageduste ja pöördemomentide normaliseeritud väärtuste seeria. Katse tegemiseks mootori katsekambris tuleb normaliseeritud väärtused mootori kaardistamiskõveras esitatud konkreetsete pöörlemissageduse ja pöördemomendi väärtuste põhjal teisendada konkreetse katsetatava mootori samaväärseteks etalonväärtusteks. Seda teisendust nimetatakse denormaliseerimiseks ning selliselt kavandatud katsetsükkel on katsetatava mootori NRTC või LSI-NRTC etalontsükkel (vt punkt 7.7.2).

7.4.2.1. NRTC katsetoimingute järjestus

NRTC katse veojõustendi normaliseeritud näitajad on graafiliselt esitatud joonisel 6.3.

Joonis 6.3

NRTC katse veojõustendi normaliseeritud näitajad



NRTC tehakse kaks korda pärast eelkonditsioneerimise lõpetamist (vt punkt 7.3.1.1.1) järgmise menetluse kohaselt:

a) külmkäivitusega pärast mootori ja heitgaasi järeltöötlussüsteemi loomulikku jahtumist toatemperatuurini või külmkäivitusega pärast sundjahutust, kui mootori, jahutusvedeliku ja õli, järeltöötlussüsteemide ja kõigi mootori juhtseadiste temperatuur on

▼M1

stabiliseerunud vahemikus 293–303 K (20–30 °C). Külmkäivituse heitkoguste mõõtmist alustatakse külma mootori käivitamisega;

b) kuumseiskamine algab kohe pärast külmkäivitusfaasi lõppemist. Mootor lülitatakse välja ja konditsioneeritakse kuumkäivituseks, seisutades seda 20 ± 1 minutit;

c) kuumkäivitusfaasi alustatakse vahetult pärast kuumseiskamisperioodi lõppu mootori käivitamisega. Gaasianalüsaatorid lülitatakse sisse vähemalt 10 sekundit enne kuumseiskamisperioodi lõppu, et vältida lülitamisest tingitud signaalihüpet. Heitkoguste mõõtmist alustatakse paralleelselt kuumkäivitusega NRTC alustamisega, kaasa arvatud mootori käivitamine.

Pidurdamisega seotud heide (g/kWh) määratakse nii külm- kui ka kuumkäivitusega NRTC puhul käesolevas jaos sätestatud menetluste abil. Heite kaalutud kogumassi arvutamisel on külmkäivituse tulemuste kaal 10 % ja kuumkäivituse tulemuste kaal 90 %, nagu on selgitatud VII lisas.

7.4.2.2. LSI-NRTC katsetoimingute järjestus

LSI-NRTC tehakse üks kord kuumkäivituskatsena pärast eelkonditsioneerimise lõpetamist (vt punkt 7.3.1.1.2) järgmise menetluse kohaselt.

a) Mootor käivitatakse ja sel lastakse töötada töötsükli esimese 180 sekundi jooksul, seejärel käitatakse seda koormata tühikäigul 30 sekundi jooksul. Selle soojendustsükli jooksul heidet ei mõõdeta.

b) Pärast 30-sekundilist tühikäigul töötamist alustatakse heite mõõtmist ja mootorit käitatakse kogu töötsükli vältel alates algusest (0 sekundit).

Pidurdamisega seotud heide (g/kWh) määratakse VII lisas sätestatud menetluste abil.

Kui mootor töötas juba enne katset, lastakse mootoril hea inseneritava kohaselt piisavalt jahtuda, et mõõdetud heide vastaks nõuetekohaselt toatemperatuuril käivitatud mootori heitele. Näiteks kui toatemperatuuril käivitatud mootor soojeneb kolme minuti jooksul piisavalt, et käivitada suletud ahel ja saavutada katalüsaatori täisaktiivsus, siis on enne järgmise katse algust vaja mootorit jahutada üksnes minimaalselt.

▼**M1**

Tehnilise teenistuse eelneval nõusolekul võib mootori soojendamine sisaldada kuni 15 minutit töötsüklis käitamist.

7.5. Üldine katsetoimingute järjestus

Mootori heite mõõtmiseks tuleb sooritada järgmised toimingud:

a) määratakse katsetatava mootori katsekiirused ja -koormused; selleks mõõdetakse maksimaalne pöördemoment (püsiva pöörete arvuga mootorite puhul) või maksimaalse pöördemomendi kõver (muutuva pöörete arvuga mootorite puhul) mootori pöörlemissageduse funktsioonina;

b) normaliseeritud katsetsüklid denormaliseeritakse, kasutades pöördemomenti (püsiva pöörete arvuga mootorite puhul) või pöörlemissagedust ja pöördemomenti (muutuva pöörete arvuga mootorite puhul), mis saadakse punkti 7.5 alapunktis a kohaselt;

c) mootor, seadmed ja mõõteseadmed valmistatakse ette järgmise heitekatse või katseseeria (külm- ja kuumkäivitustsükkel) jaoks;

d) sooritatakse katse-eelsed menetlused, et kontrollida teatud seadmete ja analüsaatorite nõuetekohast toimimist. Kõik analüsaatorid kalibreeritakse. Kõik katse-eelsed andmed registreeritakse;

e) katsetsükli alguses käivitatakse mootor (NRTC) või jäetakse see tööle (püsitsüklid ja LSI-NRTC) ning samal ajal käivitatakse proovivõtusüsteemid;

f) heide ja muud nõutavad parameetrid mõõdetakse või registreeritakse proovivõtuaja jooksul (NRTC, LSI-NRTC ja RMC puhul kogu katsetsükli ajal);

g) sooritatakse katsejärgsed menetlused, et kontrollida teatud seadmete ja analüsaatorite nõuetekohast toimimist;

h) tahkete osakeste filter (või filtrid) eelkonditsioneeritakse, kaalutakse (mass tühjalt), täidetakse, konditsioneeritakse uuesti, kaalutakse uuesti (mass koos tahkete osakestega) ning seejärel hinnatakse proove vastavalt katse-eelsetele (punkt 7.3.1.5) ja -järgsetele (punkt 7.3.2.2) menetlustele;

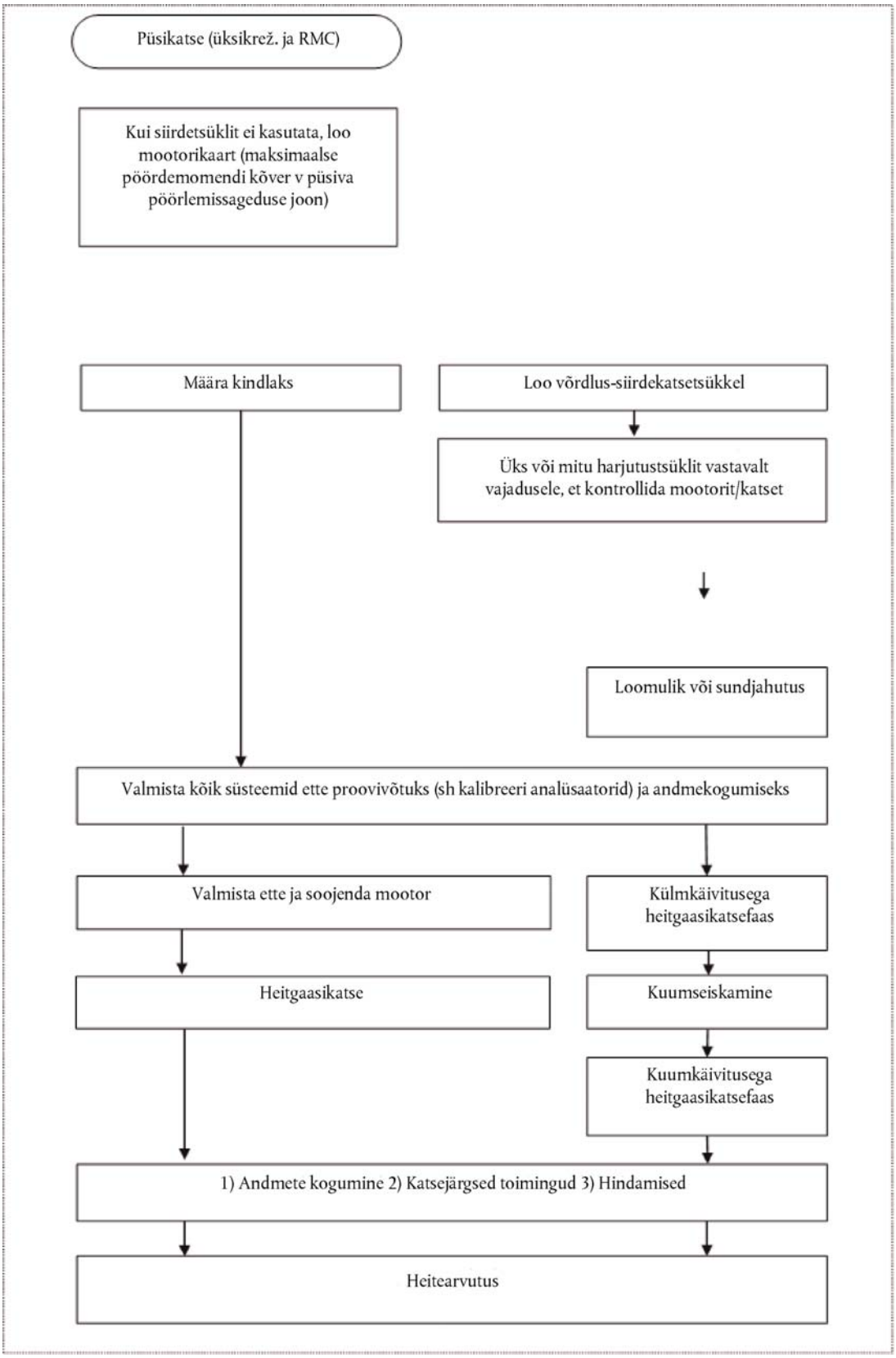
i) heitekatse tulemusi hinnatakse.

Joonisel 6.4 on esitatud ülevaade menetlustest, mis on vajalikud väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate mootoriheite mõõtmisel kasutatavate katsetsüklite läbiviimiseks.

▼M1

Joonis 6.4

Katsetoimingute järjestus



▼**M1**

7.5.1. Mootori käivitamine ja taaskäivitamine

7.5.1.1. Mootori käivitumine

Mootor käivitatakse:

a) nagu on soovitatud lõppkasutaja juhendis, kasutades seeriatoodangu käivitit või õhkkäivitussüsteemi ning piisavalt laetud akut, sobivat toiteallikat või sobivat suruõhuallikat; või

b) kasutades dünamomeetrit mootori käivitamiseks, kuni see tööle hakkab. Mootorit käitatakse ± 25 % piires selle tüüpilisest tavapärasel kasutusel esinevast käivituskiirusest või mootor käivitatakse, suurendades dünamomeetri kiirust lineaarselt nullist kuni väärtuseni 100 min^{-1} allpool väikese pöörlemiskiirusega tühikäigukiirust, kuid üksnes mootori käivitumiseni.

Käivitamine tuleb lõpetada 1 sekundi jooksul pärast mootori käivitumist. Kui mootor ei käivitu 15 sekundilise käivitamise jooksul, siis käivitamine lõpetatakse ja mittekäivitumise põhjus tehakse kindlaks, kui lõppkasutaja juhendis või remondijuhendis ei peeta normaalseks pikemat käivitamisaega.

7.5.1.2. Mootori seiskumine

a) Kui mootor seiskub mis tahes hetkel külmkäivitusega NRTC kestel, siis on katse kehtetu.

b) Kui mootor seiskub mis tahes hetkel kuumkäivitusega NRTC kestel, siis on katse kehtetu. Mootori kütuseaurudel lastakse eralduda vastavalt punkti 7.4.2.1 alapunktile b ning kuumkäivituskatset korratakse. Külmkäivituskatset ei ole sel juhul vaja korrata.

c) Kui mootor seiskub mis tahes hetkel LSI-NRTC kestel, siis on katse kehtetu.

d) Kui mootor seiskub mis tahes hetkel NRSC (üksikrežiim või astmeline tsükkel) kestel, siis on katse kehtetu ning seda korratakse, alustades mootori soojendamisest. Tahkete osakeste mõõtmisel mitmefiltrimeetodiga (üks proovifilter iga töörežiimi kohta) jätkatakse katset nii: mootor stabiliseeritakse eelmises katserežiimis, et konditsioneerida mootori temperatuur, ning alustatakse seejärel mõõtmist režiimis, kus mootor seiskus.

7.5.1.3. Mootori käitamine

Käitajaks võib olla isik (st käsitsi käitamine) või regulaator (st automaatne käitamine), kes/mis annab mehaanilise või elektroonilise signaali, mis kutsub esile muutuse mootori väljundis. Sisend võib pärineda kas gaasipedaalilt või olla vastav signaal, seguklapi hoovalt või olla vastav signaal, ujuki hoovalt või olla vastav signaal, käigukangilt või olla vastav signaal või pärineda regulaatori seadepunktist või olla vastav signaal.

▼**M1**

7.6. Mootori kaardistamine

Mootorit tuleb enne kaardistamist soojendada ning soojendamise lõpu poole tuleb seda käitada vähemalt 10 minutit täisvõimsusel või vastavalt tootja soovitusele ja heale inseneritavale, et stabiliseerida mootori jahutusvedeliku ja määrdeõli temperatuur. Kui mootor on stabiliseerunud, tuleb see kaardistada.

Kui mootorile on paigaldatud elektrooniline juhtseade ja tootja kavatseb kasutusel olevate mootorite heiteseiret käsitleva komisjoni delegeeritud määruse (EL) 2017/655 kohaste kasutusajal tehtavate seirekatsete ajal kasutada seda seadet pöördemomendi signaali edastamiseks, tehakse mootori kaardistamise ajal täiendavalt. 3. liites ettenähtud kontroll.

Mootor tuleb kaardistada täielikult avatud kütuse doseerimise hoovaga või regulaatoriga, kasutades ükshaaval seadistatud pöörlemissagedusi kasvavas järjekorras, välja arvatud püsikiirusega mootorite puhul. Minimaalne ja maksimaalne kaardistamiskiirus määratakse kindlaks järgmiselt:

Minimaalne kaardistamiskiirus = sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedus

Maksimaalne kaardistamiskiirus = n_{hi} × 1,02 või pöörlemissagedus, mille juures maksimaalne pöördemoment langeb nullini, olenevalt sellest, kumb on väiksem,

kus

n_{hi} on artikli 2 punktis 12 määratletud maksimaalne pöörlemissagedus.

Kui suurim pöörlemissagedus ei ole ohutu või representatiivne (näiteks regulaatorita mootorite puhul), kaardistatakse mootorit vastavalt heale inseneritavale kuni maksimaalse ohutu või representatiivse pöörlemissageduseni.

7.6.1. Mootori kaardistamine muutuva kiirusega NRSC jaoks

Mootori kaardistamisel muutuva kiirusega NRSC jaoks (ainult selliste mootorite puhul, mis ei pea läbima NRTC või LSI-NRTC tsüklit) tuleb valida hea inseneritava kohaselt piisav arv ühtlaste vahedega seadepunkte. Igas seadepunktis tuleb pöörlemissagedus stabiliseerida ja lasta pöördemomendil vähemalt 15 sekundi jooksul stabiliseeruda. Igas seadepunktis tuleb registreerida keskmine pöörlemissagedus ja pöördemoment. Soovitav on keskmine pöörlemissagedus ja pöördemoment arvutada viimase 4–6 sekundi jooksul registreeritud andmete põhjal. Vajaduse korral määratakse lineaarse interpolatsiooniga kindlaks NRSC katsekiirused ja -pöördemomendid. Kui mootorid peavad täiendavalt läbima NRTC või LSI-NRTC, tuleb püsikatse pöörlemissageduste ja pöördemomentide kindlaksmääramiseks kasutada NRTC mootori kaardistamiskõverat.

Tootja valikul võib alternatiivina mootori kaardistada ka punkti 7.6.2 menetluse kohaselt.

▼**M1**

7.6.2. Mootori kaardistamine NRTC ja LSI-NRTC tsüklis

Mootor tuleb kaardistada järgmiselt.

a) Mootorit ei koormata ja sellel lastakse töötada tühikäigu pöörlemissagedusel.

i) Minimaalse pöörlemissageduse regulaatoriga mootorite puhul seatakse käitaja käsklus miinimumväärtusele, dünamomeetri või muu koormusseadme abil suunatakse nullpöördemoment mootori primaarsele väljundvõllile ning mootoril lastakse pöörlemissagedust reguleerida. See sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedus mõõdetakse.

ii) Minimaalse pöörlemissageduse regulaatorita mootorite puhul suunatakse nullpöördemoment dünamomeetri abil mootori primaarsele väljundvõllile ning käitaja käsklusega viiakse pöörlemissagedus tootja deklareeritud väikseimale võimalikule pöörlemissagedusele minimaalse koormusega (seda nimetatakse ka tootja deklareeritud sooja mootori tühikäigu pöörlemissageduseks).

iii) Tootja deklareeritud pöördemomenti tühikäigul võib kasutada kõigi muutuva pöörete arvuga mootorite puhul (minimaalse pöörlemissageduse regulaatoriga või ilma), kui nullist erinev pöördemoment tühikäigul on tavakasutuse jaoks representatiivne.

b) Käitaja käsklus seatakse maksimumväärtusele ning mootori pöörlemissagedus reguleeritakse vahemikku sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedusest kuni 95 %ni sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedusest. Etalontöötsüklitega mootorite puhul, mille väikseim pöörlemissagedus on suurem kui sooja mootori pöörlemissagedus tühikäigul, võib kaardistamist alustada vahemikus väikseimast võrdluskiirusest kuni 95 %ni väikseimast võrdluskiirusest.

c) Mootori pöörlemissagedust suurendatakse keskmiselt 8 ± 1 min^{-1}/s või mootor kaardistatakse, kasutades pöörlemissageduse pidevat konstantset suurendamist, nii et minimaalselt kaardistamiskiiruselt maksimaalse saavutamiseks kulub 4–6 minutit. Kaardistamiskiiruse vahemik algab väärtusest, mis jääb vahemikku sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedusest kuni 95 %ni sooja mootori tühikäigu pöörlemissagedusest, ning lõpeb suurimal pöörlemissagedusel suurima võimsuse juures, mille korral mootor arendab võimsust alla 70 % maksimaalsest võimsusest. Kui suurim pöörlemissagedus ei ole ohutu või representatiivne (näiteks regulaatorita mootorite puhul), kaardistatakse mootorit vastavalt heale inseneritavale kuni maksimaalse ohutu või representatiivse pöörlemissageduseni. Mootori pöörlemissageduse ja pöördemomendi punktid registreeritakse sagedusega vähemalt 1 Hz.

d) Kui tootja leiab, et teatava mootori puhul ei ole eespool kirjeldatud kaardistusmeetod usaldusväärne või representatiivne, võib kasutada alternatiivset kaardistusmeetodit. Alternatiivne meetod peab vastama ettenähtud kaardistamismenetluse eesmärgile, mis

▼M1

seisneb kõikide katsetsüklites rakendatud mootori pöörlemissageduste puhul suurima võimaliku pöördemomendi määramises. Kõrvalekalded käesolevas punktis kirjeldatud kaardistamismeetodist ohutuse või representatiivsuse tagamiseks ning nende kõrvalekallete põhjendused peavad saama tüübikinnitusasutuse heakskiidu. Reguleeritud või turboülelaaduriga mootori puhul ei tohi siiski kunagi moodustada pöördemomendi kõverat, vähendades mootori pöörlemissagedust.

e) Mootorit ei ole vaja enne iga katsetsüklit kaardistada. Mootor tuleb uuesti kaardistada, kui:

i) viimasest kaardistamisest on hea inseneritava järgi hinnates möödunud liiga palju aega või

ii) mootorit on füüsiliselt muudetud või uuesti kalibreeritud ning see võib mõjutada mootori tööd või

iii) õhurõhk mootori õhusisselaskeava juures ei ole ± 5 kPa piires mootori viimase kaardistamise ajal registreeritud väärtusest.

7.6.3. Mootori kaardistamine püsikiirusega NRSC puhul

Mootorit võib käitada tehases toodetud püsikiiruse regulaatoriga või modelleerida sellist regulaatorit, reguleerides mootori pöörlemissagedust käitaja käskluse juhtimissüsteemiga. Vajaduse korral kasutatakse isokroonset või staatilise karakteristikuga regulaatorit.

7.6.3.1. Tsüklites D2 ja E2 katsetatavate mootorite nimivõimsuse kontroll

Tehakse järgmine kontroll.

a) Mootorit käitatakse nimipöörlemissagedusel ja nimivõimsusel kuni stabiilse töö saavutamiseni, kasutades kiiruse reguleerimiseks käitaja käsklusel töötavat regulaatorit või modelleeritud regulaatorit.

b) Pöördemomenti suurendatakse, kuni mootor ei suuda reguleeritud kiirust säilitada. Selles punktis registreeritakse võimsus. Enne selle kontrolli tegemist lepivad tootja ja kontrolli tegemise eest vastutav tehniline teenistus regulaatori omaduste alusel kokku meetodis, millega ohutult hinnata, millal selline punkt on saavutatud. Punktis b registreeritud võimsus ei tohi ületada määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 punktis 25 määratletud nimivõimsust rohkem kui 12,5 % võrra. Kui seda väärtust ületatakse, vaatab tootja deklareeritud nimivõimsuse üle.

Kui konkreetse katsetatava mootoriga ei saa seda kontrolli läbi viia, sest on oht kahjustada mootorit või dünamomeetrit, esitab tootja tüübikinnitusasutusele kindlad tõendid selle kohta, et maksimaalne võimsus ei ületa nimivõimsust rohkem kui 12,5 % võrra.

▼M1

7.6.3.2. Kaardistamismenetlus püsikiirusega NRSC-s

a) Mootorit käitatakse vähemalt 15 sekundit reguleeritaval koormuseta pöörlemissagedusel (maksimaalsel pöörlemissagedusel, mitte minimaalsel tühikäigu pöörlemissagedusel), kasutades käitaja käsklusel töötavat regulaatorit või modelleeritud regulaatorit, välja arvatud juhul, kui konkreetse mootoriga on selle ülesande täitmine võimatu.

b) Dünamomeetri abil suurendatakse pöördemomenti konstantselt. Kaardistamine tehakse nii, et üleminek reguleeritavalt koormuseta pöörlemissageduselt nimivõimsusele vastavale pöördemomendile (D2 või E2 tsüklis katsetatavate mootorite puhul) või maksimaalsele pöördemomendile (muude püsikiirusega katsetsüklite puhul) võtab vähemalt 2 minutit. Mootori kaardistamise ajal registreeritakse tegelik pöörlemissagedus ja pöördemoment sagedusega vähemalt 1 Hz.

c) Püsiva pöörete arvuga mootorite puhul, mille regulaator võimaldab seadistada alternatiivseid kiirusi, tuleb mootorit katsetada iga kohaldatava püsikiiruse juures.

Muid meetodeid, mille kohaselt registreeritakse ettenähtud käitamiskiirustel pöördemoment ja võimsus, kasutatakse püsiva pöörete arvuga mootorite puhul vastavalt heale inseneritavale ja kokkuleppel tüübikinnitusasutusega.

Kui muudes kui D2 ja E2 tsüklites katsetatavate mootorite puhul on maksimaalse pöördemomendi kohta kättesaadavad nii mõõdetud kui ka deklareeritud väärtused, võib mõõdetud väärtuse asemel kasutada deklareeritud väärtust, kui see on 95–100 % mõõdetud väärtusest.

7.7. Katsetsükli koostamine

7.7.1. NRSC koostamine

Käesolevat punkti kasutatakse selleks, et määrata kindlaks mootori pöörlemissagedused ja võimsused, millega mootorit käitatakse üksikrežiimi NRSC-ga püsikatsetsüklites või RMC-s.

7.7.1.1. NRSC katsekiiruste kindlaksmääramine mootorite puhul, mida katsetatakse nii NRSC-s kui ka kas NRTC-s või LSI-NRTC-s

Mootorite puhul, mida lisaks NRSC-le katsetatakse ka NRTC või LSI-NRTC tsüklis, kasutatakse nii siirde- kui ka püsikatsetsüklis 100 % kiirusena punktis 5.2.5.1 kirjeldatud maksimaalset katsekiirust.

Maksimaalset katsekiirust kasutatakse nimipöörlemissageduse asemel ka vahepöörlemissageduse määramiseks punkti 5.2.5.4 kohaselt.

Tühikäigu pöörlemissagedus määratakse vastavalt punktile 5.2.5.5.

7.7.1.2. NRSC katsekiiruste kindlaksmääramine ainult NRSC-s katsetatavate mootorite puhul

Mootorite puhul, mida ei katsetata siirdekatsetsüklis (NRTC või LSI-NRTC), kasutatakse 100 % kiirusena punktis 5.2.5.3 kirjeldatud nimipöörlemissagedust.

▼M1

Nimipöörlemissagedust kasutatakse vahepöörlemissageduse määramiseks vastavalt punktile 5.2.5.4. Kui NRSC-s on täiendavad kiirused sätestatud protsendina, arvutatakse need protsendina nimipöörlemissagedusest.

Tühikäigu pöörlemissagedus määratakse kindlaks vastavalt punktile 5.2.5.5.

Käesolevas punktis võib katsekiiruste kindlaksmääramiseks kasutada nimipöörlemissageduse asemel maksimaalset katsekiirust, kui tehnilise teenistusega on selles eelnevalt kokku lepitud.

7.7.1.3. NRSC koormuse kindlaksmääramine iga katserežiimi jaoks

Valitud katsetsükli iga katserežiimi osakoormus saadakse XVII lisa 1. või 2. liite vastavast NRSC tabelist. Olenevalt katsetsüklist on osakoormus nendes tabelites väljendatud kas võimsuse või pöördemomendina vastavalt punktile 5.2.6 ja kummagi tabeli joonealustele märkustele.

Konkreetse katsekiiruse 100 % väärtus on kas mõõdetud või deklareeritud väärtus, mis saadakse vastavalt punkti 7.6.1, 7.6.2 või 7.6.3 kohaselt koostatud kaardistamiskõverast, väljendatuna võimsusena (kW).

Mootori seadistused iga katserežiimi kohta arvutatakse valemiga (6–14):

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

kus

S on dünamomeetri seadistus [kW]

P_{max} on suurim täheldatud või deklareeritud võimsus katsekiirusel katsetingimustes (nagu tootja on ette näinud), [kW]

P_{AUX} on deklareeritud koguvõimsus, mille on tarbinud lisaseadmed valemi (6–8) kohaselt (vt punkt 6.3.5) konkreetsel katsekiirusel, [kW]

L on pöördemomendi protsent

Sooja mootori väikseima pöördemomendi, mis on tavakasutuse puhul representatiivne, võib deklareerida ja sea võib kasutada iga koormuspunkti puhul, mis muidu jääks allapoole seda väärtust, juhul kui mootor ei tööta tavaliselt allpool seda väikseimat pöördemomenti, näiteks kui see on ühendatud väljaspool teid kasutatava liikurmasinaga, mis ei tööta allpool teatud väikseimat pöördemomenti.

Tsüklite E2 ja D2 puhul deklareerib tootja nimivõimsuse ning katsetsüklite kindlaksmääramisel kasutatakse seda 100 % võimsusena.

▼M1

7.7.2. NRTC ja LSI-NRTC pöörlemissageduse ja koormuse kindlaksmääramine iga katsepunkti jaoks (denormaliseerimine)

Käesoleva punkti alusel määratakse kindlaks mootori vastavad pöörlemissagedused ja võimsused, millega mootorit käitatakse NRTC või LSI-NRTC katsete ajal. VII lisa 3. liites on esitatud katsetsüklid normaliseeritud kujul. Normaliseeritud katsetsükkel koosneb protsentides väljendatud pöörlemissageduste ja vastavate pöördemomentide seeriast.

Pöörlemissageduse ja pöördemomendi normaliseeritud väärtused teisendatakse järgmiselt:

a) normaliseeritud kiirus teisendatakse võrdluskiiruste n_{ref}, seeriaks vastavalt punktile 7.7.2.2;

b) normaliseeritud pöördemoment on väljendatud protsendina kaardistatud pöördemomendist, mis on saadud punkti 7.6.2 kohaselt moodustatud kõverast vastaval võrdluskiirusel. Need normaliseeritud väärtused teisendatakse võrdluspöördemomentide T_{ref} seeriaks vastavalt punktile 7.7.2.3;

c) koherentsetes ühikutes väljendatud pöörlemissageduse ja pöördemomendi võrdlusväärtused korrutatakse, et arvutada võimsuse võrdlusväärtused.

7.7.2.1. Reserveeritud

7.7.2.2. Mootori pöörlemissageduse denormaliseerimine

Mootori pöörlemissagedus denormaliseeritakse, kasutades valemit (6–15):

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

kus

n_{ref} on võrdluspöörlemissagedus

MTS on maksimaalne katsekiirus

n_{idle} on tühikäigu pöörlemissagedus

$\%speed$ on XVII lisa 3. liitest võetud NRTC või LSI-NRTC normaliseeritud kiiruse väärtus.

7.7.2.3. Mootori pöördemomendi denormaliseerimine

Pöördemomendi väärtused, mis on esitatud XVII lisa 3. liite veojõustendi näitajate tabelis, normaliseeritakse maksimaalse pöördemomendi suhtes vastaval pöörlemissagedusel. Etalontsükli pöördemomendi väärtused denormaliseeritakse punkti 7.6.2 kohaselt koostatud kaardistamiskõvera alusel, kasutades valemit (6–16):

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

vastava võrdluspöörlemissageduse puhul, mis on määratud kindlaks punkti 7.7.2.2 kohaselt,

kus

T_{ref} on vastava võrdluspöörlemissageduse võrdluspöördemoment

▼M1

max.torque on maksimaalne pöördemoment vastava katsekiiruse puhul, mis on saadud punkti 7.6.2 kohasest mootori kaardistamisest ja mida on vajaduse korral kohandatud vastavalt punktile 7.7.2.3.1.

%torque on XVII lisa 3. liitest võetud NRTC või LSI-NRTC normaliseeritud pöördemomendi väärtus.

a) Deklareeritud väikseim pöördemoment

Deklareerida võib mootori väikseima pöördemomendi, mis on tavakasutuse puhul representatiivne. Näiteks kui mootor on tavapäraselt ühendatud väljaspool teid kasutatava liikurmasinaga, mis ei tööta allpool teatud väikseimat pöördemomenti, võib selle pöördemomendi deklareerida ja seda kasutada iga koormuspunkti puhul, mis muidu jääks allapoole seda väärtust.

a) Mootori pöördemomendi korrigeerimine heitekatseks paigaldatud lisaseadmete tõttu

Kui lisaseadmed on paigaldatud 2. liite kohaselt, ei või konkreetsele katsekiirusele vastavat maksimaalset pöördemomenti, mis on saadud punkti 7.6.2 kohasest mootori kaardistamisest, korrigeerida.

Kui punkti 6.3.2 või 6.3.3 kohaselt on katse jaoks vajalikud lisaseadmed jäetud paigaldamata või kui on paigaldatud lisaseadmeid, mis tulnuks katse ajaks eemaldada, korrigeeritakse väärtust T_{max} valemiga (6–17):

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

ning:

$$T_{AUX} = T_r - T_f \quad (6–18)$$

kus:

T_{map} on antud katsekiirusele vastav korrigeerimata maksimaalne pöördemoment, mis on saadud punkti 7.6.2. kohasest mootori kaardistamisest

T_f on pöördemoment, mis on vajalik selliste lisaseadmete käitamiseks, mis tulnuks katse ajaks paigaldada, kuid on jäetud paigaldamata

T_r on pöördemoment, mis on vajalik selliste lisaseadmete käitamiseks, mis tulnuks katse ajaks eemaldada, kuid on jäetud eemaldamata

7.7.2.4. Denormaliseerimise näide

Näitena denormaliseeritakse järgmine katsepunkt:

% speed = 43 %

% torque = 82 %

Kui võtta aluseks järgmised väärtused:

MTS = 2 200 min^{-1}

▼M1

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

on tulemuseks

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

mille puhul pöörlemissagedusel 1 288 min^{-1} kaardistamiskõveral saadud maksimaalne pöördemoment on 700 Nm.

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

7.8. Katsetsükli läbiviimise üksikasjalik menetlus

7.8.1. Heitekatse toimingute järjestus üksikrežiimis NRSC-s

7.8.1.1. Mootori soojendamine üksikrežiimis NRSC püsikatsetsükliks

Sooritatakse punkti 7.3.1 kohane katse-eelne menetlus, sealhulgas analüsaatori kalibreerimine. Mootorit soojendatakse, kasutades punktis 7.3.1.1.3 kirjeldatud eelkonditsioneerimismenetlust. Katsetsükli heitkoguste mõõtmine algab kohe, kui on jõutud sellesse konditsioneerimispunkti.

7.8.1.2. Üksikrežiimi NRSC läbiviimine

a) Katse tehakse katsetsükli režiiminumbrite kasvavas järjekorras (vt XVII lisa 1. liide).

b) Iga katserežiim on vähemalt 10 minuti pikkune, välja arvatud juhul, kui sädesüütega mootorite katsetamiseks kasutatakse tsüklit G1, G2 või G3, kus iga katserežiim on vähemalt 3 minuti pikkune. Mootorit stabiliseeritakse igas katserežiimis vähemalt 5 minutit ning iga režiimi lõpus võetakse 1–3 minuti jooksul gaasilise heite proovid, ja kui on olemas vastav piirnorm, siis ka tahkete osakeste arvu proovid, välja arvatud juhul, kui sädesüütega mootorite katsetamiseks kasutatakse tsüklit G1, G2 või G3, kus proovid võetakse vähemalt vastava katserežiimi viimase 2 minuti jooksul. Tahkete osakeste proovivõtu täpsuse parandamiseks on lubatud proovivõtuaega pikendada.

Katserežiimi kestus registreeritakse ja märgitakse protokolli.

c) Tahkete osakeste proove võib võtta ühe- või mitmefiltrimeetodil. Et kõnealuste meetodite tulemused võivad veidi erineda, deklareeritakse kasutatud meetod koos tulemustega.

Ühefiltrimeetodi kasutamisel võetakse proovivõtu käigus arvesse katsetsüklimenetluses ette nähtud kaalutegureid, reguleerides vastavalt proovi vooluhulka ja/või proovivõtuaega. Tahkete osakeste proovivõtu efektiivne kaalutegur peab olema ± 0 005 piires asjaomase katserežiimi kaalutegurist.

Proovivõtt peab toimuma igas katserežiimis võimalikult režiimi lõpus. Ühefiltrimeetodi puhul tuleb tahkete osakeste proovivõtt lõpetada ± 5 sekundi täpsusega samaaegselt gaasilise heite mõõtmise lõpetamisega. Proovivõtuaeg katserežiimi kohta peab

▼M1

ühefiltrimeetodi korral olema vähemalt 20 sekundit ja mitmefiltrimeetodi korral vähemalt 60 sekundit. Möödaviiguvõimaluseta süsteemidel peab proovivõtuaeg katserežiimi kohta olema nii ühe- kui ka mitmefiltrimeetodi korral vähemalt 60 sekundit.

d) Mootori pöörlemissagedust ja koormust, sisselaskeõhu temperatuuri, kütusevoolu ning vajaduse korral õhu või heitgaasi vooluhulka mõõdetakse igas katserežiimis samasuguse intervalliga nagu gaasiliste kontsentratsioonide mõõtmisel.

Kõik arvutamiseks vajalikud lisaandmed registreeritakse.

e) Kui üksikrežiimis NRSC ja ühefiltrimeetodi puhul mootor mis tahes hetkel pärast proovivõtu alustamist seiskub või heiteproovide võtmine katkeb, siis on katse kehtetu ning seda korratakse, alustades mootori soojendamisest. Tahkete osakeste mõõtmisel mitmefiltrimeetodiga (üks proovifilter iga töörežiimi kohta) jätkatakse katset nii: mootor stabiliseeritakse eelmises katserežiimis, et konditsioneerida mootori temperatuur, ning alustatakse seejärel mõõtmist režiimis, kus mootor seiskus.

f) Sooritatakse punkti 7.3.2 kohased katsejärgsed menetlused.

7.8.1.3. Valideerimiskriteeriumid

Pärast esialgset üleminekuperioodi ei tohi mõõdetud pöörlemissagedus asjaomase püsikatsetsükli ühegi režiimi jooksul võrdluspöörlemissagedusest kõrvale kalduda rohkem kui ± 1 % nimipöörlemissagedusest või ± 3 min^{-1}, olenevalt sellest, kumb on suurem, välja arvatud tühikäigu pöörlemissageduse korral, mis peab olema tootja määratud tolerantside piires. Mõõdetud pöördemoment ei tohi võrdluspöördemomendist kõrvale kalduda rohkem kui ± 2 % katsekiirusele vastavast suurimast pöördemomendist.

7.8.2. Heitekatse toimingute järjestus RMC-s

7.8.2.1. Mootori soojendamine

Sooritatakse punkti 7.3.1 kohane katse-eelne menetlus, sealhulgas analüsaatori kalibreerimine. Mootorit soojendatakse, kasutades punktis 7.3.1.1.4 kirjeldatud eelkonditsioneerimismenetlust. Kui mootori pöörlemissagedus ja pöördemoment ei ole esimese katserežiimi jaoks juba seadistatud, seadistatakse need vahetult pärast mootori konditsioneerimist esimese katserežiimi väärtustele; üleminek peab olema lineaarne ja toimuma 20 ± 1 s jooksul. Katsetsükli mõõtmine algab 5–10 sekundi jooksul pärast selle ülemineku lõppu.

7.8.2.2. RMC läbiviimine

Katse sooritatakse katsetsükli režiiminumbrite järjekorras (vt XVII lisa 2. liide). Kui RMC ei ole vastava NRSC jaoks kättesaadav, järgitakse punktis 7.8.1 sätestatud üksikrežiimi NRSC menetlust.

▼**M1**

Mootoril lastakse igas katserežiimis töötada ettenähtud aja jooksul. Üleminek ühest katserežiimist teise peab toimuma lineaarselt 20 ± 1 sekundi jooksul vastavalt punktis 7.8.2.4 ette nähtud tolerantsidele.

RMC puhul tuleb võrdluspöörlemissageduse ja -pöördemomendi väärtused määrata minimaalse sagedusega 1 Hz ning seda punktide järjestust tuleb kasutada katsetsükli läbiviimiseks. Võrdluspunktide saamiseks tuleb ühelt režiimilt teisele üle minnes muuta denormaliseeritud võrdluspöörlemissageduse ja -pöördemomendi väärtusi lineaarselt. Üleminekul ühelt režiimilt teisele ei tohi enne normaliseeritud pöörlemissageduse võrdlusväärtusi lineaarselt muuta ja seejärel neid denormaliseerida. Kui pöörlemissageduse ja pöördemomendi üleminekul läbitakse punkt, mis asub ülalpool mootori pöördemomendi kõverat, pikendatakse üleminekurampi, et juhtida võrdluspöördemomente, ning lubatud on käitaja käskluse seadmine maksimumväärtuseni.

Kogu RMC jooksul (igas katserežiimis, sealhulgas režiimidevahelistel üleminekutel) tuleb mõõta iga gaasilise saasteaine kontsentratsiooni, ning kui on olemas kohaldatav piirnorm, tuleb mõõta tahkete osakeste massi ja arvu. Gaasilisi saasteaineid võib mõõta lahjendamata või lahjendatud heitgaasis ning registreerida pidevalt; lahjendamise korral võib saasteaineid koguda ka kogumiskotti. Tahkete osakeste proovi lahjendatakse konditsioneeritud puhta õhuga. Kogu katsemenetluse kohta tuleb võtta üks proov ja tahkete osakeste massi puhul koguda see ühele tahkete osakeste proovivõtufiltrile.

Pidurdamisega seotud heite arvutamiseks tuleb välja arvutada tsükli tegelik töö, integreerides mootori tegeliku võimsuse üle kogu tsükli.

7.8.2.3. Heitekatse toimingute järjestus:

a) RMC sooritamine, heitgaasiproovide võtmine, andmete registreerimine ja mõõdetud väärtuste integreerimine algavad ühel ajal;

b) pöörlemissagedus ja pöördemoment reguleeritakse katsetsükli esimese katserežiimi väärtustele;

c) kui mootor seiskub mis tahes hetkel RMC sooritamise kestel, siis on katse kehtetu. Mootor eelkonditsioneeritakse ja katset korratakse;

d) RMC lõpus jätkatakse proovivõttu, välja arvatud tahkete osakeste proovivõttu, käitades kõiki süsteeme kuni süsteemi reaktsiooniaja lõppemiseni. Seejärel lõpetatakse igasugune proovivõtt ja andmete registreerimine, sealhulgas taustproovide registreerimine. Lõpuks peatatakse kõik integraatorid ning registreeritud andmetes näidatakse katsetsükli lõpp;

e) sooritatakse punkti 7.3.2 kohased katsejärgsed menetlused.

7.8.2.4. Valideerimiskriteeriumid

RMC katsed tuleb valideerida punktides 7.8.3.3 ja 7.8.3.5 kirjeldatud regressioonanalüüsi abil. Lubatud RMC tolerantsid on esitatud tabelis 6.1. Pange tähele, et RMC tolerantsid erinevad tabelis 6.2 esitatud NRTC tolerantsidest. Kui katsetatakse mootoreid, mille kasulik võimsus on suurem kui 560 kW, võib kasutada tabeli 6.2 regressioonisirge tolerantse ja tabeli 6.3 punktide väljajätmist.

▼M1

Tabel 6.1

RMC regressioonisirge tolerantsid

	Pöörlemissagedus	Pöördemoment	Võimsus
Hinnangu standardviga (SEE) üleminekul *y*-väärtuselt *x*-väärtusele	kuni 1 % nimipöörlemissagedusest	kuni 2 % mootori suurimast pöördemomendist	kuni 2 % mootori suurimast võimsusest
Regressioonisirge tõus a_1	0,99–1,01	0,98–1,02	0,98–1,02
Determinatsioonikordaja r^2	vähemalt 0,990	vähemalt 0,950	vähemalt 0,950
Regressioonisirge *y*-telglõik, a_0	± 1 % nimipöörlemissagedusest	± 20 Nm või 2 % suurimast pöördemomendist, olenevalt sellest, kumb on suurem	± 4 kW või 2 % suurimast võimsusest, olenevalt sellest, kumb on suurem

Kui RMC katset ei sooritata siirdekatsestendil, mistõttu pöörlemissageduse ja pöördemomendi väärtused ei ole sekundhaaval kättesaadavad, tuleb kasutada järgmisi valideerimiskriteeriume.

Punktis 7.8.1.3 on iga katserežiimi kohta esitatud pöörlemissageduse ja pöördemomendi tolerantsid. RMC püsikatserežiimide vaheliste 20 sekundiliste lineaarsete pöörlemissageduse ja pöördemomendi üleminekute suhtes (punkt 7.4.1.2) tuleb rakendada järgmisi pöörlemissageduse ja koormuse tolerantse:

a) pöörlemissagedus tuleb hoida lineaarsena ± 2 % piires nimipöörlemissagedusest;

b) pöördemoment tuleb hoida lineaarsena ± 5 % piires suurimast pöördemomendist nimipöörlemissagedusel.

7.8.3. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC)

NRTC ja LSI-NRTC sooritamiseks täidetakse järjestikuselt võrdluspöörlemissageduste ja -pöördemomentidega seotud käsklused. Neid käsklusi antakse sagedusega vähemalt 5 Hz. Et etalonkatsetsükli puhul on sageduseks määratud 1 Hz, interpoleeritakse vahepealsed pöörlemissageduse ja pöördemomendi käsklused lineaarselt katsetsükli koostamisel saadud võrdluspöördemomendi väärtustest.

Väikesed denormaliseeritud pöördemomendi väärtused sooja mootori tühikäigu pöörlemissageduse lähedal võivad aktiveerida minimaalse tühikäigu pöörlemissageduse regulaatorid ning mootori pöördemoment võib ületada võrdluspöördemomenti, olgugi et käitaja käsklus on seatud miinimumväärtusele. Sellistel juhtudel on soovitatav reguleerida dünamomeetrit, et see peaks võrdluspöördemomenti võrdluspöörlemissagedusest prioriteetsemaks, ning lasta mootoril pöörlemissagedust reguleerida.

Külmkäivitustingimustes võivad mootorid kasutada mootori ja järeltöötlusseadmete kiireks soojendamiseks tühikäigu pöörlemissagedust suurendavat seadet. Sellistes tingimustes annavad väga väikesed normaliseeritud pöörlemissagedused tulemuseks võrdluspöörlemissageduse, mis jääb niisugusest suurendatud tühikäigu pöörlemissagedusest allapoole. Sel juhul on soovitatav reguleerida dünamomeetrit, et see peaks võrdluspöördemomenti prioriteetsemaks, ning lasta mootoril pöörlemissagedust reguleerida, kui käitaja käsklus on seatud miinimumväärtusele.

▼**M1**

Heitekatse käigus tuleb pöörlemissageduste ja pöördemomentide võrdlus- ja tagasisideväärtused registreerida minimaalse sagedusega 1 Hz, kuid eelistatavalt sagedusega 5 Hz või isegi 10 Hz. Selline suurem registreerimissagedus on oluline, sest see aitab minimeerida pöörlemissageduse ja pöördemomendi võrdlusväärtuste ja mõõdetud tagasisideväärtuste vahelisest viiteajast tulenevat nihet.

Pöörlemissageduste ja pöördemomentide võrdlus- ja tagasisideväärtusi võib registreerida madalama sagedusega (kuni isegi 1 Hz), kui registreeritud väärtuste vahelise ajavahemiku jooksul registreeritakse keskmised väärtused. Keskmised väärtused arvutatakse tagasisideväärtuste põhjal, mida ajakohastatakse vähemalt sagedusega 5 Hz. Neid registreeritud väärtusi kasutatakse tsükli valideerimise statistika ja kogutöö arvutamiseks.

7.8.3.1. NRTC katse tegemine

Sooritatakse punkti 7.3.1 kohased katse-eelsed menetlused, sealhulgas eelkonditsioneerimine, jahutus ja analüsaatori kalibreerimine.

Katsetamist alustatakse järgmiselt.

Katsetoiminguid alustatakse NRTC külmkäivituskatse puhul vahetult pärast mootori käivitumist punktis 7.3.1.2 kirjeldatud jahtunud olekust või NRTC kuumkäivituskatse puhul vahetult pärast kuumseiskamist. Järgida tuleb punktis 7.4.2.1 kirjeldatud järjestust.

Andmete registreerimist, heitgaaside proovide võtmist ja mõõdetud väärtuste integreerimist tuleb alustada samaaegselt mootori käivitamisega. Katsetsükkel peab algama mootori käivitumisel ning see tuleb läbi viia XVII lisa 3. liites esitatud graafiku kohaselt.

Proovivõttu tuleb katsetsükli lõpus jätkata, käitades kõiki süsteeme kuni süsteemi reaktsiooniaja lõppemiseni. Seejärel lõpetatakse igasugune proovivõtt ja andmete registreerimine, sealhulgas taustproovide registreerimine. Lõpuks peatatakse kõik integraatorid ning registreeritud andmetes näidatakse katsetsükli lõpp.

Sooritatakse punkti 7.3.2 kohased katsejärgsed menetlused.

7.8.3.2. LSI-NRTC katse tegemine

Sooritatakse punkti 7.3.1 kohased katse-eelsed menetlused, sealhulgas eelkonditsioneerimine ja analüsaatori kalibreerimine.

Katsetamist alustatakse järgmiselt.

Katse peab algama vastavalt punktis 7.4.2.2 kirjeldatud toimingute järjestusele.

Andmete registreerimist, heiteproovide võtmist ja mõõdetud väärtuste integreerimist tuleb alustada samaaegselt LSI-NRTC algusega punkti 7.4.2.2 alapunktis b kirjeldatud 30 sekundilise tühikäiguperioodi lõppedes. Katsetsükkel viiakse läbi XVII lisa 3. liites oleva graafiku kohaselt.

▼M1

Proovivõttu tuleb katsetsükli lõpus jätkata, käitades kõiki süsteeme kuni süsteemi reaktsiooniaja lõppemiseni. Seejärel lõpetatakse igasugune proovivõtt ja andmete registreerimine, sealhulgas taustproovide registreerimine. Lõpuks peatatakse kõik integraatorid ning registreeritud andmetes näidatakse katsetsükli lõpp.

Sooritatakse punkti 7.3.2 kohased katsejärgsed menetlused.

7.8.3.3. Siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) valideerimise kriteeriumid

Katse kehtivuse kontrollimiseks tuleb pöörlemissageduse, pöördemomendi, võimsuse ja kogutöö võrdlus- ja tagasisideväärtuste suhtes kohaldada käesoleva punkti valideerimiskriteeriume.

7.8.3.4. Tsükli töö arvutamine

Enne tsükli töö arvutamist tuleb välja jätta kõik mootori käivitamisel registreeritud pöörlemissageduse ja pöördemomendi väärtused. Negatiivse pöördemomendi väärtusega punkte tuleb arvestada nulltööna. Tsükli tegelik töö W_{act} (kWh) arvutatakse mootori pöörlemissageduse ja pöördemomendi tagasisideväärtuste põhjal. Etalontsükli töö W_{ref} (kWh) arvutatakse mootori pöörlemissageduse ja pöördemomendi võrdlusväärtuste põhjal. Tsükli tegelikku tööd W_{act} võrreldakse etalontsükli tööga W_{ref} ning selle abil arvutatakse pidurdamisega seotud heide (vt punkt 7.2).

W_{act} väärtus peab olema vahemikus 85 % kuni 105 % W_{ref} väärtusest.

7.8.3.5. Statistiline valideerimine (vt VII lisa 2. liide)

Arvutatakse lineaarne regressioon pöörlemissageduse, pöördemomendi ja võimsuse võrdlus- ja tagasisideväärtuste vahel.

Tsükli võrdlus- ja tagasisideväärtuste vahelisest viiteajast tuleneva nihke minimeerimiseks võib kogu mootori pöörlemissageduse ja pöördemomendi signaalide järjestust nihutada võrdlussageduse ja pöördemomendi järjestuse suhtes ajaliselt ette- või tahapoole. Kui tagasisidesignaale nihutatakse, tuleb nii pöörlemissagedust kui ka pöördemomenti nihutada samal määral ja samas suunas.

Kasutatakse vähimruutude meetodit, kusjuures kõige parema lähenduse võrrand koostatakse valemis (6–19) esitatud kujul:

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

kus:

y on pöörlemissageduse (min^{-1}), pöördemomendi (Nm) või võimsuse (kW) tagasisideväärtus

a_1 on regressioonisirge kalle

x on pöörlemissageduse (min^{-1}), pöördemomendi (Nm) või võimsuse (kW) võrdlusväärtus

a_0 on regressioonisirge y-telglõik.

Hinnangu standardviga (*SEE*) üleminekul y-väärtuselt x-väärtusele ja determinatsioonikordaja (r^2) arvutatakse iga regressioonisirge suhtes VII lisa 3 liite kohaselt.

▼M1

Seda analüüsi soovitatakse teha sagedusel 1 Hz. Katse loetakse kehtivaks, kui tabelis 6.2 esitatud kriteeriumid on täidetud.

Tabel 6.2

Regressioonisirge tolerantsid

	Pöörlemissagedus	Pöördemoment	Võimsus
Hinnangu standardviga (*SEE*) üleminekul *y*-väärtuselt *x*-väärtusele	≤ 5,0 % maksimaalsest katsekiirusest	≤ 10,0 % suurimast kaardistatud pöördemomendist	≤ 10,0 % suurimast kaardistatud võimsusest
Regressioonisirge tõus a_1	0,95–1,03	0,83–1,03	0,89–1,03
Determinatsioonikordaja r^2	vähemalt 0,970	vähemalt 0,850	vähemalt 0,910
Regressioonisirge *y*-telglõik a_0	≤ 10 % tühikäigust	± 20 Nm või ± 2 % suurimast pöördemomendist, olenevalt sellest, kumb on suurem	± 4 kW või ± 2 % suurimast võimsusest, olenevalt sellest, kumb on suurem

Ainult regressiooni puhul on enne regressioonarvutust lubatud punkte välja jätta, kui tabelis 6.3 on sellekohane märge. Neid punkte ei tohi aga välja jätta tsükli töö ja heitkoguste arvutamisel. Tühikäigupunkt on määratluse kohaselt punkt, milles normaliseeritud võrdluspöördemoment on 0 % ja normaliseeritud võrdluspöörlemissagedus on 0 %. Punkte võib välja jätta kogu tsükli puhul või tsükli mis tahes osa puhul; punktid, mis välja jäetakse, tuleb nimetada.

Tabel 6.3

Punktid, mille väljajätmine regressioonanalüüsist on lubatud

Sündmus	Tingimused (n = mootori pöörlemissagedus, T = pöördemoment)	Punktid, mis võib välja jätta
Käitaja käskluse miinimumväärtus (tühikäik)	$n_{ref} = n_{idle}$ ja $T_{ref} = 0\ \%$ ja $T_{act} > (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ ja $T_{act} < (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	Pöörlemissagedus ja pöördemoment
Käitaja käskluse miinimumväärtus	$n_{act} \leq 1{,}02\ n_{ref}$ ja $T_{act} > T_{ref}$ või $n_{act} > n_{ref}$ ja $T_{act} \leq T_{ref}$ või $n_{act} > 1{,}02\ n_{ref}$ ja $T_{ref} < T_{act} \leq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	Võimsus ja kas pöördemoment või pöörlemissagedus
Käitaja käskluse maksimumväärtus	$n_{act} < n_{ref}$ ja $T_{act} \geq T_{ref}$ või $n_{act} \geq 0{,}98\ n_{ref}$ ja $T_{act} < T_{ref}$ või $n_{act} < 0{,}98\ n_{ref}$ ja $T_{ref} > T_{act} \geq (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	Võimsus ja kas pöördemoment või pöörlemissagedus

▼M1

8. **Mõõtemenetlused**

8.1. Kalibreerimine ja toimivuse kontrollimine

8.1.1. Sissejuhatus

Käesolevas punktis kirjeldatakse nõutavaid mõõtesüsteemide kalibreerimisi ja kontrolle. Konkreetsete mõõteseadmete spetsifikatsioone vt punktist 9.4.

Kalibreerimisi ja kontrolle tehakse üldjuhul kogu mõõteahela ulatuses.

Kui mõõtesüsteemi teatava osa kalibreerimist või kontrolli ei ole ette nähtud, kalibreeritakse asjaomast süsteemi osa ja kontrollitakse selle toimivust nii sageli, nagu mõõtesüsteemi tootja on soovitanud, ning vastavalt heale inseneritavale.

Kalibreerimise ja kontrollide jaoks ette nähtud tolerantsidest kinnipidamiseks järgitakse rahvusvahelisi standardeid.

8.1.2. Kalibreerimiste ja kontrollide kokkuvõte

Tabelis 6.4 on esitatud punktis 8 kirjeldatud kalibreerimiste ja kontrollide kokkuvõte ning näidatud, millal neid tuleb läbi viia.

Tabel 6.4

Kalibreerimiste ja kontrollide kokkuvõte

Kalibreerimise või kontrolli tüüp	Minimaalne sagedus [a]
8.1.3.: täpsus, korduvus ja müra	Täpsus: ei ole nõutav, kuid soovitatakse esmasel paigaldamisel. Korduvus: ei ole nõutav, kuid soovitatakse esmasel paigaldamisel. Müra: ei ole nõutav, kuid soovitatakse esmasel paigaldamisel.
8.1.4.: lineaarsuse kontroll	Pöörlemissagedus: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. Pöördemoment: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. Sisselaskeõhu, lahjendusõhu ja lahjendatud heitgaasi vool ning perioodilise proovivõtu vooluhulk: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid, kui voolu ei kontrollita propaani abil või süsiniku või hapniku tasakaalu meetodil. Lahjendamata heitgaasi vooluhulk: esmasel paigaldamisel, 185 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid, kui voolu ei kontrollita propaani abil või süsiniku või hapniku tasakaalu meetodil. Gaasijaoturid: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. Gaasianalüsaatorid (kui ei ole märgitud teisti): esmasel paigaldamisel, 35 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid.

▼**M1**

Kalibreerimise või kontrolli tüüp	Minimaalne sagedus [a]
	FTIR-analüsaator: paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. Tahkete osakeste kaal: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. Eraldiseisvad rõhud ja temperatuurid: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.5: pideva proovivõtu gaasianalüsaatori süsteemi näidu ning andmete ajakohastamise ja registreerimise kontroll – gaasianalüsaatorite puhul, kus ei tehta pidevalt korrektsioone muude gaasiliikide arvestamiseks	Esmasel paigaldamisel või pärast süsteemi muutmist, mis mõjutaks süsteemi näitu.
8.1.6: pideva proovivõtu gaasianalüsaatorisüsteemi näidu ning andmete ajakohastamise ja registreerimise kontroll – gaasianalüsaatorite puhul, kus tehakse pidevalt korrektsioone muude gaasiliikide arvestamiseks	Esmasel paigaldamisel või pärast süsteemi muutmist viisil, mis võib mõjuda näitu.
8.1.7.1: pöördemoment	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.7.2: rõhk, temperatuur ja kastepunkt	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.8.1: kütusevool	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.8.2: sisselaskevool	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.8.3: heitgaasivool	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.8.4: lahjendatud heitgaasi vool (CVS ja PFD)	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.8.5: CVSi/PFD ja perioodilise proovivõtu seadme kontroll [b]	Esmasel paigaldamisel, 35 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. (Kontroll propaani abil)
8.1.8.8: vaakumileke	Proovivõtusüsteemi paigaldamisel. Enne iga laborikatset vastavalt punktile 7.1: 8 tunni jooksul enne iga töötsükli esimese katsefaasi alustamist ja pärast hooldustöid, nt eelfiltrite vahetamist.
8.1.9.1: CO_2 NDIR H_2O segav toime	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.9.2: CO NDIR CO_2 ja H_2O segav toime	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.10.1: FID kalibreerimine HC FID optimeerimine ja HC FID kontroll	Kalibreerimine, optimeerimine ja CH_4 näidu määramine: esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid. CH_4 näidu kontroll: esmasel paigaldamisel, 185 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid.

▼M1

Kalibreerimise või kontrolli tüüp	Minimaalne sagedus ([a])
8.1.10.2: lahjendamata heitgaasi FID O_2 segav toime	Kõigi FID-analüsaatorite puhul: esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid. THC FID analüsaatorite puhul: esmasel paigaldamisel, pärast suuremaid hooldustöid ning pärast FID optimeerimist vastavalt punktile 8.1.10.1.
8.1.11.1: CLD CO_2 ja H_2O summutav mõju	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.11.3: NDUV HC ja H_2O segav toime	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.11.4: jahutusvanni (jahuti) NO_2 läbivool	Esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.11.5: NO_2-NO-konverteri muundamine	Esmasel paigaldamisel, 35 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.12.1: proovi kuivati kontrollimine	Termojahutid: paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid. Osmootsed membraanid: paigaldamisel, 35 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid.
8.1.13.1: tahkete osakeste kaal ja kaalumine	Sõltumatu kontroll: esmasel paigaldamisel, 370 päeva jooksul enne katsetamist ja pärast suuremaid hooldustöid. Null-, võrdlus- ja etalonproovi kontroll: 12 tunni jooksul enne kaalumist ja pärast suuremaid hooldustöid.

([a]) Kalibreerimisi ja kontrolle tuleks läbi viia sagedamini, järgides mõõtesüsteemi tootja juhiseid ja head inseneritava.
([b]) CVSi kontroll ei ole nõutav süsteemide puhul, mille kõrvalekalle on maksimaalselt ± 2 %, lähtudes sisselaskeõhu, kütuse ja lahjendatud heitgaasi süsiniku või hapniku keemilisest tasakaalust.

8.1.3. Täpsuse, korduvuse ja müra kontrollimine

Mõõteseadme täpsuse, korduvuse ja müra kindlaksmääramise aluseks on tabelis 6.8 esitatud konkreetsete mõõteseadmete toimivusväärtused.

Mõõteseadme täpsuse, korduvuse ja müra kontrollimine ei ole nõutav. Sellise kontrolli tegemist tasub aga kaaluda uue mõõteseadme spetsifikatsioonide kindlaksmääramiseks, uue mõõteseadme toimivuse kontrollimiseks enne kasutuselevõtmist või olemasoleva mõõteseadme rikete kõrvaldamiseks.

8.1.4. Lineaarsuse kontroll

8.1.4.1. Kohaldamisala ja sagedus

Iga tabelis 6.5 loetletud mõõtesüsteemi lineaarsust kontrollitakse vähemalt nii sageli, kui on kõnealuses tabelis näidatud, järgides mõõtesüsteemi tootja soovitusi ja head inseneritava. Lineaarsuse kontrolli eesmärk on teha kindlaks, kas mõõtesüsteem reageerib proportsionaalselt kogu huvipakkuvas mõõtepiirkonnas. Lineaarsuse kontrollimisel tuleb mõõtesüsteemi sisestada vähemalt kümnest etalonväärtusest koosnev seeria, kui ei ole ette nähtud teisiti. Mõõtesüsteem kvantifitseerib iga etalonväärtuse. Mõõdetud väärtusi tuleb üheskoos võrrelda etalonväärtustega, kasutades vähimruutude meetodit ehk lineaarset regressiooni ja tabelis 6.5 esitatud lineaarsuse kriteeriume.

▼M1

8.1.4.2. Toimivusnõuded

Kui mõõtesüsteem ei vasta tabelis 6.5 esitatud asjakohastele lineaarsuse kriteeriumidele, kõrvaldatakse puudus vastavalt vajadusele teistkordse kalibreerimise, hoolduse või osade vahetamise teel. Pärast puuduse kõrvaldamist lineaarsuse kontrolli korratakse, et tagada mõõtesüsteemi vastavus lineaarsuse kriteeriumidele.

8.1.4.3. Menetlus

Lineaarsust kontrollitakse järgmiselt:

a) mõõtesüsteemi käitatakse vastavalt selle ettenähtud temperatuuridele, rõhkudele ja vooluhulkadele;

b) mõõteseade nullitakse samamoodi, nagu enne heitekatset, sisestades nullsignaali. Gaasianalüsaatorite puhul kasutatakse punktis 9.5.1 esitatud spetsifikatsioonidele vastavat nullgaasi, mis juhitakse sisse otse analüsaatori pordi kaudu;

c) mõõteseadme mõõteulatus määratakse samamoodi, nagu enne heitekatset, sisestades võrdlussignaali. Gaasianalüsaatorite puhul kasutatakse punktis 9.5.1 esitatud spetsifikatsioonidele vastavat võrdlusgaasi, mis juhitakse sisse otse analüsaatori pordi kaudu;

d) pärast mõõteseadme mõõtepiirkonna määramist kontrollitakse nullväärtust sama signaaliga, mida kasutati käesoleva punkti alapunktis b. Hea inseneritava kohaselt määratakse nullnäidu põhjal kindlaks, kas mõõteseade tuleb enne järgmisse etappi siirdumist uuesti nullida või tuleb määrata uuesti selle mõõtepiirkond;

e) kõigi mõõdetavate koguste puhul tuleb selliste võrdlusväärtuste $y_{\mathrm{ref}i}$ valimisel, mis vastavad heitekatse ajal eeldatavate väärtuste koguulatusele, järgida tootja soovitusi ja head inseneritava, et vältida seeläbi vajadust ekstrapoleerimise järele üle kõnealuste väärtuste. Null-võrdlusväärtus valitakse ühena lineaarsuse kontrolli võrdlusväärtustest. Eraldiseisva rõhu ja temperatuuri lineaarsuse kontrolli puhul valitakse vähemalt kolm võrdlusväärtust. Kõigi muude lineaarsuse kontrollide korral valitakse vähemalt kümme võrdlusväärtust;

f) see, millises järjekorras võrdlusväärtuste seeria sisestada, valitakse mõõteseadme tootja soovituste ja hea inseneritava kohaselt;

g) moodustatakse ja sisestatakse võrdluskogused, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.4.4. Gaasianalüsaatorite puhul kasutatakse gaasikontsentratsioone, mis teadaolevalt vastavad punktis 9.5.1 esitatud spetsifikatsioonidele, ning need juhitakse sisse vahetult analüsaatori pordi kaudu;

h) võrdlusväärtuse mõõtmise ajal lastakse mõõteseadmel teatud aja jooksul stabiliseeruda;

i) registreerimissagedusega, mis vastab vähemalt tabelis 6.7 näidatud minimaalsele sagedusele, mõõdetakse 30 sekundi jooksul võrdlusväärtust ning registreeritakse registreeritud väärtuste aritmeetiline keskmine $\overline{y}_i$;

j) käesoleva punkti alapunktides g–i kirjeldatud toiminguid korratakse, kuni kõik võrdluskogused on mõõdetud;

▼M1

k) aritmeetiliste keskmiste $\overline{y}_i$ ja võrdlusväärtuste y_{refi} põhjal arvutatakse vähimruutude meetodil lineaarregressiooni kordajad ja statistilised suurused, et teha võrdlus tabelis 6.5 esitatud toimivuskriteeriumidega. Kasutatakse VII lisa 3. liites kirjeldatud arvutusi.

8.1.4.4. Võrdlussignaalid

Käesolevas punktis kirjeldatakse soovitatud meetodeid võrdlusväärtuste loomiseks punktis 8.1.4.3 osutatud lineaarsuse kontrolli protokolli jaoks. Kasutatakse võrdlusväärtusi, mis jäljendavad tegelikke väärtusi, või antakse ette tegelik väärtus ja mõõdetakse võrdlusmõõtesüsteemi abil. Viimasel juhul on võrdlusväärtuseks väärtus, mille annab võrdlusmõõtesüsteem. Võrdlusväärtused ja võrdlusmõõtesüsteemid peavad vastama rahvusvahelistele normidele.

Temperatuuri mõõtmise süsteemide puhul, kus kasutatakse selliseid andureid nagu termopaarid, RTDd ja termistorid, võib lineaarsust kontrollida nii, et eemaldatakse andur süsteemist ja kasutatakse selle asemel valmendit. Vajaduse korral kasutatakse valmendit, mis on eraldi kalibreeritud, kusjuures külmliide on kompenseeritud. Rahvusvahelistele normidele vastava valmendi temperatuuri suhtes seadistatud mõõtemääramatus peab jääma alla 0,5 % maksimaalsest käitamistemperatuurist T_{max}. Kui valitakse see meetod, tuleb kasutada andureid, mille kohta tarnija on teatanud, et need võimaldavad suuremat täpsust kui 0,5 % T_{max}, võrreldes nende standardse kalibreerimiskõveraga.

8.1.4.5. Mõõtesüsteemid, mille puhul tuleb läbi viia lineaarsuse kontroll

Tabelis 6.5 on esitatud mõõtesüsteemid, mis vajavad lineaarsuse kontrolli. Tabelis esitatud andmete kasutamisel tuleb arvestada järgmist:

a) kui seadme tootja seda soovitab või kui selle aluseks on hea inseneritava, kontrollitakse lineaarsust sagedamini, kui seadme tootja seda soovitab;

b) „min“ – lineaarsuse kontrollimisel kasutatav väikseim võrdlusväärtus;

olgu märgitud, et olenevalt signaalist võib selle väärtus olla null või negatiivne;

c) „max“ – üldjuhul suurim võrdlusväärtus, mida kasutatakse lineaarsuse kontrollimise käigus. Näiteks gaasijaoturite puhul tähistab x_{max} jaotamata, lahjendamata võrdlusgaasi kontsentratsiooni. Järgmistel erijuhtudel tähistab „max“ muud väärtust:

i) tahkete osakeste kaalu lineaarsuse kontrollimisel tähistab m_{max} tahkete osakeste filtri tüüpilist massi;

ii) pöördemomendi lineaarsuse kontrollimisel tähistab T_{max} tootja poolt katsetamiseks esitatud suurima pöördemomendiga mootori pöördemomendi tippväärtust;

d) esitatud äärmised väärtused on kaasa arvatud. Näiteks kui kaldele a_1 on ette nähtud väärtused 0,98–1,02, siis $0{,}98 \leq a_1 \leq 1{,}02$;

▼M1

e) niisugust lineaarsuse kontrolli ei nõuta süsteemide puhul, mis on läbinud punktis 8.1.8.5 kirjeldatud lahjendatud heitgaasi vooluhulga kontrollimise propaani abil, ega süsteemide puhul, mis ± 2 % tolerantsi piires vastavad sisselaskeõhu, kütuse ja heitgaasi süsiniku või hapniku keemilisele tasakaalule;

f) a_1 kriteeriumi tuleb nende suuruste puhul täita ainult juhul, kui signaali asemel, mis on üksnes lineaarselt võrdeline tegeliku väärtusega, on nõutav suuruse absoluutväärtus;

g) eraldiseisvate temperatuuride hulka kuuluvad mootori temperatuurid ja ümbritseva keskkonna tingimused, mida kasutatakse mootori tingimuste seadistamiseks või kontrollimiseks; temperatuurid, mida kasutatakse katsesüsteemi kriitiliste tingimuste seadistamiseks või kontrollimiseks; ja temperatuurid, mida kasutatakse heitkoguste arvutamisel:

i) temperatuuride lineaarsuse kontroll on nõutav järgmistel juhtudel: õhu sisselase, järeltöötlussüsteemid (mootorite puhul, mida katsetatakse koos järeltöötlussüsteemiga külmkäivituskriteeriumidega tsüklites), lahjendusõhk tahkete osakeste proovi võtmiseks (CVS, kaheastmeline lahjendamine, osavoosüsteemid), tahkete osakeste proovivõtt, jahutusega proovivõtt (gaasiliste proovide võtmise süsteemide puhul, kus proovide kuivatamiseks kasutatakse jahutit);

ii) järgmiste temperatuuride lineaarsuse kontroll on nõutav ainult juhul, kui seda näeb ette mootori tootja: kütuse sissevool; katsekambri ülelaadeõhu vahejahuti õhu väljalaskeava (mootorite puhul, mida katsetatakse katsekambri soojusvahetiga, mis jäljendab väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate vahejahutit); katsekambri ülelaadeõhu vahejahuti jahutusvedeliku sisselaskeava (mootorite puhul, mida katsetatakse katsekambri soojusvahetiga, mis jäljendab väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate vahejahutit); õli õlivannis/karteris; jahutusvedelik enne termostaati (vedelikjahutusega mootorite puhul);

h) eraldiseisvate rõhkude hulka kuuluvad mootori rõhk ja ümbritseva keskkonna tingimused, mida kasutatakse mootori tingimuste seadistamisel või kontrollimisel; rõhud, mida kasutatakse katsesüsteemi kriitiliste tingimuste seadistamisel või kontrollimisel; ning rõhud, mida kasutatakse heitkoguste arvutamisel:

i) rõhu lineaarsuse kontroll on nõutav järgmistel juhtudel: õhusisselaske rõhupiirang, heitgaasi vasturõhk, baromeeter, sisselaske ülerõhk (kui mõõtmiseks kasutatakse CVSi), jahutusega proovivõtt (gaasiliste proovide võtmise süsteemide puhul, kus proovide kuivatamiseks kasutatakse jahutit);

ii) järgmistel juhtudel on rõhu lineaarsuse kontroll nõutav ainult juhul, kui seda näeb ette mootori tootja: katsekambri õhu vahejahuti ja ühendustoru rõhu langus (turboülelaadimisega mootorite puhul, mida katsetatakse katsekambri soojusvahetiga, mis jäljendab väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate vahejahutit), kütuse sisselase ja kütuse väljalase.

▼M1

Tabel 6.5

Mõõtesüsteemid, mille puhul on nõutav lineaarsuse kontroll

Mõõtesüsteem	Mõõdetav suurus	Minimaalne kontrollimissagedus	Lineaarsuskriteeriumid			
			$\lvert x_{min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 \rvert$	α	*SEE*	r^2
Mootori pöörlemissagedus	n	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 0,05 % n_{max}	0,98–1,02	$\leq$ 2 % n_{max}	$\geq$ 0,990
Mootori pöördemoment	T	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % T_{max}	0,98–1,02	$\leq$ 2 % T_{max}	$\geq$ 0,990
Kütuse vooluhulk	q_m	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % $q_{m,\ max}$	0,98–1,02	$\leq$ 2 % $q_{m,\ max}$	$\geq$ 0,990
Sisselaskeõhu Vooluhulk ([1])	q_V	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	$\leq$ 2 % $q_{V,\ max}$	$\geq$ 0,990
Lahjendusõhu Vooluhulk ([1])	q_V	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	$\leq$ 2 % $q_{V,\ max}$	$\geq$ 0,990
Lahjendatud heitgaasi Vooluhulk ([1])	q_V	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	$\leq$ 2 % $q_{V,\ max}$	$\geq$ 0,990
Lahjendamata heitgaasi Vooluhulk ([1])	q_V	185 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	$\leq$ 2 % $q_{V,\ max}$	$\geq$ 0,990
Perioodilise proovivõtu Vooluhulk ([1])	q_V	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	$\leq$ 2 % $q_{V,\ max}$	$\geq$ 0,990
Gaasijaoturid	x/x_{span}	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 0,5 % x_{max}	0,98–1,02	$\leq$ 2 % x_{max}	$\geq$ 0,990
Gaasianalüsaatorid	x	35 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 0,5 % x_{max}	0,99–1,01	$\leq$ 1 % x_{max}	$\geq$ 0,998
PM kaal	m	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % m_{max}	0,99–1,01	$\leq$ 1 % m_{max}	$\geq$ 0,998
Eraldiseisev rõhk	p	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % p_{max}	0,99–1,01	$\leq$ 1 % p_{max}	$\geq$ 0,998
Eraldiseisva temperatuuri signaalide teisendamine analoogsest digitaalseks	T	370 päeva jooksul enne katsetamist	$\leq$ 1 % T_{max}	0,99–1,01	$\leq$ 1 % T_{max}	$\geq$ 0,998

([1]) Standardse mahulise vooluhulga asemel võib „mõõdetava kogusena“ kasutada ka molaarset vooluhulka. Sellisel juhul võib vastavates lineaarsuskriteeriumites maksimaalse mahulise vooluhulga asemel kasutada maksimaalset molaarset vooluhulka.

▼M1

8.1.5. Gaasi pidevanalüüsi süsteemi näidu ning andmete ajakohastamise ja registreerimise kontroll

Käesolevas punktis kirjeldatakse gaasi pidevanalüüsi süsteemi näidu saamise ning mõõteandmete ajakohastamise ja registreerimise üldist kontrollimenetlust. Vt punkt 8.1.6. kompenseerivat tüüpi analüsaatorite puhul ette nähtud kontrollimenetluste kohta.

8.1.5.1. Kohaldamisala ja sagedus

Niisugune kontroll tuleb läbi viia gaasi pidevanalüsaatori paigaldamise või väljavahetamise järel. Kontroll tuleb läbi viia ka juhul, kui süsteem konfigureeritakse ümber viisil, mis võib muuta süsteemi näitu. Kontrollimine on vajalik pidevanalüsaatorite puhul, mida kasutatakse siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) või RMC tegemiseks, kuid seda pole vaja kasutada perioodilise proovivõtu gaasianalüsaatorite puhul või gaasi pidevanalüüsi süsteemide puhul, mida kasutatakse ainult üksikrežiimi NRSC katsete tegemisel.

8.1.5.2. Mõõtepõhimõtted

Selle katsega kontrollitakse, kas mõõteandmete ajakohastamise ja registreerimise sagedus vastab süsteemi üldisele reaktsioonivõimele kontsentratsioonide väärtuse kiire muutumise korral proovivõtturis. Gaasianalüsaatorisüsteeme optimeeritakse nii, et kontsentratsiooni kiire muutumise korral toimuks nende näidu ajakohastamine ja registreerimine piisavalt kiiresti, et vältida andmete kadu. Selle katsega kontrollitakse ka, kas gaasi pidevanalüsaatorite süsteemid vastavad minimaalse reaktsiooniaja nõuetele.

Süsteemi seadistused reaktsiooniaja hindamiseks peavad olema täpselt samad kui katse käigus mõõtmiste tegemisel (st rõhk, vooluhulgad, filtri seadistused analüsaatoritel ja kõik muud reaktsiooniaja mõjud). Reaktsiooniaja määramiseks lülitatakse gaas ümber vahetult proovivõtturi sisselaskeava juures. Gaasi ümberlülitusseadmed peavad võimaldama gaasi ümber lülitamist vähem kui 0,1 sekundi jooksul. Katses kasutatavad gaasid peavad tekitama kontsentratsioonimuutuse vähemalt 60 % skaala lõppväärtusest.

Iga gaasikomponendi kontsentratsioonijälg registreeritakse.

8.1.5.3. Süsteemile esitatavad nõuded

a) Süsteemi reaktsiooniaeg peab kõikide mõõdetud komponentide (CO, NO_x, $_2$ ja HC) ja kasutatavate mõõtepiirkondade korral olema $\leq$ 10 sekundit ja tõusuaeg $\leq$ 5 sekundit.

Kõigi andmete väärtusi (kontsentratsioon, kütuse ja õhu vool) tuleb nihutada mõõdetud reaktsiooniaja võrra, enne kui tehakse VII lisas osutatud heitkoguste arvutused.

b) Et mõõteandmete ajakohastamine ja registreerimine oleks süsteemi üldise reageerimise seisukohalt vastuvõetav, peab süsteem vastama järgmistele nõuetele:

i) keskmise tõusuaja ning sageduse, millega süsteem registreerib ajakohastatud kontsentratsiooni, korrutis peab olema vähemalt 5. Keskmine tõusuaeg ei tohi mingil juhul ületada 10 sekundit;

▼M1

ii) sagedus, millega süsteem registreerib kontsentratsiooni, peab olema vähemalt 2 Hz (vt ka tabelit 6.7).

8.1.5.4. Menetlus

Iga gaasi pidevanalüüsisüsteemi näidu kontrollimisel järgitakse järgmist menetlust.

a) Järgitakse analüsaatorisüsteemi tootja antud käivitamis- ja käitamisjuhiseid. Süsteemi töö optimeerimiseks justeeritakse mõõtesüsteem vastavalt vajadusele. Kontroll viiakse läbi analüsaatoriga, mida käitatakse samal viisil nagu heitekatse puhul. Kui analüsaatori proovivõtusüsteem on teiste analüsaatoritega ühine ja kui teiste analüsaatorite gaasivool avaldab ebasoodsat mõju süsteemi reaktsiooniajale, käivitatakse ka teised analüsaatorid ja lastakse neil kõnealuse kontrollkatse ajal töötada. Seda kontrollkatset võib üheaegselt läbi viia mitme analüsaatoriga, mis kasutavad ühist proovivõtusüsteemi. Kui heitekatse käigus kasutatakse analoogfiltreid või reaalaja digitaalfiltreid, käitatakse neid filtreid selle kontrolli käigus samal viisil.

b) Seadmete puhul, mida kasutatakse süsteemi reaktsiooniaja valideerimiseks, soovitatakse hoida gaasi ülekandetorud kõikide ühenduste vahel võimalikult lühikesed ning kiirlülitusega kolmekäigulise (2 sisseviiku, 1 väljaviik) ventiili ühe sisseviiguga ühendatakse nullõhu allikas, et kontrollida nullgaasi ja segatud võrdlusgaaside voolu proovivõtusüsteemi sisselaskeava või proovivõtturi väljalaskeava lähedal paiknevas harunemiskohas. Tavaliselt on gaasi vooluhulk suurem kui proovi vooluhulk ja liigne gaas voolutatakse proovivõtturi sisselaskeava kaudu välja. Kui gaasi vooluhulk on väiksem kui proovi vooluhulk, kohandatakse gaasi kontsentratsioone, et võtta arvesse väliskeskkonnast proovivõtturisse tõmmatavast õhust tingitud lahjendust. Kasutada võib kahe või mitme komponendiga võrdlusgaase. Võrdlusgaaside segamiseks võib kasutada gaaside segamise seadet. Gaaside segamise seadet soovitatakse juhul, kui N_2-ga lahjendatud võrdlusgaase tuleb segada õhuga lahjendatud võrdlusgaasidega.

Gaasijaoturi kasutamise korral segatakse võrdlusgaas NO–CO–CO_2–C_3H_8–CH_4 (täitegaasiks N_2) võrdsetes osades NO_2 võrdlusgaasiga, mille täitegaasiks on puhastatud sünteetiline õhk. Vajaduse korral võib segatud NO-CO-CO_2-C_3H_8-CH_4 asemel, mille täitegaasiks on N_2, kasutada ka standardseid kahekomponendilisi võrdlusgaase; sellisel juhul viiakse iga analüsaatori puhul läbi eraldi reageerimiskatsed. Gaasijaoturi väljalaskeava ühendatakse kolmekäigulise ventiili teise sisselaskeavaga. Ventiili väljalaskeava ühendatakse gaasianalüsaatorisüsteemi proovivõtturi ülevooluavaga või proovivõtturi ja kõikide kontrollitavate analüsaatorite juurde viiva ülekandetoru vahel asuva ülevooluliitmikuga. Kasutatakse seadet, mis hoiab ära rõhu pulseerimise, mis on tingitud gaasisegamisseadet läbiva voolu katkemisest. Gaasikomponendid, mis ei ole selle kontrolli puhul analüsaatorite jaoks olulised, jäetakse kõrvale. Alternatiivina on lubatud kasutada gaasiballoone, mis sisaldavad ühtainsat gaasi, ja mõõta reaktsiooniaegu eraldi.

▼M1

c) Andmeid kogutakse järgmiselt:

i) ventiil avatakse selliselt, et käivitub nullgaasi vool;

ii) antakse aega stabiliseerumiseks, võttes arvesse viivitusi gaasisiirdes ja kõige aeglasema analüsaatori lõppnäidu saavutamiseks kuluvat aega;

iii) alustatakse andmete registreerimist sagedusega, mida kasutatakse heitekatse ajal. Iga registreeritud väärtus peab olema analüsaatori mõõdetud kordumatu ajakohastatud kontsentratsioon; registreeritud väärtuste muutmiseks ei ole lubatud kasutada interpolatsiooni ega filtreerimist;

iv) ventiil lülitatakse selliselt, et segatud võrdlusgaasid saaksid voolata analüsaatoritesse. See aeg registreeritakse kui t_0;

v) võetakse arvesse võttes arvesse viivitusi gaasisiirdes ja kõige aeglasema analüsaatori lõppnäidu saavutamiseks kuluvat aega;

vi) gaasivool lülitatakse ümber, et võimaldada nullgaasil voolata analüsaatorisse. See aeg registreeritakse kui t_{100};

vii) võetakse arvesse võttes arvesse viivitusi gaasisiirdes ja kõige aeglasema analüsaatori lõppnäidu saavutamiseks kuluvat aega;

viii) käesoleva punkti alapunkti c alajaotistes iv–vii kirjeldatud samme korratakse, kuni on registreeritud seitse täistsüklit, ning tsükkel lõppeb nullgaasi vooluga analüsaatoritesse;

ix) registreerimine lõpetatakse.

8.1.5.5. Toimivuse hindamine

Iga analüsaatori keskmise tõusuaja arvutamiseks kasutatakse punkti 8.1.5.4. alapunkti c andmeid.

a) Kui tõendatakse vastavust punkti 8.1.5.3. alapunkti b alajaotise i nõuetele, kasutatakse järgmist menetlust: tõusuajad (sekundites) korrutatakse vastavate registreerimissagedustega hertsides (1/s). Iga tulemuse väärtus peab olema vähemalt 5. Kui väärtus on väiksem kui 5, suurendatakse registreerimissagedust või kohandatakse vooluhulka või muudetakse proovivõtusüsteemi, et suurendada tõusuaega nii palju kui vajalik. Tõusuaega on võimalik suurendada ka digitaalfiltrite konfigureerimisega.

b) Kui tõendatakse vastavust punkti 8.1.5.3. alapunkti b alajaotise ii nõuetele, piisab punkti 8.1.5.3. alapunkti b alajaotise ii nõuetele vastavuse tõendamisest.

8.1.6. Reaktsiooniaja kontrollimine kompenseerivat tüüpi analüsaatorite puhul

8.1.6.1. Kohaldamisala ja sagedus

See kontroll viiakse läbi gaasi pidevanalüsaatori näidu määramiseks, juhul kui heitgaasi kvantifitseerimisel kompenseerib ühe analüsaatori näidu teine analüsaator. Selle kontrollimeetodi puhul loetakse veeaur gaasikomponendiks. See kontroll on nõutav gaasi pidevanalüsaatorite puhul, mida kasutatakse siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) või RMC läbiviimisel. Seda kontrolli ei

▼M1

ole vaja perioodilise proovivõtu gaasianalüsaatorite puhul või pidevanalüsaatorite puhul, mida kasutatakse ainult üksikrežiimi NRSC katsete teostamisel. Seda kontrolli ei kasutata järeltöötluse käigus proovist eemaldatud vett arvestava korrektsiooni suhtes. See kontroll viiakse läbi pärast esmast paigaldamist (st katsekambri käikulaskmist). Pärast suuremaid hooldustöid võib näidu ühetaolisuse kontrollimiseks kasutada punkti 8.1.5, tingimusel, et kõik asendatud komponendid on mingil hetkel läbinud niiske gaasi näidu ühetaolisuse kontrolli.

8.1.6.2. Mõõtepõhimõtted

Selle menetlusega kontrollitakse pidevalt kombineeritud gaasi mõõtmiste ajalist vastavust ja näidu ühetaolisust. Menetluse läbiviimiseks on vaja tagada, et kõik kompensatsioonialgoritmid ja niiskuskorrektsioonid oleksid aktiveeritud.

8.1.6.3. Süsteemile esitatavad nõuded

Punkti 8.1.5.3 alapunktis a sätestatud üldised reaktsiooniaja ja tõusuaja nõuded kehtivad ka kompenseerivat tüüpi analüsaatorite kohta. Lisaks olgu märgitud, et kui registreerimissagedus erineb pidevalt kombineeritava/kompenseeritava signaali ajakohastamise sagedusest, kasutatakse punkti 8.1.5.3. alapunkti b alajaotises i sätestatud kontrolliks nendest kahest sagedusest madalamat.

8.1.6.4. Menetlus

Kasutatakse kõiki punkti 8.1.5.4. alapunktides a–c sätestatud menetlusi. Kui kasutatakse veeauru mõõtmisel põhinevat kompensatsioonialgoritmi, tuleb lisaks mõõta ka veeauru reaktsiooni- ja tõusuaeg. Sel juhul tuleb vähemalt üks kasutatavatest kalibreerimisgaasidest (kuid mitte NO_2) niisutada järgmiselt.

Kui süsteem ei kasuta gaasiproovist vee eemaldamiseks proovi kuivatit, niisutatakse võrdlusgaasi, lastes gaasisegul mullitada läbi tihendatud anumas oleva destilleeritud vee, kus gaasi niisutatakse kõrgeima kastepunktini, mida heitgaasiproovi võtmise käigus võib oodata. Kui süsteemis kasutatakse proovi kuivatit, mis on läbinud taatlemise, võib niisutatud gaasisegu sisestada allpool kuivatit, lastes sellel mullitada läbi tihendatud anumas oleva destilleeritud vee temperatuuril 298 ± 10 K (25 ± 10 °C) või muul temperatuuril, mis on kastepunktist kõrgem. Igal juhul hoitakse niisutatud gaas anumast allavoolu temperatuuril, mis on vähemalt 5 K (5 °C) kõrgem kui kastepunkt vastavas kohas. Tuleb meeles pidada, et gaasikomponendid, mis ei ole selle kontrolli puhul analüsaatorite jaoks olulised, võib kõrvale jätta. Juhul kui gaasikomponente ei ole võimalik vee suhtes kompenseerida, võib nende analüsaatorite näidu kontrolli läbi viia ilma niisutamiseta.

8.1.7. Mootori parameetrite ja ümbritseva keskkonna tingimuste mõõtmine

Mootori tootja kohaldab ettevõttesiseseid kvaliteedimenetlusi, mis vastavad tunnustatud riiklikele või rahvusvahelistele standarditele. Vastasel juhul tuleb läbi viia järgmised menetlused.

▼**M1**

8.1.7.1. Pöördemomendi kalibreerimine

8.1.7.1.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kõik pöördemomendi mõõtmise süsteemid, kaasa arvatud dünamomeetri pöördemomendi andurid ja süsteemid, kalibreeritakse esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid, kasutades muu hulgas võrdlusjõudu või jõuõlga koos omakaaluga. Kalibreerimise kordamisel järgitakse head inseneritava. Pöördemomendi anduri väljundi lineariseerimiseks järgitakse pöördemomendi anduri tootja juhiseid. Lubatud on ka muud kalibreerimismeetodid.

8.1.7.1.2. Omakaalu kalibreerimine

Selle meetodi puhul kasutatakse teadaoleva suurusega jõudu, riputades teadaoleva massiga vihid teadaolevale kaugusele jõuõlal. Tuleb jälgida, et raskust kandev jõuõlg oleks kindlasti risti raskusjõuga (st horisontaalne) ja risti dünamomeetri pöörlemisteljega. Iga kasutatava pöördemomendi mõõtepiirkonna kohta kasutatakse vähemalt kuut kalibreerimisvihtide kombinatsiooni, jaotades raskused mõõtepiirkonnale enam-vähem ühtlaste vahemaadega. Kalibreerimise ajal hoitakse dünamomeetrit võnkliikumises või pöörlemises, et vähendada hõõrdumisega seotud staatilist hüstereesi. Iga vihi raskusjõu määramiseks korrutatakse rahvusvahelistele standarditele vastav vihi mass vastava koha raskuskiirendusega.

8.1.7.1.3. Tensomeetri või rõngakujulise dünamomeetri kalibreerimine

Selle meetodi puhul rakendatakse jõudu, riputades vihte jõuõlale (neid vihte ja nende jõuõla pikkust ei kasutata võrdluspöördemomendi määramisel) või käitades dünamomeetrit erinevatel pöördemomentidel. Iga kasutatava pöördemomendi mõõtepiirkonna kohta võetakse vähemalt kuus jõukombinatsiooni, jaotades raskused mõõtepiirkonnale enam-vähem ühtlaste vahemaadega. Kalibreerimise ajal hoitakse dünamomeetrit võnkliikumises või pöörlemises, et vähendada hõõrdumisega seotud staatilist hüstereesi. Sel juhul korrutatakse võrdluspöördemomendi määramiseks võrdlusmõõturi (nt tensomeeter või rõngakujuline dünamomeeter) väljundjõud selle efektiivse jõuõlaga, mis mõõdetakse jõu mõõtmise punktist kuni dünamomeetri pöördeteljeni. Tuleb jälgida, et jõuõla pikkust mõõdetaks risti mõõteteljega ja risti dünamomeetri pöörlemisteljega.

8.1.7.2. Rõhu, temperatuuri ja kastepunkti kalibreerimine

Seadmed, millega mõõdetakse rõhku, temperatuuri ja kastepunkti, kalibreeritakse esmase paigaldamise ajal. Korduskalibreerimisel lähtutakse seadme tootja juhistest ja heast inseneritavast.

Selliste temperatuuri mõõtmise süsteemide puhul, kus kasutatakse termopaare, RTDd või termistorandureid, kalibreeritakse süsteem nii, nagu kirjeldatud lineaarsuse kontrolli käsitlevas punktis 8.1.4.4.

8.1.8. Vooluhulgaga seotud mõõtmised

8.1.8.1. Kütusevoolu kalibreerimine

Kütuse vooluhulga mõõturid kalibreeritakse esmasel paigaldamisel. Korduskalibreerimisel lähtutakse seadme tootja juhistest ja heast inseneritavast.

▼M1

8.1.8.2. Sisselaskeõhu voolu kalibreerimine

Sisselaskeõhu vooluhulga mõõturid kalibreeritakse esmasel paigaldamisel. Korduskalibreerimisel lähtutakse seadme tootja juhistest ja heast inseneritavast.

8.1.8.3. Heitgaasivoo kalibreerimine

Heitgaasi vooluhulga mõõturid kalibreeritakse esmasel paigaldamisel. Korduskalibreerimisel lähtutakse seadme tootja juhistest ja heast inseneritavast.

8.1.8.4. Lahjendatud heitgaasi vooluhulga (CVS) kalibreerimine

8.1.8.4.1. Ülevaade

a) Käesolevas jaos kirjeldatakse, kuidas kalibreerida lahjendatud heitgaasi püsimahuproovivõtu süsteemide (CVS) vooluhulgamõõtureid.

b) Kalibreerimiseks peab vooluhulgamõõtur olema paigaldatud oma alalisele kohale. Kalibreerimine tuleb läbi viia pärast seda, kui vooluhulgamõõturist üles- või allavoolu on muudetud voolukonfiguratsiooni mis tahes osa, mis võib mõjutada vooluhulgamõõturi kalibreeringut. Kalibreerimine tuleb läbi viia CVSi esmasel paigaldamisel ja alati, kui korrigeerivad meetmed ei lahenda punktis 8.1.8.5. osutatud lahjendatud heitgaasivoo kontrolli (kontroll propaani abil) käigus leitud probleemi.

c) CVSi vooluhulgamõõtur kalibreeritakse, kasutades võrdlusvooluhulgamõõturit, nagu eelhelikiirusega Venturi toru, pika raadiusega düüsiga vooluhulgamõõtur, sujuva juurdepääsuga mõõtediafragma, laminaarvooluelement, kriitilise voolurežiimiga Venturi torude paar või ultrahelivoolumõõtur. Kasutatakse võrdlusvooluhulgamõõturit, mille mõõdetud kogused vastavad ± 1 % mõõtemääramatusega rahvusvahelistele standarditele. Sellise võrdlusvooluhulgamõõturi näitu kasutatakse CVSi vooluhulgamõõturi kalibreerimisel võrdlusväärtusena.

d) Ülesvoolu paiknevat sõela või muud rõhupiiramisseadet, mis võib mõjutada voolu võrdlusvooluhulgamõõturi ees, ei ole lubatud kasutada, välja arvatud juhul, kui vooluhulgamõõtur on kalibreeritud koos sellise rõhupiiramisseadmega.

e) Punktis 8.1.8.4 kirjeldatud kalibreerimismenetlus on seotud molaarsuspõhise meetodiga. Vastavat massipõhise meetodi puhul kasutatavat menetlust vaata VII lisa punktist 2.5.

f) Tootja valikul võib CFV või SSV kalibreerimise ajaks oma alalisest asukohast eemaldada, kui sellal, kui nad on paigaldatud CVSi, on täidetud järgmised tingimused:

1) CFV või SSV paigaldamisel CVSi järgitakse head inseneritava, kontrollimaks, et CVSi sisselaske ja Venturi toru vahel ei ole lekkeid;

▼M1

2) pärast Venturi toru kalibreerimist *ex situ* tuleb CFVde puhul kontrollida kõiki Venturi toru vookombinatsioone, SSV puhul aga vähemalt 10 voopunkti, kasutades punktis 8.1.8.5 kirjeldatud propaani abil kontrollimist. Propaani abil tehtava kontrolli tulemused ei tohi üheski Venturi toru voopunktis ületada punktis 8.1.8.5.6 sätestatud tolerantsi;

3) selleks et kontrollida CVSi *ex situ* kalibreeringut rohkem kui üheainsa CFVga, tuleb teha järgmine kontroll:

i) konstantse propaanivoo juhtimiseks lahjendustunnelisse kasutatakse püsiva vooluhulgaga seadet;

ii) süsivesinike kontsentratsiooni mõõdetakse SSV vooluhulgamõõturi puhul vähemalt kümne eri vooluhulgaga, CFV vooluhulgamõõturi puhul aga kõikide võimalike vookombinatsioonidega, hoides propaanivoo samal ajal konstantsena;

iii) süsivesinike taustakontsentratsiooni lahjendusõhus mõõdetakse selle katse alguses ja lõpus. Iga voopunkti igal mõõtmisel saadud keskmine taustakontsentratsioon tuleb lahutada enne alapunkti iv kohase regressioonanalüüsi tegemist;

iv) võimsuse regressioonarvutusel tuleb kasutada kõiki vooluhulga ja sellele vastava korrigeeritud kontsentratsiooni väärtusi, et saada suhe vormis $y = a \times x^{b}$, kus kontsentratsiooni kasutatakse sõltumatu muutujana, vooluhulka aga sõltuva muutujana. Igas andmepunktis tuleb arvutada mõõdetud vooluhulga ja kõveralt saadud väärtuse vahe. Vahe peab igas punktis olema väiksem kui ± 1 % vastavast regressiooniväärtusest. Väärtus b peab olema vahemikus – 1,005 kuni – 0,995. Kui tulemused ei jää nendesse piiridesse, tuleb võtta punkti 8.1.8.5.1. alapunkti a kohaseid korrigeerivaid meetmeid.

8.1.8.4.2. Mahtpumba (PDP) kalibreerimine

Mahtpump kalibreeritakse, et määrata vooluhulga ja PDP töökiiruse suhte võrrand, mis näitab leket PDP tihenduspindadel funktsioonina PDP sisselaskerõhust. Iga töökiiruse kohta, millega PDPd käitatakse, määratakse vastavad tasandustegurid. PDP vooluhulgamõõtur kalibreeritakse järgmiselt:

a) süsteem ühendatakse joonisel 6.5 osutatud viisil;

b) kalibreerimiseks kasutatava vooluhulgamõõturi ja PDP vahelised lekked peavad jääma alla 0,3 % koguvooluhulgast väiksema kalibreeritud vooluhulgaga punktis, näiteks suurima rõhupiirangu ja PDP väikseima töökiirusega punktis;

c) sellal, kui PDP töötab, tuleb PDP sisselaskeavas hoida konstantset temperatuuri, mis võib kõikuda ± 2 % keskmisest absoluutsest sisselasketemperatuurist T_{in};

d) PDP töökiirus seadistatakse esimesse kalibreeritavasse kiiruspunkti;

e) muudetav takisti seatakse täielikult avatud asendisse;

▼M1

f) PDP-l lastakse töötada vähemalt 3 minutit, et süsteem stabiliseeruks. Seejärel lastakse PDP-l edasi töötada ja registreeritakse vähemalt 30 sekundi proovivõtuandmete keskmised väärtused iga järgmise näitaja kohta:

i) võrdlusvooluhulgamõõturi keskmine vooluhulk $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii) keskmine temperatuur PDP sisselaskeavas, T_{in};

iii) keskmine staatiline absoluutne rõhk PDP sisselaskeavas, p_{in},

iv) keskmine staatiline absoluutne rõhk PDP väljalaskeavas, $p_{\mathrm{out;}}$;

v) keskmine PDP töökiirus, n_{PDP};

g) takistusventiil suletakse astmeliselt, et vähendada absoluutset rõhku PDP sisselaskeavas, p_{in};

h) punkti 8.1.8.4.2. alapunktides f ja g kirjeldatud samme korratakse, et registreerida andmed vähemalt kuues voolutakistusseadme asendis, mis kajastavad võimalike tavakasutuses PDP sisselaskeaval esinevate rõhkude kogu vahemikku;

i) PDP kalibreeritakse, kasutades kogutud andmeid ja VII lisas esitatud valemeid;

j) alapunktides f–i kirjeldatud samme korratakse iga töökiiruse juures, millega PDPd käitatakse;

k) VII lisa punktis 3 (molaarsuspõhine meetod) või punktis 2 (massipõhine meetod) esitatud valemeid kasutatakse heitekatsel kasutatava PDP vooluhulga valemi kindlaksmääramiseks;

l) kalibreerimist kontrollitakse CVSi kontrollimise teel (propaani abil) punktis 8.1.8.5 sätestatud menetluse kohaselt;

m) PDPd ei ole lubatud kasutada madalamal rõhul kui kalibreerimise käigus katsetatud madalaim rõhk sisselaskeaval.

8.1.8.4.3. CFV kalibreerimine

Kriitilise voolurežiimiga Venturi toru (CFV) kalibreeritakse, et kontrollida selle vooluhulgategurit C_{d} madalaima eeldatava staatiliste rõhkude vahe puhul CFV sisselaskeava ja väljalaskeava juures. CFV vooluhulgamõõtur kalibreeritakse järgmiselt:

a) süsteem ühendatakse joonisel 6.5 osutatud viisil;

b) CFVst allavoolu käivitatakse ventilaator;

c) sellal, kui CFV töötab, tuleb CFV sisselaskeavas hoida konstantset temperatuuri, mis võib kõikuda ± 2 % keskmisest absoluutsest sisselasketemperatuurist T_{in};

d) kalibreerimiseks kasutatava vooluhulgamõõturi ja CFV vahelised lekked peavad jääma alla 0,3 % koguvoolust suurima rõhupiiranguga punktis;

e) muudetav takisti seatakse täielikult avatud asendisse. Muudetava voolutakistusseadme asemel võib rõhku CFVst allavoolu muuta, muutes ventilaatori töökiirust või tekitades kontrollitud lekke. Olgu märgitud, et mõne ventilaatori suhtes kehtivad koormusvabadel tingimustel teatavad kitsendused;

▼M1

f) CFV-l lastakse töötada vähemalt 3 minutit, et süsteem stabiliseeruks. Seejärel lastakse CFV-l edasi töötada ja registreeritakse vähemalt 30 sekundi proovivõtuandmete keskmised väärtused iga järgmise näitaja kohta:

i) võrdlusvooluhulgamõõturi keskmine vooluhulk $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii) soovi korral kalibreerimisõhu keskmine kastepunkt T_{dew}. Vt VII lisa lubatavate eelduste kohta heitkoguste mõõtmise ajal;

iii) keskmine temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures T_{in};

iv) keskmine staatiline absoluutne rõhk Venturi toru sisselaskeava juures p_{in};

v) keskmine staatiline rõhkude vahe CFV sisselaskeava ja CFV väljalaskeava vahel, Δp_{CFV};

g) takistusventiil suletakse astmeliselt, et vähendada absoluutset rõhku CFV sisselaskeavas, p_{in};

h) käesoleva punkti alapunktides f ja g kirjeldatud samme korratakse, et registreerida keskmised andmed vähemalt kümnes voolutakistusseadme asendis, nii et katses eeldatavad Δp_{CFV} väärtused oleksid kogu nende praktilises ulatuses hõlmatud. Kõige väiksemate rõhupiirangute juures kalibreerimiseks ei ole kalibreerimiskomponente ega CVSi komponente vaja eemaldada;

i) C_{d} ja suurim lubatav rõhkude suhe r määratakse VII lisas sätestatud menetluse kohaselt;

j) näitajat C_{d} kasutatakse CFV vooluhulga määramiseks heitekatse ajal. CFVd ei ole lubatud kasutada ülalpool VII lisa kohaselt määratud r suurimat lubatud väärtust;

k) kalibreerimist kontrollitakse CVSi kontrollimise teel (propaani abil) punktis 8.1.8.5 sätestatud menetluse kohaselt;

l) kui CVS on konfigureeritud käitama üheaegselt rohkem kui ühte CFVd, kalibreeritakse CVS ühe järgmise tingimuse kohaselt:

i) iga CFV-de kombinatsioon kalibreeritakse käesoleva punkti ja VII lisa kohaselt. Vt VII lisas sätestatud juhiseid vooluhulkade arvutamise kohta selle variandi korral;

ii) iga CFV kalibreeritakse käesoleva punkti ja VII lisa kohaselt. Vt VII lisas sätestatud juhiseid vooluhulkade arvutamise kohta selle variandi korral.

8.1.8.4.4. SSV kalibreerimine

Eelhelikiirusega Venturi toru (SSV) kalibreeritakse, et määrata selle kalibreerimistegur C_{d} sisselaskerõhkude eeldatava vahemiku puhul. SSV vooluhulgamõõtur kalibreeritakse järgmiselt:

a) süsteem ühendatakse joonisel 6.5 osutatud viisil;

▼M1

b) SSVst allavoolu käivitatakse ventilaator;

c) kalibreerimiseks kasutatava vooluhulgamõõturi ja SSV vahelised lekked peavad jääma alla 0,3 % koguvoolust suurima rõhupiiranguga punktis;

d) sellal, kui SSV töötab, tuleb SSV sisselaskeavas hoida konstantset temperatuuri, mis võib kõikuda ± 2 % keskmisest absoluutsest sisselasketemperatuurist T_{in};

e) muudetav voolutakistusseade või reguleeritava kiirusega ventilaator tuleb seada vooluhulgale, mis on suurem kui suurim katse ajal eeldatav vooluhulk. Vooluhulki ei tohi ekstrapoleerida üle kalibreeritud väärtuste ning seetõttu soovitatakse veenduda, et SSV ahendis oleks suurima kalibreeritud vooluhulga juures Reynoldsi arv *Re* suurem kui katse ajal eeldatav maksimaalne *Re*;

f) SSV-l lastakse töötada vähemalt 3 minutit, et süsteem stabiliseeruks. Seejärel lastakse SSV-l edasi töötada ja registreeritakse vähemalt 30 sekundi proovivõtuandmete keskmised väärtused iga järgmise näitaja kohta:

   i) võrdlusvooluhulgamõõturi keskmine vooluhulk $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

   ii) soovi korral kalibreerimisõhu keskmine kastepunkt T_{dew}. Lubatavaid eeldusi vt VII lisast;

   iii) keskmine temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures T_{in};

   iv) keskmine staatiline absoluutne rõhk Venturi toru sisselaskeava juures p_{in};

   v) staatiliste rõhkude vahe Venturi toru sisselaskeava juures oleva staatilise rõhu ja Venturi toru ahendis oleva staatilise rõhu vahel, Δp_{SSV};

g) vooluhulga vähendamiseks suletakse takistusventiil järk-järgult või vähendatakse ventilaatori kiirust;

h) alapunktides f ja g kirjeldatud samme korratakse, kuni on registreeritud andmed vähemalt kümne vooluhulga juures;

i) kogutud andmete ning VII lisas esitatud valemite abil määratakse C_d ja *Re* vaheline seos;

j) kalibreerimist kontrollitakse CVSi kontrollimise teel (propaani abil), nagu on kirjeldatud punktis 8.1.8.5, kasutades uut C_d ja *Re* seose valemit;

k) SSV-d kasutatakse üksnes minimaalse ja maksimaalse kalibreeritud vooluhulga vahemikus;

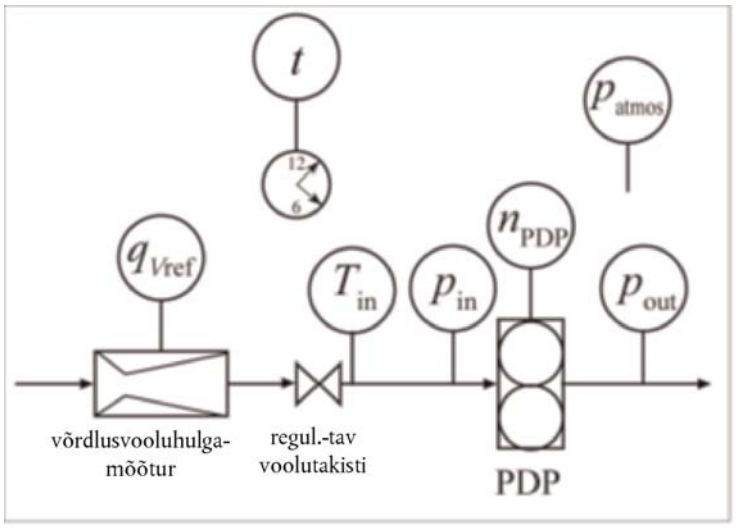
l) SSV vooluhulga määramiseks heitekatses kasutatakse VII lisa 3. jao (molaarsuspõhine meetod) või 2. jao (massipõhine meetod) valemeid.

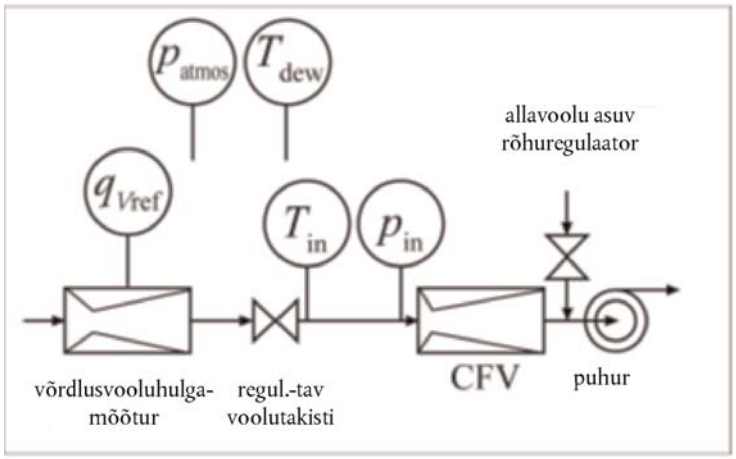
▼M1

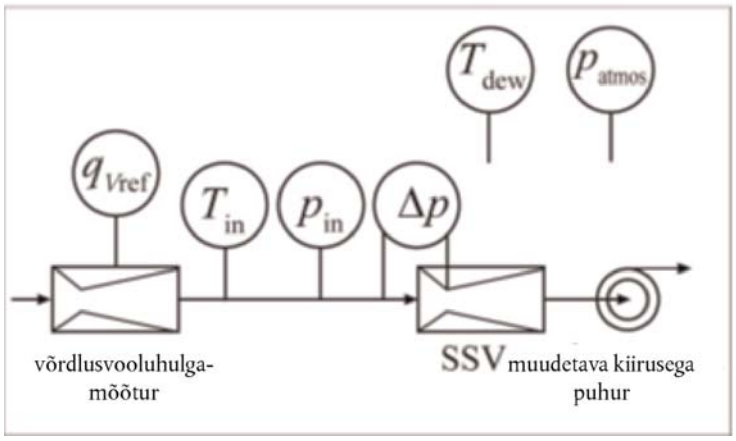
8.1.8.4.5. Ultrahelikalibreerimine (reserveeritud)

Joonis 6.5

CVSi kalibreerimise voodiagramm lahjendatud heitgaasi voolu puhul







▼**M1**

8.1.8.5. CVSi ja perioodilise proovivõtu seadme kontrollimine (propaani abil)

8.1.8.5.1. Sissejuhatus

a) Propaani abil saab kontrollida CVS-süsteemi, et välja selgitada, kas lahjendatud heitgaasivoolust mõõdetud väärtustes esineb kõrvalekaldeid. Propaani abil saab kontrollida ka perioodilise proovivõtu seadet, et teha kindlaks, kas perioodilise proovivõtu süsteemis, mille abil võetakse CVSist proove käesoleva punkti alapunktis f kirjeldatud viisil, esineb kõrvalekaldeid. Head inseneritava ja ohutuid meetodeid järgides saab seda kontrolli teha ka muude gaaside kui propaani abil, näiteks CO_2 või CO abil. Kui propaani abil kontrollimine ebaõnnestub, võib see viidata ühele või mitmele järgmisele probleemile, mis vajavad korrigeerivaid meetmeid:

i) valesti kalibreeritud analüsaator. FID analüsaator tuleb uuesti kalibreerida, parandada või välja vahetada;

ii) CVSi tunneli, ühenduste, kinnituste ja HC proovivõtusüsteemi leket kontrollitakse vastavalt punktile 8.1.8.7;

iii) halba segunemist kontrollitakse vastavalt punktile 9.2.2;

iv) proovivõtusüsteemi süsivesinikusaastet kontrollitakse vastavalt punktile 7.3.1.2;

v) muutused CVSi kalibreeringus. CVSi vooluhulgamõõtur tuleb kalibreerida kohapeal, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.8.4;

vi) muud probleemid CVSi või proovivõtusüsteemi kontrollimise riist- või tarkvaraga. CVS-süsteemi, CVSi kontrollimise riistvara ja tarkvara tuleb kontrollida kõrvalekallete suhtes;

b) propaani abil kontrollimise puhul kasutatakse CVSis C_3H_8 kui märgistusgaasi võrdlusmassi või võrdlusvooluhulka. Kui kasutatakse võrdlusvooluhulka, tuleb arvesse võtta võrdlusvooluhulgamõõturis esinevat mitteideaalse C_3H_8 gaasi käitumist. Vt VII lisa 2. jagu (molaarsuspõhine meetod) või 3. jagu (massipõhine meetod), milles kirjeldatakse teatud vooluhulgamõõturite kalibreerimist ja kasutamist. Punktis 8.1.8.5 ja VII lisas ei tohi kasutada ideaalse gaasi eeldust. Propaani abil tehtava kontrolli puhul võrreldakse sisestatud C_3H_8 arvestuslikku massi võrdlusväärtustega, kasutades HC mõõtmisi ja CVSi vooluhulga mõõtmist.

8.1.8.5.2. Teadaoleva propaanikoguse CVS-süsteemi sisestamise meetod

Kogu püsimahuproovivõtu süsteemi ja analüüsisüsteemi täpsuse määramiseks juhitakse tavapärasel viisil töötavasse süsteemi teadaolev mass gaasilist saasteainet. Saasteainet analüüsitakse ja selle mass arvutatakse VII lisa kohaselt. Kasutatakse ühte kahest järgmisest meetodist.

a) Gravimeetriline mõõtmine tehakse järgmiselt: propaani või süsinikmonooksiidiga täidetud väikese ballooni mass määratakse ± 0,01 g täpsusega. CVS-süsteemil lastakse töötada 5–10 minutit tavapärasele heitgaasikatsele vastavates tingimustes, samal ajal kui süsteemi juhitakse süsinikmonooksiidi või propaani. Kasutatud puhta gaasi kogus määratakse massierinevuse mõõtmisega. Gaasiproovi analüüsitakse tavaliste seadmetega (proovikoti või integreerimismeetodi abil) ning arvutatakse gaasi mass.

▼M1

b) Kriitilise voolu ava abil mõõtmine toimub järgmiselt: CVS-süsteemi juhitakse kalibreeritud kriitilise ava kaudu teadaolev kogus puhast gaasi (süsinikmonooksiid või propaan). Kui sisselaskerõhk on piisavalt kõrge, on kriitilise ava abil reguleeritav vooluhulk väljalaskerõhust sõltumatu (kriitiline vool). CVS-süsteem töötab nagu tavalise heitgaasikatse ajal umbes 5–10 minutit. Gaasiproovi analüüsitakse tavaliste seadmetega (proovikoti või integreerimismeetodi abil) ning arvutatakse gaasi mass.

8.1.8.5.3. Ettevalmistus propaani abil kontrollimiseks

Propaani abil kontrollimist valmistatakse ette järgmiselt:

a) kui võrdlusvooluhulga asemel kasutatakse C_3H_8 võrdlusmassi, hangitakse C_3H_8-ga täidetud balloon. C_3H_8 võrdlusballooni mass määratakse täpsusega ± 0,5 % C_3H_8 kogusest, mida eelduste kohaselt kasutatakse;

b) valitakse CVS-süsteemi jaC_3H_8 puhul asjakohased vooluhulgad;

c) CVS-süsteemis valitakse C_3H_8 sisestuspunkt. Sisestuspunkti asukoht valitakse võimalikult lähedale kohale, kus mootori heitgaasid sisenevad CVS-süsteemi. C_3H_8 balloon ühendatakse sisestussüsteemiga;

d) CVS pannakse tööle ja stabiliseeritakse;

e) proovivõtusüsteemi soojusvaheteid, kui need on olemas, eelsoojendatakse või -jahutatakse;

f) kuumutatud ja jahutatud komponentidel, nagu proovivõtutorudel, filtritel, jahutitel ja pumpadel, lastakse stabiliseeruda töötemperatuuril;

g) vajadusel tehakse HC proovivõtusüsteemi vaakumipoole lekkekontroll vastavalt punktile 8.1.8.7.

8.1.8.5.4. HC proovivõtusüsteemi ettevalmistamine propaani abil kontrollimiseks

HC proovivõtusüsteemi vaakumipoole lekkekontrolli võib teha vastavalt käesoleva punkti alapunktile g. Kui kasutatakse seda menetlust, võib kasutada punktis 7.3.1.2 osutatud süsivesinike saaste kontrollimise menetlust. Kui alapunkti g kohast vaakumipoole lekkekontrolli ei tehta, siis HC proovivõtusüsteem nullitakse, määratakse selle mõõteulatus ning kontrollitakse süsteemi saasteainete suhtes järgmiselt:

a) valitakse madalaim HC analüsaatori mõõtepiirkond, millega saab mõõta CVSi ja C_3H_8 vooluhulkade puhul eeldatavat C_3H_8 kontsentratsiooni;

b) HC analüsaator nullitakse nullõhu sisestamisega analüsaatori pordi kaudu;

c) HC analüsaatori mõõteulatus määratakse C_3H_8 võrdlusgaasi sisestamisega analüsaatori pordi kaudu;

d) nullõhu ülevool suunatakse HC proovivõtturile või HC proovivõtturi ja ülekandetoru vahelisele liitmikule;

e) nullõhu ülevoolu ajal mõõdetakse HC proovivõtusüsteemi stabiilset HC kontsentratsiooni. Perioodiliseks HC mõõtmiseks täidetakse perioodilise proovivõtu mahuti (näiteks kott) ning mõõdetakse HC ülevoolu kontsentratsioon;

▼M1

f) kui HC ülevoolu kontsentratsioon ületab 2 μmol/mol, ei tohi menetlust jätkata, kuni saaste on kõrvaldatud. Välja tuleb selgitada saasteallikas ja võtta korrigeerivaid meetmeid, näiteks puhastada süsteemi või asendada saastatud osad;

g) kui HC ülevoolu kontsentratsioon ei ületa 2 μmol/mol, registreeritakse see väärtus kui x_{HCinit} ning seda kasutatakse HC saastet arvestava korrektsiooni tegemiseks, nagu on kirjeldatud VII lisa 2. jaos (molaarsuspõhine meetod) või 3. jaos (massipõhine meetod).

8.1.8.5.5. Propaani abil tehtava kontrolli menetlus

a) Propaani abil kontrollimine viiakse läbi järgmiselt:

i) perioodiliseks HC proovivõtuks ühendatakse puhtad kogumisvahendid, näiteks vakumeeritud kotid;

ii) HC mõõteseadmeid käitatakse vastavalt seadme tootja juhistele;

iii) kui on ette nähtud lahjendusõhu HC taustkontsentratsiooni arvestava korrektsiooni tegemine, mõõdetakse ja registreeritakse lahjendusõhu HC taustaväärtus;

iv) kõik integraatorid nullitakse;

v) alustatakse proovivõttu ja kõik vooluhulgaintegraatorid käivitatakse;

vi) C_3H_8-l lastakse voolata valitud vooluhulga juures. Kui kasutatakse C_3H_8 võrdlusvooluhulka, alustatakse selle vooluhulga integreerimist;

vii) C_3H_8-l lastakse voolata, kuni on voolanud piisavalt C_3H_8, et tagada võrdlus-C_3H_8 ja mõõdetud C_3H_8 täpne kvantifitseerimine;

viii) C_3H_8 balloon suletakse ning proovivõttu jätkatakse, kuni viivitused, mis tulenevad proovi transportimisest ja analüsaatori näidu saamiseks kuluvast ajast, on arvesse võetud;

ix) proovivõtt lõpetatakse ja kõik integraatorid peatatakse;

b) kui voolu mõõdetakse kriitilise voolu ava abil, võib alternatiivina punkti 8.1.8.5.5 alapunkti a menetlusele kasutada propaani abil kontrollimiseks järgmist menetlust:

i) perioodiliseks HC proovivõtuks ühendatakse puhtad kogumisvahendid, näiteks vakumeeritud kotid;

ii) HC mõõteseadmeid käitatakse vastavalt seadme tootja juhistele;

iii) kui on ette nähtud lahjendusõhu HC taustkontsentratsiooni arvestava korrektsiooni tegemine, mõõdetakse ja registreeritakse lahjendusõhu HC taustaväärtus;

iv) kõik integraatorid nullitakse;

v) C_3H_8 võrdlusballooni sisul lastakse voolata valitud vooluhulga juures;

▼**M1**

vi) alustatakse proovivõttu ning kõik vooluhulgaintegraatorid käivitatakse pärast seda, kui on kindlaks tehtud, et HC kontsentratsioon on stabiilne;

vii) ballooni sisul lastakse voolata, kuni on voolanud piisavalt C_3H_8-t, et tagada võrdlus-C_3H_8 ja mõõdetud C_3H_8 täpne kvantifitseerimine;

viii) kõik integraatorid peatatakse;

ix) C_3H_8 võrdlusballoon suletakse.

8.1.8.5.6. Propaani abil tehtud kontrolli hindamine

Katsejärgne menetlus viiakse läbi järgmiselt:

a) kui kasutati perioodilist proovivõttu, analüüsitakse perioodilisi proove nii kiiresti kui võimalik;

b) pärast HC analüüsimist tehakse saastet ja tausta arvestav korrektsioon;

c) C_3H_8 kogumass arvutatakse CVSi ja HC andmete põhjal, nagu on kirjeldatud VII lisas, kasutades HC efektiivse molaarmassi M_{HC} asemel C_3H_8 molaarmassi M_{C3H8};

d) kui kasutatakse võrdlusmassi (gravimeetriline meetod), määratakse balloonis oleva propaani kaal kindlaks ± 0,5 % täpsusega ja C_3H_8 võrdlusmass määratakse, lahutades tühja ballooni massi propaaniga täidetud ballooni massist. Kui kasutatakse kriitilise voolu ava (voolu mõõdetakse kriitilise voolu ava abil), määratakse propaani mass vooluhulga korrutamisel katse ajaga;

e) C_3H_8 võrdlusmass lahutatakse arvutatud massist. Kui erinevus jääb ± 3,0 % piiresse võrdlusmassist, on CVS kontrolli läbinud.

8.1.8.5.7. Tahkete osakeste teise astme lahjendussüsteemi kontrollimine

Kui propaani abil kontrollimist tuleb korrata, et kontrollida tahkete osakeste teise astme lahjendussüsteemi, tehakse seda vastavalt järgmisele alapunktides a–d kirjeldatud menetlusele:

a) HC proovivõtusüsteem konfigureeritakse võtma proove perioodilise proovivõtu seadme kogumisvahendi (näiteks tahkete osakeste filter) asukoha lähedalt. Kui absoluutne rõhk selles asukohas on HC proovi võtmiseks liiga madal, võib HC proovi võtta perioodilise proovivõtu seadme pumba väljalaskeavast. Pumba väljalaskeavast proovi võtmisel tuleb olla ettevaatlik, sest perioodilise proovivõtu seadmest allavoolu esinev pumba leke, mis muul juhul on vastuvõetav, põhjustab propaani abil teostava kontrolli valenurjumise;

b) propaani abil tehtavat kontrolli korratakse käesolevas punktis kirjeldatud viisil, kuid HC proov võetakse perioodilise proovivõtu seadmest;

c) arvutatakse C_3H_8 mass, võttes arvesse perioodilise proovivõtu seadme teise astme lahjendust;

d) C_3H_8 võrdlusmass lahutatakse arvutatud massist. Kui erinevus jääb ± 5 % piiresse võrdlusmassist, on perioodilise proovivõtu seade kontrolli läbinud. Kui ei, võetakse korrigeerivaid meetmeid.

▼M1

8.1.8.5.8. Proovi kuivati kontrollimine

Kui proovi kuivati väljavooluava juures kasutatakse kastepunkti pidevaks jälgimiseks niiskusandurit, ei viida kõnealust kontrolli läbi, kuni on tagatud, et kuivati väljavooluava niiskus on väiksem kui summutava mõju, segava toime ja kompenseerimise kontrollides kasutatavad miinimumväärtused.

a) Kui gaasiproovist vee eemaldamiseks kasutatakse proovi kuivatit, nagu on lubatud punktis 9.3.2.3.1, siis termojahuti puhul kontrollitakse selle toimivust paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid. Osmootsete membraankuivatite toimivust kontrollitakse paigaldamisel, pärast suuremaid hooldustöid ja 35 päeva jooksul enne katsetamist.

b) Vesi võib takistada analüsaatori võimet mõõta huvipakkuvat heitgaasikomponenti nõuetekohaselt ning seega eemaldatakse teatud juhtudel vesi gaasiproovist enne, kui see jõuab analüsaatorisse. Näiteks võib vesi avaldada põrkelise summutamise tõttu kemoluminestsentsdetektori NOx-näidule negatiivset segavat toimet, CO-le sarnase näidu tõttu aga avaldada NDIR-analüsaatorile positiivset segavat toimet.

c) Proovi kuivati peab kastepunkti T_{dew} ja absoluutse rõhu p_{total} puhul vastama punkti 9.3.2.3.1 spetsifikatsioonidele osmootsest membraankuivatist või jahutist allavoolu.

d) Proovi kuivati toimivuse kindlaksmääramiseks kasutatakse järgmist kontrollimenetlust või töötatakse hea inseneritava kohaselt välja sellest erinev meetod:

   i) vajalike ühenduste loomiseks kasutatakse polütetrafluoroetüleen- (PTFE) või roostevabast terasest torusid;

   ii) N_2 või puhastatud õhku niisutatakse, mullitades seda läbi tihendatud anumas oleva destilleeritud vee, mis niisutab kõnealuse gaasi heitgaasi proovivõtul eeldatava kõrgeima proovi-kastepunktini;

   iii) niisutatud gaas sisestatakse proovi kuivatist ülesvoolu;

   iv) niisutatud gaasi temperatuur anumast allavoolu peab püsima vähemalt 5 °C üle oma kastepunkti;

   v) niisutatud gaasi kastepunkti T_{dew} ja rõhku p_{total} mõõdetakse proovi kuivati sissevooluavale võimalikult lähedal, et kontrollida, kas kastepunkt on heiteproovi võtmise käigus eeldatav kõrgeim kastepunkt;

   vi) niisutatud gaasi kastepunkti T_{dew} ja rõhku p_{total} mõõdetakse proovi kuivati väljavooluavale võimalikult lähedal;

   vii) proovi kuivati on kontrolli edukalt läbinud, kui käesoleva punkti alapunkti d alajaotise vi kohase mõõtmise tulemus on väiksem kui punktis 9.3.2.3.1 sätestatud proovi kuivati spetsifikatsioonile vastav kastepunkt pluss 2 °C, või kui alapunkti d alajaotise vi kohane molaarsus on väiksem kui proovi kuivati vastavad spetsifikatsioonid, pluss 0,002 mol/mol või 0,2 mahuprotsenti. Kõnealuse kontrolli puhul tuleb märkida, et proovi kastepunkti väljendatakse absoluutse temperatuurina kelvinites.

▼M1

8.1.8.6. Osavoolahjendusega tahkete osakeste ja sellega seotud lahjendamata heitgaasi mõõtmise süsteemide korrapärane kalibreerimine

8.1.8.6.1. Nõuded vooluhulkade vahe mõõtmiseks

Osavoolahjendussüsteemide korral tuleb lahjendamata heitgaasi proportsionaalse proovi saamiseks pöörata proovivoolu q_{mp} täpsusele erilist tähelepanu siis, kui seda ei mõõdeta otse, vaid määratakse vooluhulkade vahe mõõtmise kaudu valemi (6–20) abil:

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

kus

q_{mp} on heitgaasiproovi massivooluhulk osavoolahjendussüsteemi sisenemisel

q_{mdw} on lahjendusõhu massivooluhulk (niiskes gaasis)

q_{mdew} on niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulk

Sel juhul peab erinevuse maksimaalne viga olema selline, et q_{mp} määramise täpsus on ± 5 %, juhul kui lahjendusaste on alla 15. Seda saab arvutada kõigi mõõteseadmete vigade ruutkeskmise abil.

Suuruse q_{mp} piisav täpsus saavutatakse ühega järgmistest meetoditest:

a) q_{mdew} ja q_{mdw} absoluutne täpsus on ± 0,2 %, mis lahjendusastme 15 korral tagab q_{mp} täpsuse ≤ 5 %. Suuremate lahjendusastmete korral ilmnevad suuremad vead;

b) q_{mdw} kalibreeritakse q_{mdew} suhtes selliselt, et saavutatakse q_{mp} sama täpsus kui meetodi a korral. Üksikasju vt punktist 8.1.8.6.2;

c) q_{mp} täpsus leitakse kaudselt lahjendusastme täpsuse alusel, mis määratakse märgistusgaasi, näiteks CO_2 abil. Nõutav on meetodiga a samaväärne q_{mp} mõõtetäpsus;

d) q_{mdew} ja q_{mdw} absoluutne täpsus on ± 2 % skaala lõppväärtusest, q_{mdew} ja q_{mdw} vahe maksimumviga on 0,2 % piires ning lineaarsusviga on ± 0,2 % suurimast katse ajal saadud q_{mdew} väärtusest.

8.1.8.6.2. Vooluhulkade vahe mõõteseadme kalibreerimine

Osavoolahjendussüsteemi, mis peab võimaldama võtta lahjendamata heitgaasi proportsionaalse proovi, tuleb korrapäraselt kalibreerida täpse vooluhulgamõõturiga, mis vastab rahvusvahelistele ja/või riiklikele standarditele. Vooluhulgamõõtur või voolumõõteseadmestik tuleb kalibreerida vastavalt ühele järgmistest menetlustest, nii et tunnelisse sisenev proovi vooluhulk q_{mp} vastaks punkti 8.1.8.6.1. täpsusnõuetele:

a) q_{mdw} vooluhulgamõõtur ühendatakse järjestikku q_{mdew} vooluhulgamõõturiga, nende kahe vooluhulgamõõturi vahe kalibreeritakse vähemalt 5 seadepunktis vooluväärtustega, mis paiknevad ühtlaselt katses kasutatava väikseima q_{mdw} väärtuse ja katses kasutatava q_{mdew} väärtuse vahel. Lahjendustunneli kasutamisest võib loobuda;

▼M1

b) kalibreeritud massivooluseade ühendatakse järjestikku q_{mdew} vooluhulgamõõturiga ning kontrollitakse täpsust katses kasutatava väärtuse suhtes. Kalibreeritud voolumõõteseade ühendatakse järjestikku q_{mdw} vooluhulgamõõturiga ning täpsust kontrollitakse vähemalt viie seadeväärtuse suhtes, mis vastavad lahjendusastmete vahemikule 3–15, vastavalt katses kasutatava q_{mdew} väärtusele.

c) ülekandetoru TL (vt joonis 6.7) ühendatakse väljalaskesüsteemist lahti ja ülekandetoruga ühendatakse q_{mp} mõõtmiseks sobiva mõõtepiirkonnaga kalibreeritud voolumõõteseade. q_{mdew} väärtus tuleb seadistada katses kasutatavale väärtusele vastavaks ja q_{mdw} tuleb seadistada järjestikuliselt vähemalt viiele väärtusele, mis vastavad lahjendusastme vahemikule 3–15. Teise võimalusena võib ette näha eraldi kalibreerimisvoo, mis läheb tunnelist mööda, kuid puhul koguvoog ja lahjendusõhu voog, mis lastakse läbi vastavate mõõturite, peab olema selline nagu tegelikus katses;

d) märgistusgaas juhitakse heitesüsteemi ülekandetorusse TL. See märgistusgaas võib olla heitgaasi komponent, näiteks CO_2 või NO_x. Pärast tunnelis lahjendamist mõõdetakse märgistusgaasikomponendi sisaldus. Seda tehakse viie lahjendusastme kohta vahemikus 3–15. Proovivoolu täpsus määratakse lahjendusastme r_d põhjal valemi (6–21) abil:

$$q_{mp} = q_{mdew}/r_d \quad (6–21)$$

q_{mp} täpsuse tagamiseks võetakse arvesse gaasianalüsaatorite täpsust.

8.1.8.6.3. Erinõuded vooluhulkade vahe mõõtmisel

Tungivalt soovitatakse läbi viia süsiniku vooluhulga kontrollimine, kasutades tegelikku heitgaasi, et tuvastada mõõtmise ja reguleerimisega seotud probleeme ja kontrollida osavoosüsteemi nõuetekohast toimimist. Süsiniku vooluhulka tuleks kontrollida vähemalt iga kord, kui paigaldatakse uus mootor või muudetakse midagi olulist katsekambri konfiguratsioonis.

Mootorit käitatakse pöördemomendi koormuse ja pöörlemissageduse tippväärtusel või mõnes muus püsirežiimis, mille puhul eraldub 5 % või enam CO_2. Osavoolahjendusega proovivõtusüsteemi käitatakse lahjendusteguri ligikaudsel väärtusel 15:1.

Kui kontrollitakse süsinikuvoolu, kohaldatakse VII lisa 2. liidet. Süsiniku vooluhulgad arvutatakse vastavalt VII lisa 2. liites esitatud valemitele. Erinevus kõikide süsiniku vooluhulkade väärtustes ei tohi ületada 5 %.

8.1.8.6.3.1. Katse-eelne kontroll

Katse-eelne kontroll tehakse 2 tunni jooksul enne katset järgmisel viisil.

Vooluhulgamõõturite täpsust kontrollitakse samal meetodil kui kalibreerimisel (vt punkt 8.1.8.6.2) vähemalt kahes punktis, sealhulgas q_{mdw} vooluväärtused, mis vastavad lahjendusastmele vahemikus 5–15 katses kasutatava q_{mdew} väärtuse puhul.

Juhul kui punktis 8.1.8.6.2 kirjeldatud kalibreerimismenetluse tulemuste põhjal saab tõendada, et vooluhulgamõõturi kalibreering püsib pikema aja jooksul stabiilne, võib katse-eelse kontrolli ära jätta.

▼M1

8.1.8.6.3.2. Ülekandeaja määramine

Süsteemi seadistus peab ülekandeaja hindamisel olema sama kui katse käigus mõõtmiste tegemisel. Käesoleva lisa 5. liite punktis 2.4. ja joonisel 6–11 määratletud ülekandeaeg määratakse kindlaks järgmise meetodi abil.

Sõltumatu võrdluseks kasutatav vooluhulgamõõtur, millel on proovi vooluhulga jaoks sobiv mõõtepiirkond, ühendatakse järjestikku proovivõtturiga viimase vahetus läheduses. Selle vooluhulgamõõturi ülekandeaeg peab olema väiksem kui 100 ms reaktsiooniaja mõõtmisel kasutatava vooluhulga sammu kohta ja selle voolutakistus peab olema piisavalt väike, et mitte mõjutada osavoolahjendussüsteemi dünaamilist toimimist vastavalt heale inseneritavale. Heitgaasivoolu (või õhuvoolu, kui heitgaasivool saadakse arvutamise teel) muudetakse osavoolahjendussüsteemi sisendis sammhaaval väheselt voolult vähemalt 90 %ni skaala lõppväärtusest. Sammhaaval muutmise käivitusseade peab olema sama, mida kasutatakse tegelikus katses eelreguleerimise käivitamiseks. Heitgaasivoo sammu käivitav signaal ja vooluhulgamõõturi reageering salvestatakse sagedusega vähemalt 10 Hz.

Nende andmete põhjal määratakse kindlaks osavoolahjendussüsteemi ülekandeaeg, mis on aeg sammu käivitava signaali algusest kuni 50 %ni vooluhulgamõõturi reageeringust. Samamoodi määratakse kindlaks q_{mp} signaali (st osavoolahjendussüsteemi sisenev heitgaasiproovi vooluhulk) ja $q_{mew,i}$ signaali (st niiske heitgaasiproovi massivooluhulk heitgaasi vooluhulgamõõturist) ülekandeaeg. Neid signaale kasutatakse regressioonanalüüsis, mis tehakse iga katse järel (vt punkt 8.2.1.2).

Arvutust korratakse vähemalt iga viie vooluhulga suurenemisele ja vähenemisele vastava signaali kohta ning leitakse keskmine tulemus. Sellest väärtusest lahutatakse võrdlus-vooluhulgamõõturi sisemine ülekandeaeg (< 100 ms). Kui eelkontroll on nõutav, kohaldatakse osavoolahjendussüsteemi eelväärtust vastavalt punktile 8.2.1.2.

8.1.8.7. Vaakumipoole lekkekontroll

8.1.8.7.1. Kohaldamisala ja sagedus

Proovivõtusüsteemi paigaldamisel, pärast suuremaid hooldustöid, nagu eelfiltrite vahetused, ja 8 tunni jooksul enne iga töötsükli toiminguteseeria alustamist tuleb ühe käesolevas jaos kirjeldatud lekkekatse abil kontrollida, et süsteemil ei esineks olulisi vaakumipoole lekkeid. CVSi lahjendussüsteemi täisvooluosa puhul ei ole vaja kõnealust kontrolli läbi viia.

8.1.8.7.2. Mõõtepõhimõtted

Lekke võib avastada, kui nullvoolu ajal mõõdetakse väike voolukogus, kui avastatakse, et teadaoleva kontsentratsiooniga võrdlusgaasi kontsentratsioon on vähenenud proovivõtusüsteemi vaakumipoolest läbi voolamisel, või kui mõõtmisel avastatakse, et teatud hõrendusastmega vaakumisüsteemis on rõhk suurenenud.

8.1.8.7.3. Väikese vooluhulgaga lekkekatse

Proovivõtusüsteemi katsetatakse väikese vooluhulga korral lekete suhtes järgmiselt:

▼M1

a) süsteemi proovivõtturi ots suletakse ühega järgmistest toimingutest:

i) proovivõtturi ots suletakse korgi või kattega;

ii) ülekandetoru eemaldatakse proovivõtturilt ja ülekandetoru suletakse korgi või kattega;

iii) lekkekindel ventiil proovivõtturi ja ülekandetoru vahel suletakse;

b) käivitatakse kõik vaakumpumbad. Pärast stabiliseerumist kontrollitakse, kas vooluhulk läbi proovivõtusüsteemi vaakumipoole on väiksem kui 0,5 % süsteemi tavapärasest süsteemi osa läbivast vooluhulgast. Analüsaatori tüüpilise vooluhulga ja möödavooluhulga võib saada hindamise teel süsteemi tavapärasel kasutusel esineva vooluhulga lähendusväärtusena.

8.1.8.7.4. Lekkekatse võrdlusgaasi lahjenemise mõõtmise teel

Selles katses võib kasutada mis tahes gaasianalüsaatorit. FID kasutamisel tehakse korrektsioon proovivõtusüsteemi HC-saaste arvestamiseks vastavalt VII lisa jagudele 2 ja 3, milles käsitletakse HC määramist. Eksitavate tulemuste vältimiseks kasutatakse üksnes analüsaatoreid, mille korduvus selles katses kasutatava võrdlusgaasi kontsentratsiooni puhul on 0,5 % või parem. Vaakumipoole lekkekontroll viiakse läbi järgmiselt:

a) gaasianalüsaator valmistatakse ette nagu heitekatse puhul;

b) analüsaatori porti sisestatakse võrdlusgaasi ning kontrollitakse, kas võrdlusgaasi mõõdetud kontsentratsioon jääb eeldatava mõõtetäpsuse ja korduvuse piiresse;

c) võrdlusgaasi ülevool suunatakse proovisüsteemi ühte järgmisse asukohta:

i) proovivõtturi ots;

ii) ülekandetoru eemaldatakse proovivõtturi ühenduskohast ja võrdlusgaasi ülevool suunatakse ülekandetoru avatud otsale;

iii) kolmekäiguline ventiil, mis on paigaldatud järjestikku proovivõtturi ja selle ülekandetoru vahele;

d) kontrollitakse, kas mõõdetud võrdlusgaasi ülevoolu kontsentratsioon on ± 0,5 % võrdlusgaasi kontsentratsioonist. Oodatust väiksem mõõdetud väärtus osutab lekkele, kuid oodatust suurem väärtus võib osutada probleemile võrdlusgaasiga või analüsaatori endaga. Oodatust suurem mõõdetud väärtus ei osuta lekkele.

8.1.8.7.5. Vaakumi kaol põhinev lekkekatse

Selle katse tegemiseks vähendatakse rõhku proovivõtusüsteemi vaakumipoolel ning jälgitakse seal tekitatud hõrenduse kadumist. Selle katse tegemiseks tuleb teada proovivõtusüsteemi vaakumipoole mahtu täpsusega ± 10 % selle tegelikust mahust. Samuti tuleb selles katses kasutada punktide 8.1 ja 9.4 spetsifikatsioonidele vastavaid mõõteseadmeid.

▼M1

Vaakumi kaol põhinev lekkekatse viiakse läbi järgmiselt:

a) süsteemi proovivõtturi ots suletakse võimalikult proovivõtturi ava lähedalt ühega järgmistest toimingutest:

   i) proovivõtturi ots suletakse korgi või kattega;

   ii) ülekandetoru eemaldatakse proovivõtturilt ja suletakse korgi või kattega;

   iii) lekkekindel ventiil proovivõtturi ja ülekandetoru vahel suletakse;

b) käivitatakse kõik vaakumpumbad. Tekitatakse hõrendus, mis vastab tavapärastele töötingimustele. Proovivõtukottide puhul soovitatakse proovivõtukott kaks korda järjest tühjaks pumbata, et minimeerida õhutaskuid;

c) proovivõtupumbad lülitatakse välja ja süsteem suletakse. Süsteemi jäänud gaasi maht ja soovi korral ka süsteemi absoluutne temperatuur mõõdetakse ja registreeritakse. Antakse piisavalt aega stabiliseerumiseks ning selleks, et 0,5 % leke põhjustaks rõhumuutuse, mis on vähemalt kümme korda suurem kui rõhuanduri eraldusvõime. Rõhk ja soovi korral ka temperatuur registreeritakse uuesti;

d) lekke vooluhulk arvutatakse, lähtudes eeldusest, et tühjakspumbatud koti maht on null, ja lähtudes proovivõtusüsteemi mahu, alg- ja lõpprõhu, vajaduse korral alg- ja lõpptemperatuuri ja kulunud aja teadaolevatest väärtustest. Valemi (6–22) abil kontrollitakse, kas vaakumi kaol põhineva lekke vooluhulk on väiksem kui 0,5 % süsteemis tavapärase kasutuse korral esinevast vooluhulgast:

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

kus

$q_{V\text{leak}}$ on vaakumi kaol põhinev lekke vooluhulk [mol/s]

V_{vac} on proovivõtusüsteemi vaakumipoole geomeetriline maht [m^3]

R on universaalne gaasikonstant [J/(mol·K)]

p_2 on vaakumipoole absoluutne rõhk ajal t_2 [Pa]

T_2 on vaakumipoole absoluutne temperatuur ajal t_2 [K]

p_1 on vaakumipoole absoluutne rõhk ajal t_1 [Pa]

T_1 on vaakumipoole absoluutne temperatuur ajal t_1 [K]

t_2 on vaakumi kaol põhineva lekkekatse lõpetamise aeg [s]

t_1 on vaakumi kaol põhineva lekkekatse alustamise aeg [s]

▼**M1**

8.1.9. CO ja CO_2 mõõtmine

8.1.9.1. H_2O segava toime kontrollimine CO_2 NDIR analüsaatorite puhul

8.1.9.1.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui CO_2 mõõdetakse NDIR-analüsaatoriga, kontrollitakse H_2O segava toime ulatust pärast analüsaatori esmast paigaldamist ja suuremaid hooldustöid.

8.1.9.1.2. Mõõtepõhimõtted

H_2O võib segavalt mõjutada NDIR-analüsaatori CO_2 näitu. Kui NDIR analüsaator kasutab kompensatsioonialgoritme, milles sellise segava mõju kontrollimiseks kasutatakse muude gaaside mõõtetulemusi, tehakse kõnealused mõõtmised samal ajal, et katsetada kompensatsioonialgoritme analüsaatorile mõjuva segava toime kontrollimise ajal.

8.1.9.1.3. Süsteemile esitatavad nõuded

CO_2 NDIR-analüsaatori puhul peab H_2O segav toime jääma vahemikku 0,0 ± 0,4 mmol/mol (eeldatavast keskmisest CO_2 kontsentratsioonist).

8.1.9.1.4. Menetlus

Segavat toimet kontrollitakse järgmiselt:

a) CO_2 NDIR-analüsaator käivitatakse, seda käitatakse, see nullitakse ning selle mõõteulatus määratakse samamoodi nagu enne heitekatset;

b) katsegaasi niisutatakse, lastes punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele vastaval nullõhul mullitada läbi tihendatud anumas oleva destilleeritud vee. Kui proov ei läbi kuivatit, tuleb reguleerida anuma temperatuuri, et saavutada vähemalt nii kõrge H_2O tase, kui katse ajal maksimaalselt eeldatakse. Kui proov läbib katse ajal kuivati, tuleb reguleerida anuma temperatuuri, et saavutada vähemalt nii kõrge H_2O tase, kui on ette nähtud punktis 9.3.2.3.1;

c) niisutatud katsegaasi temperatuur peab anumast allavoolu püsima vähemalt 5 °K üle oma kastepunkti;

d) niisutatud katsegaas sisestatakse proovivõtusüsteemi. Kui katses kasutatakse proovi kuivatit, võib niisutatud katsegaasi sisestada sellest allavoolu;

e) vee molaarsust x_{H2O} niisutatud katsegaasis mõõdetakse analüsaatori sisselaskeavale võimalikult lähedal. Näiteks mõõdetakse x_{H2O} arvutamiseks kastepunkt T_{dew} ja absoluutne rõhk p_{total};

f) kondenseerumise vältimiseks ülekandetorudes, liitmikes või ventiilides x_{H2O} mõõtmise kohast kuni analüsaatorini järgitakse head inseneritava;

g) oodatakse analüsaatori näidu stabiliseerumist. Stabiliseerumisaeg sisaldab ka aega, mis on vajalik ülekandetoru läbipuhumiseks ja analüsaatori näidu saamiseks;

h) sel ajal kui analüsaator mõõdab proovi kontsentratsiooni, registreeritakse 30 sekundi proovivõtuandmed. Arvutatakse nende andmete aritmeetiline keskmine. Analüsaator on läbinud segava toime kontrolli, kui see väärtus jääb vahemikku 0,0 ± 0,4 mmol/mol.

▼M1

8.1.9.2. H_2O ja CO_2 segava toime kontrollimine CO NDIR-analüsaatorite puhul

8.1.9.2.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui CO mõõdetakse NDIR-analüsaatoriga, kontrollitakse H_2O ja CO_2 segava toime ulatust pärast analüsaatori esmast paigaldamist ja suuremaid hooldustöid.

8.1.9.2.2. Mõõtepõhimõtted

H_2O-l ja CO_2-l võib olla positiivne segav toime NDIR-analüsaatorile, mis põhjustab CO-le sarnase näidu andmist. Kui NDIR-analüsaator kasutab kompensatsioonialgoritme, milles sellise segava mõju kontrollimiseks kasutatakse muude gaaside mõõtetulemusi, tehakse kõnealused mõõtmised samal ajal, et katsetada kompensatsioonialgoritme analüsaatorile mõjuva segava toime kontrollimise ajal.

8.1.9.2.3. Süsteemile esitatavad nõuded

H_2O ja CO_2 kombineeritud segav toime CO NDIR-analüsaatorile peab jääma ± 2 % piiresse CO eeldatavast keskmisest kontsentratsioonist.

8.1.9.2.4. Menetlus

Segavat toimet kontrollitakse järgmiselt:

a) CO NDIR-analüsaator käivitatakse, seda käitatakse, see nullitakse ning selle mõõteulatus määratakse samamoodi nagu enne heitekatset;

b) CO_2 katsegaas niisutatakse, lastes CO_2 võrdlusgaasil mullitada läbi tihendatud anumas oleva destilleeritud vee. Kui proov ei läbi kuivatit, tuleb reguleerida anuma temperatuuri, et saavutada vähemalt nii kõrge H_2O tase, kui katse ajal maksimaalselt eeldatakse. Kui proov läbib katse ajal kuivati, tuleb reguleerida anuma temperatuuri, et saavutada vähemalt nii kõrge H_2O tase, kui on ette nähtud punktis 9.3.2.3.1.1. Kasutatakse vähemalt nii suurt CO_2 võrdlusgaasi kontsentratsiooni, nagu katse ajal maksimaalselt eeldatakse;

c) niisutatud CO_2 katsegaas sisestatakse proovivõtusüsteemi. Kui katses kasutatakse proovi kuivatit, võib niisutatud CO_2 katsegaasi sisestada sellest allavoolu;

d) vee molaarsust x_{H2O} niisutatud katsegaasis mõõdetakse analüsaatori sisselaskeavale võimalikult lähedal. Näiteks mõõdetakse x_{H2O} arvutamiseks kastepunkt T_{dew} ja absoluutne rõhk p_{total};

e) kondenseerumise vältimiseks ülekandetorudes, liitmikes või ventiilides x_{H2O} mõõtmise kohast kuni analüsaatorini järgitakse head inseneritava;

f) oodatakse analüsaatori näidu stabiliseerumist;

g) sel ajal kui analüsaator mõõdab proovi kontsentratsiooni, registreeritakse selle väljundit 30 sekundi jooksul. Arvutatakse nende andmete aritmeetiline keskmine;

h) analüsaator on läbinud segava toime kontrolli, kui käesoleva punkti alapunkti g tulemus jääb punkti 8.1.9.2.3 tolerantsi piiresse;

▼M1

i) CO_2 ja H_2O segava toime kontrolli võib teha ka eraldi. Kui kasutatud CO_2 ja H_2O tase on kõrgem kui katse ajal maksimaalselt eeldatav tase, tuleb kõiki täheldatud segava toime väärtusi vähendada, korrutades täheldatud segava toime väärtuse eeldatava maksimaalse kontsentratsiooni ja katse ajal tegelikult kasutatud väärtuse suhtega. Segava toime eraldi kontrollimistel saadud H_2O kontsentratsioone (H_2O sisaldus kuni kõige vähem 0,025 mol/mol), mis on väiksemad kui katse ajal eeldatavad suurimad väärtused, võib kasutada, kuid siis suurendatakse H_2O täheldatud segavat toimet, korrutades täheldatud segava toime väärtused H_2O eeldatava maksimaalse kontsentratsiooni ja katse ajal tegelikult kasutatud väärtuse suhtega. Mõlema kohandatud segava toime väärtuse summa peab jääma punktis 8.1.9.2.3 sätestatud tolerantsi piiresse.

8.1.10. Süsivesinike mõõtmised

8.1.10.1. FID optimeerimine ja kontrollimine

8.1.10.1.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kõigi leekionisatsioondetektoritega (FID) analüsaatorite puhul kalibreeritakse FID esmasel paigaldamisel. Vajadusel korratakse kalibreerimist vastavalt heale inseneritavale. HC mõõtmisel kasutatava FID puhul tehakse järgmised toimingud:

a) FID näit erinevate süsivesinike puhul optimeeritakse pärast analüsaatori esmast paigaldamist ja suuremaid hooldustöid. FID propüleeni ja tolueeni näit peab propaani suhtes olema vahemikus 0,9–1,1;

b) FID metaani (CH_4) kalibreerimistegur määratakse pärast analüsaatori esmast paigaldamist ja pärast suuremaid hooldustöid, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.10.1.4;

c) metaani (CH_4) näitu kontrollitakse 185 päeva jooksul enne katsetamist.

8.1.10.1.2. Kalibreerimine

Kalibreerimismenetlus töötatakse välja vastavalt heale inseneritavale; näiteks menetlus, mis põhineb FID analüsaatori tootja juhistel ja FID kalibreerimise soovituslikul sagedusel. FID tuleb kalibreerida, kasutades C_3H_8 kalibreerimisgaase, mis vastavad punktis 9.5.1 esitatud spetsifikatsioonidele. Kalibreerimine toimub süsinikekvivalendi 1 (C_1) alusel.

8.1.10.1.3. HC FID näidu optimeerimine

See menetlus kehtib üksnes nende FID analüsaatorite suhtes, mis mõõdavad HC-d.

a) Seadme esmasel kasutuselevõtul ja elementaarsel tööpuhusel reguleerimisel järgitakse seadme tootja nõudeid ja head inseneritava, kasutades FID kütust ja nullõhku. Kuumutatud FID peab olema oma nõutava töötemperatuuri vahemikus. FID näit optimeeritakse nii, et see vastaks süsivesinike kalibreerimistegurite ja hapniku segava toime määramise katse nõuetele kooskõlas

▼M1

punkti 8.1.10.1.1 alapunktiga a ja punktiga 8.1.10.2 kõige tavapärasemas heitekatse ajal eeldatavas analüsaatori mõõtevahemikus. Analüsaatori kõrgemat mõõtevahemikku võib FID täpseks optimeerimiseks kasutada seadme tootja soovituste ja hea inseneritava kohaselt, kui analüsaatori tavapärane mõõtevahemik on madalam kui seadme tootja ettenähtud minimaalne optimeerimisvahemik.

b) Kuumutatud FID peab olema oma nõutava töötemperatuuri vahemikus. FID näit optimeeritakse kõige tavapärasemale katse ajal eeldatavale analüsaatori vahemikule. Pärast kütuse- ja õhuvooluhulga reguleerimist tootja soovituste kohaselt juhitakse analüsaatorisse võrdlusgaas.

c) Optimeerimiseks sooritatakse sammud i–iv või läbitakse seadme tootja poolt ette nähtud menetlus. Optimeerimiseks võib soovi korral kasutada SAE dokumendis nr 770141 kirjeldatud menetlusi;

i) teatavale kütuse vooluhulgale vastav näit määratakse võrdlusgaasi ja nullgaasi näitude vahe põhjal;

ii) kütuse vooluhulka reguleeritakse astmeliselt tootja spetsifikatsioonist üles- ja allapoole. Võrdlus- ja nullgaasi näidud kõnealuste kütusevooluhulkade juures registreeritakse;

iii) võrdlus- ja nullgaasi näitude vahe esitatakse graafiliselt ning kütuse vooluhulk reguleeritakse vastavalt kõvera sellele osale, mis vastab rikkamale segule. See on vooluhulga algseadistus, mida tuleb vajaduse korral täiendavalt optimeerida sõltuvalt süsivesinike kalibreerimisteguritest ja hapniku segava toime kontrolli tulemusest kooskõlas punkti 8.1.10.1.1 alapunktiga a ja punktiga 8.1.10.2;

iv) kui hapniku interferents või süsivesinike kalibreerimistegurid ei vasta järgmistele spetsifikatsioonidele, tuleb õhuvoolu reguleerida astmeliselt tootja spetsifikatsioonides esitatud väärtustest suuremaks ja väiksemaks, korrates iga vooluhulga puhul punkti 8.1.10.1.1 alapunktis a ja punktis 8.1.10.2 kirjeldatud samme.

d) Määratakse FID kütuse ja põletusõhu optimaalne vooluhulk ja/või rõhk, neist võetakse proovid ning need registreeritakse hilisemaks kasutamiseks.

8.1.10.1.4. HC FID CH_4 kalibreerimisteguri määramine

Et FID analüsaatorite näit CH_4 ja C_3H_8 puhul on üldjuhul erinev, tuleb pärast FID optimeerimist määrata iga HC FID analüsaatori kalibreerimistegur CH_4 jaoks $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$. Uusimat käesoleva punkti kohaselt mõõdetud $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ kasutatakse HC määramise arvutustes, mida on kirjeldatud VII lisa 2. jaos (massipõhine arvutus) või VII lisa 3. jaos (molaarsuspõhine arvutus), et kompenseerida CH_4 reaktsiooni. $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ määratakse järgmiselt:

a) analüsaatori mõõtepiirkonna määramiseks enne heitekatset valitakse C_3H_8 võrdlusgaasi kontsentratsioon. Valitakse üksnes võrdlusgaasid, mis vastavad punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele, ning C_3H_8 kontsentratsioon registreeritakse;

▼M1

b) valitakse CH_4 võrdlusgaas, mis vastab punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele, ning gaasi CH_4 kontsentratsioon registreeritakse;

c) FID analüsaatorit käitatakse vastavalt tootja juhistele;

d) kinnitatakse, et FID analüsaator on kalibreeritud C_3H_8 abil. Kalibreeritakse süsinikekvivalendi 1 (C_1) alusel;

e) FID nullitakse heitekatses kasutatava nullgaasiga;

f) FID mõõteulatus määratakse valitud C_3H_8-võrdlusgaasiga;

g) punkti b kohaselt valitud CH_4 võrdlusgaas sisestatakse FID analüsaatori prooviavasse;

h) analüsaatori näit stabiliseeritakse. Stabiliseerumisaeg võib sisaldada ka analüsaatori läbipuhumise aega ja selle näidu saamiseks kuluvat aega;

i) sel ajal, kui analüsaator mõõdab CH_4 kontsentratsiooni, registreeritakse selle väljundit 30 sekundi jooksul ja arvutatakse nende andmete aritmeetiline keskmine;

j) mõõdetud keskmine kontsentratsioon jagatakse CH_4 kalibreerimisgaasi registreeritud etalonkontsentratsiooniga. Tulemus on FID analüsaatori CH_4 kalibreerimistegur $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$.

8.1.10.1.5. HC FID metaani (CH_4) näidu kontrollimine

Kui punkti 8.1.10.1.4 kohane $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ väärtus on ± 5,0 % piires selle uusimast varem määratud väärtusest, on HC FID metaani näidu kontrolli läbinud.

a) Esmalt kontrollitakse, et FID kütuse, põletusõhu ja proovi rõhk ja/või vooluhulk oleksid kõik ± 0,5 % piires oma viimasest varasemast registreeritud väärtusest, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.10.1.3. Kui neid vooluhulkasid tuleb kohandada, määratakse uus $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ väärtus, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.10.1.4. Tuleks kontrollida, et määratud $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ väärtus jääks punktis 8.1.10.1.5 sätestatud tolerantsi piiresse;

b) kui $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ ei ole punktis 8.1.10.1.5 sätestatud tolerantsi piires, tuleb FID näit uuesti optimeerida, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.10.1.3;

c) määratakse uus $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.10.1.4. Seda uut $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ kasutatakse HC arvutustes, mida on kirjeldatud VII lisa 2. jaos (massipõhine arvutus) või VII lisa 3. jaos (molaarsuspõhine arvutus).

8.1.10.2. Mittestöhhiomeetriline lahjendamata heitgaasi FID O_2 segava toime kontrollimine

8.1.10.2.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui FID analüsaatoreid kasutatakse lahjendamata heitgaasi mõõtmistel, kontrollitakse FID O_2 segavat toimet esmasel paigaldamisel ja pärast suuremaid hooldustöid.

▼**M1**

8.1.10.2.2. Mõõtepõhimõtted

O_2 kontsentratsiooni muutused lahjendamata heitgaasis võivad mõjutada FID näitu, muutes FID leegi temperatuuri. Selle kontrollimiseks optimeeritakse FID kütuse, põletusõhu ja proovi vooluhulka. FID toimivust kontrollitakse FID-le heitekatse ajal mõju avaldava O_2 segava toime kompenseerimise algoritmide abil.

8.1.10.2.3. Süsteemile esitatavad nõuded

Iga katses kasutatav FID analüsaator peab vastama käesoleva osa menetluse kohasele FID O_2 segava toime kontrollile.

8.1.10.2.4. Menetlus

FID O_2 segav toime määratakse järgmiselt, võttes arvesse, et selle kontrolli jaoks vajalike gaasikontsentratsioonide saamiseks võib kasutada ühte või mitut gaasijaoturit:

a) valitakse kolm võrdlusetalongaasi, mis vastavad punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele ja sisaldavad C_3H_8 kontsentratsioonis, mida kasutatakse analüsaatorite mõõtepiirkonna määramiseks enne heitekatset. Mittemetaansete süsivesinike eraldajaga varustatud ning CH_4-ga kalibreeritud FID analüsaatorite jaoks valitakse CH_4 võrdlus-etalongaasid. Kolme täitegaasi kontsentratsioonid valitakse nii, et O_2 ja N_2 kontsentratsioonid vastavad väikseimale, suurimale ja vahepealsele katse ajal eeldatavale O_2 kontsentratsioonile. Nõuet kasutada keskmist O_2 kontsentratsiooni ei ole vaja täita, kui FID on kalibreeritud võrdlusgaasiga, mille täitegaasiks on keskmises eeldatavas kontsentratsioonis hapnik;

b) kinnitatakse, et FID analüsaator vastab kõigile punkti 8.1.10.1 spetsifikatsioonidele;

c) FID analüsaator käivitatakse ja seda käitatakse nii, nagu enne heitekatset. Olenemata FID põleti õhuallikast katse ajal, kasutatakse selle kontrollimise puhul FID põleti õhuallikana nullõhku;

d) analüsaator nullitakse;

e) analüsaatori mõõteulatus määratakse, kasutades heitekatse ajal kasutatud võrdlusgaasi;

f) nullnäitu kontrollitakse nullgaasiga, mida kasutati heitekatse ajal. Kontrolli jätkatakse, kui proovivõtuandmete keskmine nullnäit on 30 sekundi jooksul ± 0,5 % piires käesoleva punkti alapunkti e kohaselt kasutatud võrdlusetalonväärtusest; vastasel juhul alustatakse menetlust uuesti käesoleva punkti alapunktist d;

g) analüsaatori näitu kontrollitakse võrdlusgaasiga, mille O_2 kontsentratsioon on väikseim katse ajal eeldatav kontsentratsioon. Stabiliseeritud proovivõtuandmete keskmine näit 30 sekundi jooksul registreeritakse väärtusena $x_{O2minHC}$;

▼M1

h) FID analüsaatori nullnäitu kontrollitakse nullgaasiga, mida kasutati heitekatse ajal. Järgmine toiming sooritatakse siis, kui stabiliseeritud proovivõtuandmete keskmine nullnäit on 30 sekundi jooksul ± 0,5 % piires käesoleva punkti alapunkti e kohaselt kasutatud võrdlusetalonväärtusest; vastasel juhul alustatakse menetlust uuesti käesoleva punkti alapunktist d;

i) analüsaatori näitu kontrollitakse võrdlusgaasiga, mille O_2 kontsentratsioon on keskmine katse ajal eeldatav kontsentratsioon. Stabiliseeritud proovivõtuandmete keskmine näit 30 sekundi jooksul registreeritakse väärtusena $x_{O2avgHC}$;

j) FID analüsaatori nullnäitu kontrollitakse nullgaasiga, mida kasutati heitekatse ajal. Järgmine toiming sooritatakse siis, kui stabiliseeritud proovivõtuandmete keskmine nullnäit on 30 sekundi jooksul ± 0,5 % piires käesoleva punkti alapunkti e kohaselt kasutatud võrdlusetalonväärtusest; vastasel juhul alustatakse menetlust uuesti käesoleva punkti alapunktist d;

k) analüsaatori näitu kontrollitakse võrdlusgaasiga, mille O_2 kontsentratsioon on suurim katse ajal eeldatav kontsentratsioon. Stabiliseeritud proovivõtuandmete keskmine näit 30 sekundi jooksul registreeritakse väärtusena $x_{O2maxHC}$;

l) FID analüsaatori nullnäitu kontrollitakse nullgaasiga, mida kasutati heitekatse ajal. Järgmine toiming sooritatakse siis, kui stabiliseeritud proovivõtuandmete keskmine nullnäit on 30 sekundi jooksul ± 0,5 % piires käesoleva punkti alapunkti e kohaselt kasutatud võrdlusetalonväärtusest; vastasel juhul alustatakse menetlust uuesti käesoleva punkti alapunktist d;

m) arvutatakse protsendierinevus väärtuse $x_{O2maxHC}$ ja selle etalongaasi kontsentratsiooni vahel. Arvutatakse protsendierinevus väärtuse $x_{O2avgHC}$ ja selle etalongaasi kontsentratsiooni vahel. Arvutatakse protsendierinevus väärtuse $x_{O2minHC}$ ja selle etalongaasi kontsentratsiooni vahel. Leitakse nende kolme väärtuse maksimaalne protsendierinevus. See näitab O_2 segavat toimet;

n) kui O_2 segav toime jääb ± 3 % piiresse, on FID O_2 segava toime kontrolli läbinud; vastasel juhul tuleb puuduse kõrvaldamiseks teha üks või mitu järgmist toimingut:

   i) kontrolli tuleb korrata, et selgitada välja, kas menetluse käigus on tehtud viga;

   ii) heitekatseks valitakse null- ja võrdlusgaasid, milles O_2 kontsentratsioon on suurem või väiksem, ning kontrolli korratakse;

   iii) FID põletusõhu, kütuse ja proovi vooluhulka reguleeritakse. Olgu märgitud, et kui neid vooluhulkasid THC FID puhul reguleeritakse, et läbida O_2 segava toime kontroll, lähtestatakse RF_{CH4} järgmiseks RF_{CH4} kontrolliks. Pärast reguleerimist korratakse O_2 segava toime kontrolli ja määratakse RF_{CH4};

▼M1

iv) FID parandatakse või asendatakse ning O_2 segava toime kontrolli korratakse.

8.1.10.3. Mittemetaansete süsivesinike eraldaja läbivooluosa (reserveeritud)

8.1.11. NO_x mõõtmised

8.1.11.1. Kemoluminestentsdetektori CO_2 ja H_2O summutava mõju kontrollimine

8.1.11.1.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui NO_x mõõtmiseks kasutatakse kemoluminestsentsdetektorit (CLD), kontrollitakse H_2O ja CO_2 summutavat mõju pärast CLD paigaldamist ja suuremaid hooldustöid.

8.1.11.1.2. Mõõtepõhimõtted

H_2O ja CO_2 võivad avaldada CLD NO_x-näidule negatiivset segavat toimet põrkelise summutuse tõttu, mis takistab kemoluminestsentsreageeringut, mida CLD kasutab NO_x avastamiseks. Selle menetluse ja punkti 8.1.11.2.3 arvutustega määratakse summutus ja mastaabitakse summutuse tulemused H_2O suurima molaarsuseni ja CO_2 suurima kontsentratsioonini, mida heitekatse ajal eeldatakse. Kui CLD analüsaatoris kasutatakse summutuse kompenseerimiseks algoritmi, mis eeldab H_2O ja/või CO_2 mõõteseadmete kasutamist, peavad summutustaseme hindamisel mõõteseadmed olema aktiivsed ja kompensatsioonialgoritm kasutusel.

8.1.11.1.3. Süsteemile esitatavad nõuded

Lahjendatud heitgaasis mõõtmisel ei tohi CLD analüsaator ületada kombineeritud H_2O ja CO_2 summutavat mõju ± 2 %. Lahjendamata heitgaasis mõõtmisel ei tohi CLD analüsaator ületada kombineeritud H_2O ja CO_2 summutavat mõju ± 2,5 %. Kombineeritud summutav mõju on punkti 8.1.11.1.4 kohaselt määratud CO_2 summutava mõju ja punkti 8.1.11.1.5 kohaselt määratud H_2O summutava mõju summa. Kui need nõuded ei ole täidetud, võetakse korrigeerivaid meetmeid, st analüsaator parandatakse või asendatakse. Enne heitekatsete tegemist kontrollitakse, kas analüsaatori nõuetekohane toimimine on korrigeerivate meetmetega taastatud.

8.1.11.1.4. CO_2 summutava mõju kontrollimine

CO_2 summutava mõju võib määrata kas järgmisel meetodil või seadme tootja ettenähtud meetodil, kasutades gaasijaoturit, mis segab binaarseid võrdlusgaase lahjendava nullgaasiga ning vastab punkti 9.4.5.6 spetsifikatsioonidele, või töötatakse heale inseneritavale tuginedes välja teistsugune meetod:

a) vajalike ühenduste loomiseks kasutatakse PTFE- või roostevabast terasest torusid;

b) gaasijaotur konfigureeritakse nii, et teineteisega segatakse enamvähem võrdne kogus võrdlus- ja lahjendusgaasi;

c) kui CLD analüsaatoril on töörežiim, milles see avastab üksnes NO-d, mitte kõiki lämmastikoksiide NO_x, käitatakse CLD analüsaatorit üksnes NO-d avastaval režiimil;

▼M1

d) kasutatakse punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele vastavat CO_2 võrdlusgaasi, mille kontsentratsioon on ligikaudu kaks korda suurem kui heitekatse ajal eeldatav suurim CO_2 kontsentratsioon;

e) kasutatakse punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele vastavat NO võrdlusgaasi, mille kontsentratsioon on ligikaudu kaks korda suurem kui heitekatse ajal eeldatav suurim NO kontsentratsioon. Täpse kontrollimise tagamiseks võib seadme tootja soovituste ja hea inseneritava kohaselt kasutada suuremat kontsentratsiooni, kui eeldatav NO kontsentratsioon on väiksem kui seadme tootja ettenähtud madalaim kontrollivahemik;

f) CLD analüsaator nullitakse ja määratakse selle mõõteulatus. CLD analüsaatori mõõteulatus määratakse käesoleva punkti alapunktis e sätestatud NO võrdlusgaasiga gaasijaoturi kaudu. NO võrdlusgaas sisestatakse gaasijaoturi võrdlusgaasi sisselaskeavasse; nullgaas sisestatakse gaasijaoturi lahjenduse sisselaskeavasse; kasutatakse sama nominaalset segamissuhet, mis valiti käesoleva punkti alapunktis b; ning CLD analüsaatori mõõteulatuse määramiseks kasutatakse gaasijaoturi NO väljundkontsentratsiooni. Täpse gaasijaotuse tagamiseks korrigeeritakse vajadusel gaasi omadusi;

g) CO_2 võrdlusgaas sisestatakse gaasijaoturi võrdlusgaasi sisselaskeavasse;

h) NO võrdlusgaas sisestatakse gaasijaoturi lahjendusgaasi sisselaskeavasse;

i) samal ajal kui NO ja CO_2 voolavad läbi gaasijaoturi, stabiliseeritakse gaasijaoturi väljund. Määratakse gaasijaoturist väljuva CO_2 kontsentratsioon, korrigeerides gaasi täpse jaotuse tagamiseks vajadusel gaasi omadusi. See kontsentratsioon x_{CO2act} registreeritakse ja seda kasutatakse summutuse arvutustes punktis 8.1.11.2.3. Gaasijaoturi alternatiivina võib kasutada mõnda muud lihtsat gaasisegamisseadet. Sel juhul määratakse CO_2 kontsentratsioon analüsaatoriga. Kui koos lihtsa gaasisegamisseadmega kasutatakse NDIRi, peab see vastama käesoleva osa nõuetele ning selle mõõteulatus määratakse käesoleva punkti alapunkti d kohase CO_2 võrdlusgaasiga. NDIR analüsaatori lineaarsust tuleb eelnevalt kontrollida kogu mõõtepiirkonna ulatuses kuni kahekordses suurimas katse jooksul eeldatavas CO_2 kontsentratsioonis;

j) NO kontsentratsiooni mõõdetakse CLD analüsaatoriga gaasijaoturist allavoolu. Oodatakse analüsaatori näidu stabiliseerumist. Stabiliseerumiseks vajalik aeg võib sisaldada aega, mis on vajalik ülekandetoru läbipuhumiseks ja analüsaatori näidu saamiseks. Sel ajal kui analüsaator mõõdab proovi kontsentratsiooni, registreeritakse selle väljundit 30 sekundi jooksul. Nende andmete põhjal arvutatakse kontsentratsiooni aritmeetiline keskmine x_{NOmeas}. x_{NOmeas} väärtus registreeritakse ja seda kasutatakse summutuse arvutustes punktis 8.1.11.2.3;

▼M1

k) tegelik NO kontsentratsioon x_{NOact} arvutatakse gaasijaoturi väljalaskeava juures ning see põhineb võrdlusgaasi kontsentratsioonidel ja väärtusel x_{CO2act} vastavalt valemile (6–24). Arvutatud väärtust kasutatakse summutava mõju kontrolli arvutustes valemis (6–23);

l) punktide 8.1.11.1.4. ja 8.1.11.1.5. kohaselt registreeritud väärtusi kasutatakse summutuse arvutustes, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.11.2.3.

8.1.11.1.5. H_2O summutava mõju kontrollimine

H_2O summutava mõju määramiseks võib kasutada järgmist meetodit või seadme tootja ettenähtud meetodit või võib head inseneritava järgides töötada välja teistsuguse meetodi:

a) vajalike ühenduste loomiseks kasutatakse PTFE- või roostevabast terasest torusid;

b) kui CLD analüsaatoril on töörežiim, milles see avastab üksnes NO-d, mitte kõiki lämmastikoksiide NO_x, käitatakse CLD analüsaatorit üksnes NO-d avastaval režiimil;

c) kasutatakse punkti 9.5.1 spetsifikatsioonidele vastavat NO võrdlusgaasi, mille kontsentratsioon on ligikaudu sama kui heitekatse ajal eeldatav suurim kontsentratsioon. Täpse kontrollimise tagamiseks võib seadme tootja soovituste ja hea inseneritava kohaselt kasutada suuremat kontsentratsiooni, kui eeldatav NO kontsentratsioon on väiksem kui seadme tootja ettenähtud madalaim kontrollivahemik;

d) CLD analüsaator nullitakse ja määratakse selle mõõteulatus. CLD analüsaatori mõõteulatus määratakse käesoleva punkti alapunktis c osutatud NO võrdlusgaasiga, võrdlusgaasi kontsentratsioon registreeritakse väärtusena x_{NOdry} ning seda kasutatakse punktis 8.1.11.2.3 summutava mõju kontrollimise arvutustes;

e) NO võrdlusgaasi niisutatakse, lastes sel mullitada läbi tihendatud anumas oleva destilleeritud vee. Kui niisutatud NO võrdlusgaasi proov ei läbi selles kontrollkatses proovi kuivatit, reguleeritakse anuma temperatuuri, et saavutada H_2O tase, mis vastab ligikaudu katse ajal eeldatavale suurimale H_2O molaarsusele. Kui niisutatud NO võrdlusgaasi proov ei läbi proovi kuivatit, mastaabitakse H_2O summutav mõju punkti 8.1.11.2.3 summutava mõju arvutustega katse ajal eeldatava suurima H_2O molaarsuseni. Kui niisutatud NO võrdlusgaasi proov läbib selles kontrollkatses proovi kuivati, tuleb reguleerida anuma temperatuuri, et saavutada vähemalt nii kõrge H_2O tase, kui on ette nähtud punktis 9.3.2.3.1. Sel juhul ei mastaabita H_2O mõõdetud summutavat mõju punkti 8.1.11.2.3 summutava mõju kontrollimise arvutustega;

f) niisutatud NO katsegaas sisestatakse proovivõtusüsteemi. Selle võib sisestada heitekatses kasutatavast proovi kuivatist üles- või allavoolu. Sisestamiskohast olenevalt valitakse vastav käesoleva punkti alapunkti e kohane arvutusmeetod. Tuleb märkida, et proovi kuivati peab vastama punkti 8.1.8.5.8 kohasele proovi kuivati vastavuskontrollile;

▼M1

g) mõõdetakse H_2O molaarsus niisutatud NO võrdlusgaasis. Kui kasutatakse proovi kuivatit, mõõdetakse H_2O molaarsus $x_{H2Omeas}$ niisutatud NO võrdlusgaasis proovi kuivatist allavoolu. Väärtust $x_{H2Omeas}$ on soovitatav mõõta CLD analüsaatori sisselaskeavale võimalikult lähedal. $x_{H2Omeas}$ võib arvutada kastepunkti T_{dew} ja absoluutse rõhu p_{total} mõõtmiste põhjal;

h) kondenseerumise vältimiseks ülekandetorudes, liitmikes või ventiilides $x_{H2Omeas}$ mõõtmise kohast kuni analüsaatorini järgitakse head inseneritava. Soovitatav on koostada süsteem nii, et ülekandetorude, liitmike ja ventiilide seinatemperatuurid oleksid $x_{H2Omeas}$ mõõtmise kohast kuni analüsaatorini vähemalt 5 K kõrgemad kui gaasiproovi kastepunkt selles kohas;

i) niisutatud NO võrdlusgaasi kontsentratsiooni mõõdetakse CLD analüsaatoriga. Oodatakse analüsaatori näidu stabiliseerumist. Stabiliseerumiseks vajalik aeg võib sisaldada aega, mis on vajalik ülekandetoru läbipuhumiseks ja analüsaatori näidu saamiseks. Sel ajal kui analüsaator mõõdab proovi kontsentratsiooni, registreeritakse selle väljundit 30 sekundi jooksul. Nende andmete põhjal arvutatakse kontsentratsiooni aritmeetiline keskmine x_{NOwet}. x_{NOwet} väärtus registreeritakse ja seda kasutatakse summutuse arvutustes punktis 8.1.11.2.3.

8.1.11.2. CLD summutuse kontrollimise arvutused

CLD summutuse kontrollimise arvutused tehakse käesoleva punkti kirjelduse kohaselt.

8.1.11.2.1. Katse ajal eeldatav vee sisaldus

Hinnatakse suurimat heitekatse ajal eeldatavat vee molaarsust x_{H2Oexp}. See hinnang antakse kohas, kus niisutatud NO võrdlusgaas punkti 8.1.11.1.5 alapunkti f kohaselt sisestatakse. Vee suurima eeldatava molaarsuse hindamisel arvestatakse põletusõhu, kütuse põlemissaaduste ja lahjendusõhu (kui seda kasutatakse) suurimat eeldatavat veesisaldust. Kui niisutatud NO võrdlusgaas sisestatakse kontrollkatse ajal proovivõtusüsteemi proovi kuivatist ülesvoolu, ei ole vaja hinnata suurimat eeldatavat vee molaarsust ning väärtus x_{H2Oexp} seatakse võrdseks väärtusega $x_{H2Omeas}$.

8.1.11.2.2. Katse ajal eeldatav CO_2 sisaldus

Hinnatakse heitekatse ajal eeldatavat suurimat CO_2 kontsentratsiooni x_{CO2exp}. See hinnang antakse proovivõtusüsteemi selles kohas, kus segatud NO ja CO_2 võrdlusgaasid punkti 8.1.11.1.4 alapunkti j kohaselt süsteemi sisestatakse. CO_2 suurima eeldatava molaarsuse hindamisel arvestatakse põletusõhu, kütuse põlemissaaduste ja lahjendusõhu (kui seda kasutatakse) suurimat eeldatavat CO_2-sisaldust.

8.1.11.2.3. Kombineeritud H_2O ja CO_2 summutava mõju arvutused

Kombineeritud H_2O ja CO_2 summutav mõju arvutatakse valemi (6–23) põhjal:

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

$$x_{NOdry}$$

▼M1

kus:

quench = CLD summutuse suurus

x_{NOdry} on punkti 8.1.11.1.5 alapunkti d kohaselt mõõdetud NO kontsentratsioon barbotöörist ülesvoolu

x_{NOwet} on punkti 8.1.11.1.5 alapunkti i kohaselt mõõdetud NO kontsentratsioon barbotöörist allavoolu

x_{H2Oexp} on suurim heitekatse ajal eeldatav vee molaarsus vastavalt punktile 8.1.11.2.1

$x_{H2Omeas}$ on suurim heitekatse ajal eeldatav vee molaarsus vastavalt punkti 8.1.11.1.5 alapunktile g

x_{NOmeas} on NO mõõdetud kontsentratsioon, kui NO võrdlusgaas on segatud CO_2 võrdlusgaasiga vastavalt punkti 8.1.11.1.4 alapunktile j

x_{NOact} on NO tegelik kontsentratsioon, kui NO võrdlusgaas on segatud CO_2 võrdlusgaasiga vastavalt punkti 8.1.11.1.4 alapunktile k, arvutatuna valemi (6–24) järgi

x_{CO2exp} on suurim heitekatse ajal eeldatav CO_2 kontsentratsioon vastavalt punktile 8.1.11.2.2

x_{CO2act} on CO_2 tegelik kontsentratsioon, kui NO võrdlusgaas on segatud CO_2 võrdlusgaasiga vastavalt punkti 8.1.11.1.4 alapunktile i

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

kus:

x_{NOspan} on NO võrdlusgaasi kontsentratsioon gaasijaoturisse sisenemisel vastavalt punkti 8.1.11.1.4 alapunktile e

$x_{CO2span}$ on CO_2 võrdlusgaasi kontsentratsioon gaasijaoturisse sisenemisel vastavalt punkti 8.1.11.1.4 alapunktile d

8.1.11.3. NDUV analüsaatori HC ja H_2O segava toime kontrollimine

8.1.11.3.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui NO_x mõõdetakse NDUV analüsaatoriga, kontrollitakse H_2O ja süsivesinike segava toime ulatust pärast analüsaatori esmast paigaldamist ja suuremaid hooldustöid.

8.1.11.3.2. Mõõtepõhimõtted

Süsivesinikud ja H_2O võivad tekitada NDUV analüsaatorile positiivset interferentsi ning põhjustada samasuguse reaktsiooni kui NO_x. Kui NDUV analüsaatoris kasutatakse kompenseerimiseks algoritme, kus segava toime kontroll toimub muude gaaside mõõtmistulemuste põhjal, siis tuleb sellised mõõtmised algoritmide testimiseks läbi viia samal ajal analüsaatorile avaldatava segava toime kontrollimisega.

▼M1

8.1.11.3.3. Süsteemile esitatavad nõuded

H_2O ja HC kombineeritud segav toime NO_x NDUV analüsaatori suhtes peab jääma ± 2 % piiresse NO_x keskmisest kontsentratsioonist.

8.1.11.3.4. Menetlus

Segavat toimet kontrollitakse järgmiselt:

a) NO_x NDUV analüsaator käivitatakse, seda juhitakse, nullitakse ja mõõteulatus määratakse vastavalt mõõteseadme tootja juhistele.

b) Selliseks kontrolliks on soovitav kasutada mootori heitgaase. NO_x koguse määramiseks heitgaasis kasutatakse punkti 9.4 spetsifikatsioonidele vastavat CLDd. CLD näitu kasutatakse võrdlusväärtusena. Heitgaasis mõõdetakse ka HC-d, kasutades punkti 9.4 spetsifikatsioonidele vastavat FID analüsaatorit. FID näitu kasutatakse süsivesinike sisalduse võrdlusväärtusena.

c) Kui katses kasutatakse proovi kuivatit, sisestatakse mootori heitgaas NDUV analüsaatorisse sellest ülesvoolu.

d) Oodatakse analüsaatori näidu stabiliseerumist. Stabiliseerumiseks vajalik aeg võib sisaldada aega, mis on vajalik ülekandetoru läbipuhumiseks ja analüsaatori näidu saamiseks.

e) Sel ajal kui kõik analüsaatorid mõõdavad proovis kontsentratsiooni, registreeritakse 30 sekundi jooksul proovivõtuandmeid ja arvutatakse kolme analüsaatori näitude aritmeetilised keskmised.

f) CLD keskmine lahutatakse NDUV keskmisest.

g) See erinevus korrutatakse keskmise eeldatava HC kontsentratsiooni ja kontrollimise ajal mõõdetud HC kontsentratsiooni suhtega. Analüsaator on läbinud käesoleva punkti kohase segava toime kontrolli, kui saadud tulemus jääb ± 2 % piiresse standardi kohaselt eeldatavast NO_x kontsentratsioonist, nagu ilmneb valemist (6–25):

$$|\bar{x}_{NOx,CLD,meas} - \bar{x}_{NOx,NDUV,meas}| \cdot \left(\frac{\bar{x}_{HC,exp}}{\bar{x}_{HC,meas}}\right) \leq 2\% \cdot (\bar{x}_{NOx,exp}) \quad (6–25)$$

kus:

$\bar{x}_{NOx,CLD,meas}$ on CLDga mõõdetud keskmine NO_x kontsentratsioon [µmol/mol] või [ppm]

$\bar{x}_{NOx,NDUV,meas}$ on NDUVga mõõdetud keskmine NO_x kontsentratsioon [µmol/mol] või [ppm]

$\bar{x}_{HC,meas}$ on keskmine mõõdetud HC kontsentratsioon [µmol/mol] või [ppm]

$\bar{x}_{HC,exp}$ on standardi kohaselt eeldatav keskmine HC kontsentratsioon [µmol/mol] või [ppm]

$\bar{x}_{NOx,exp}$ on standardi kohaselt eeldatav keskmine NO_x kontsentratsioon [µmol/mol] või [ppm]

▼M1

8.1.11.4. NO_2 penetratsioon proovi kuivatis

8.1.11.4.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui NO_x mõõteseadmest ülesvoolu kasutatakse proovi kuivatamiseks kuivatit, aga kuivatist ülesvoolu ei kasutata NO_2-NO-konverterit, siis tehakse käesolev kontroll NO_2 penetratsiooni kohta proovi kuivatis. See kontroll viiakse läbi pärast esmast paigaldamist ja suuremaid hooldustöid.

8.1.11.4.2. Mõõtepõhimõtted

Proovi kuivatis eemaldatakse vesi, mis võib NO_x määramisel tekitada segavat toimet. Kui jahutusvann ei ole aga nõuetekohaselt kavandatud, võib sellesse jäänud vesi eemaldada proovist NO_2. Kui jahutusvanni kasutatakse ilma ülesvoolu asuva NO_2-NO-konverterita, võib see seetõttu enne NO_x mõõtmist eemaldada proovist NO_2.

8.1.11.4.3. Süsteemile esitatavad nõuded

Proovi kuivati peab NO_2 suurima eeldatava kontsentratsiooni korral võimaldama määrata vähemalt 95 % NO_2 kogusisaldusest.

8.1.11.4.4. Menetlus

Proovi kuivati toimivust kontrollitakse järgmise menetlusega.

a) Seadme seadistamine. Järgitakse analüsaatori ja proovi kuivati tootja antud käivitamis- ja käitamisjuhiseid. Vajadusel justeeritakse analüsaatorit ja proovi kuivatit toimivuse optimeerimiseks;

b) Seadmete seadistamine ja andmete kogumine

i) Kõigi NO_x-gaaside analüsaator(id) nullitakse ja nende mõõteulatus määratakse samamoodi nagu enne heitekatset;

ii) valitakse NO_2 kalibreerimisgaas (kuiva õhu täitegaas), mille NO_2 kontsentratsioon on ligikaudu sama suur kui katse ajal eeldatav suurim kontsentratsioon. Täpse kontrollimise tagamiseks võib seadme tootja soovituste ja hea inseneritava kohaselt kasutada suuremat kontsentratsiooni, kui eeldatav NO_2 kontsentratsioon on väiksem kui seadme tootja ettenähtud madalaim kontrollivahemik;

iii) selle kalibreerimisgaasi ülevool suunatakse gaasi proovivõtusüsteemi proovivõtturile või ülevooluliitmikule. Kõigi NO_x-gaaside näitudel lastakse teatud aja jooksul stabiliseeruda, võttes arvesse üksnes ülekandeviivitusi ja seadme näitu;

iv) arvutatakse kõigi NO_x-gaaside registreeritud andmete keskmine 30 sekundi jooksul ja see väärtus registreeritakse kui x_{NOxref};

v) NO_2 kalibreerimisgaasi vool katkestatakse;

vi) järgmiseks küllastatakse proovivõtusüsteem sel teel, et kastepunkti temperatuurile 323 K (50 °C) seadistatud kastepunktigeneraatori väljalaskeavast lähtuv ülevool suunatakse gaasi proovivõtusüsteemi proovivõtturile või ülevooluliitmikule. Kastepunktigeneraatori väljalaskeavast võetakse kogu

▼M1

proovivõtusüsteemi ja proovi kuivati ulatuses proovid vähemalt 10 minuti jooksul, kuni proovi kuivati hakkab eeldatavalt eemaldama vett ühtlase kiirusega;

vii) see lülitatakse viivitamata uuesti väärtuse x_{NOxref} määramiseks kasutatud NO_2 kalibreerimisgaasi ülevoolule. Kõigi NO_x gaaside näitudel lastakse teatud aja jooksul stabiliseeruda, võttes arvesse üksnes ülekandeviivitusi ja seadme näitu; arvutatakse kõigi NO_x gaaside registreeritud andmete keskmine 30 sekundi jooksul ja see väärtus registreeritakse kui $x_{NOxmeas}$;

viii) $x_{NOxmeas}$ korrigeeritakse väärtuseks x_{NOxdry}, võttes aluseks jääkveeauru, mis läbis proovi kuivati selle väljalasketemperatuuri ja -rõhu juures.

c) Toimivuse hindamine. Kui x_{NOxdry} on väiksem kui 95 % x_{NOxref} väärtusest, tuleb proovi kuivati parandada või asendada.

8.1.11.5. NO_2-NO-konverteri muundamise kontroll

8.1.11.5.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui NO_x määramiseks kasutatakse analüsaatorit, mis mõõdab üksnes NO-d, kasutatakse analüsaatorist ülesvoolu NO_2-NO-konverterit. See kontroll peab toimuma pärast konverteri paigaldamist, pärast suuremaid hooldustöid ja 35 päeva jooksul enne heitekatset. Kontrolli korratakse sama sagedusega, et kontrollida, et NO_2-NO-konverteri katalüütiline aktiivsus ei ole vähenenud.

8.1.11.5.2. Mõõtepõhimõtted

NO_2-NO-konverter võimaldab üksnes NO-d mõõtval analüsaatoril määrata NO_x-gaaside kogusisalduse, muundades heitgaasis sisalduva NO_2 NO-ks.

8.1.11.5.3. Süsteemile esitatavad nõuded

NO_2-NO-konverter peab suurima eeldatava NO_2 kontsentratsiooni korral võimaldama määrata vähemalt 95 % NO_2 kogusisaldusest.

8.1.11.5.4. Menetlus

NO_2-NO-konverteri toimivust kontrollitakse järgmise menetlusega:

a) seadme seadistamiseks järgitakse analüsaatori ja NO_2-NO-konverteri tootja antud käivitamis- ja käitamisjuhiseid. Vajadusel justeeritakse analüsaatorit ja konverterit toimivuse optimeerimiseks;

b) osonaatori sisselaskeava ühendatakse nullõhu- või hapnikuallikaga ja selle väljalaskeava ühendatakse ühe kolmeharulise T-liitmiku pordiga. Teise porti sisestatakse NO võrdlusgaas ja viimase pordiga ühendatakse NO_2-NO-konverteri sisselaskeava;

c) kontrolli läbiviimisel sooritatakse järgmised toimingud:

▼M1

i) osonaatori õhk peatatakse ja osonaatori toide lülitatakse välja ning NO_2-NO-konverter lülitatakse möödaviigurežiimile (st NO-režiimile). Antakse aega stabiliseerumiseks, võttes arvesse üksnes ülekandeviivitusi ja seadme näitu;

ii) NO- ja nullgaasivoogu reguleeritakse nii, et NO kontsentratsioon analüsaatoris on peaaegu sama kui katse ajal eeldatav suurim NO_x kontsentratsioon. Gaasisegu NO_2-sisaldus peab olema väiksem kui 5 % NO kontsentratsioonist. NO kontsentratsioon registreeritakse, arvutades analüsaatori proovivõtuandmete keskmise 30 sekundi jooksul, ning see väärtus registreeritakse kui x_{NOref}. Täpse kontrollimise tagamiseks võib seadme tootja soovituste ja hea inseneritava kohaselt kasutada suuremat kontsentratsiooni, kui eeldatav NO kontsentratsioon on väiksem kui seadme tootja ettenähtud madalaim kontrollivahemik;

iii) osonaatori O_2-varustus lülitatakse sisse ja O_2 vooluhulka reguleeritakse nii, et analüsaatori NO-näit on ligikaudu 10 % väiksem kui x_{NOref}. NO kontsentratsioon registreeritakse, arvutades analüsaatori proovivõtuandmete keskmise 30 sekundi jooksul, ning see väärtus registreeritakse kui $x_{NO+O2mix}$;

iv) osonaator lülitatakse sisse ja osooni genereerimise hulka reguleeritakse nii, et analüsaatori mõõdetud NO moodustab ligikaudu 20 % x_{NOref} väärtusest, kuid samal ajal säilib vähemalt 10 % reageerimata NO-d. NO kontsentratsioon registreeritakse, arvutades analüsaatori proovivõtuandmete keskmise 30 sekundi jooksul, ning see väärtus registreeritakse kui x_{NOmeas};

v) NO_x analüsaator lülitatakse NO_x-režiimile ja mõõdetakse kogu NO_x. NO_x kontsentratsioon registreeritakse, arvutades analüsaatori proovivõtuandmete keskmise 30 sekundi jooksul, ning see väärtus registreeritakse kui $x_{NOxmeas}$;

vi) osonaator lülitatakse välja, kuid säilitatakse gaasivool läbi süsteemi. NO_x analüsaator mõõdab NO_x sisaldust NO + O_2 segus. NO_x kontsentratsioon registreeritakse, arvutades analüsaatori proovivõtuandmete keskmise 30 sekundi jooksul, ning see väärtus registreeritakse kui $x_{NOx+O2mix}$;

vii) O_2-varustus lülitatakse välja. NO_x analüsaator mõõdab NO_x sisaldust algses NO/N_2 segus. NO_x kontsentratsioon registreeritakse, arvutades analüsaatori proovivõtuandmete keskmise 30 sekundi jooksul, ning see väärtus registreeritakse kui x_{NOxref}; See väärtus ei tohi ületada x_{NOref} väärtust rohkem kui 5 %;

d) toimivuse hindamine. NO_x konverteri efektiivsus arvutatakse saadud kontsentratsioonide lisamisega valemisse (6–26):

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

e) kui tulemus on alla 95 %, tuleb NO_2-NO-konverter parandada või asendada.

▼**M1**

8.1.12. Tahkete osakeste mõõtmine

8.1.12.1. Tahkete osakeste kaalu ja kaalumisprotsessi kontrollimine

8.1.12.1.1. Kohaldamisala ja sagedus

Käesolevas punktis kirjeldatakse kolme kontrollimenetlust:

a) tahkete osakeste kaalu toimimise sõltumatu kontrollimine 370 päeva jooksul enne filtri kaalumist;

b) kaalu nullimine ja mõõteulatuse määramine 12 tunni jooksul enne filtri kaalumist;

c) kontrollimine, kas võrdlusfiltrite massi määramine enne ja pärast filtri kaalumistsüklit annab tulemuse, mis jääb kehtestatud tolerantsi piiresse.

8.1.12.1.2. Sõltumatu kontroll

Kaalu tootja (või kaalu tootja heakskiidetud esindaja) kontrollib kaalu toimimist 370 päeva jooksul enne katsetamist vastavalt siseauditi menetlustele.

8.1.12.1.3. Nullimine ja mõõteulatuse määramine

Kaalu toimimist kontrollitakse, nullides selle ja määrates selle mõõteulatuse vähemalt ühe kalibreerimisvihiga, kusjuures kasutatavad vihid peavad selle kontrolli tegemiseks vastama punkti 9.5.2 spetsifikatsioonidele. Menetlus tehakse kas käsitsi või automaatselt:

a) käsitsi menetluse puhul on nõutav kasutada kaalu, mis nullitakse ja mille mõõteulatus määratakse vähemalt ühe kalibreerimisvihiga. Kui tavajuhul saadakse keskmised väärtused kaalumisprotsessi kordamisega, et parandada tahkete osakeste mõõtmiste õigsust ja täpsust, järgitakse kaalu toimimise kontrollimiseks sama protsessi;

b) automaatne menetlus tehakse sisemiste kalibreerimisvihtidega, mida kasutatakse kaalu toimimise automaatseks kontrollimiseks. Need sisemised kalibreerimisvihid peavad selle kontrolli läbiviimiseks vastama punkti 9.5.2 spetsifikatsioonidele.

8.1.12.1.4. Võrdlusproovi kaalumine

Kõiki kaalumistsükli ajal saadud massinäitusid kontrollitakse tahkete osakeste võrdlus-proovivõtuvahendite (näiteks filtrid) kaalumisega enne ja pärast kaalumistsüklit. Kaalumistsükkel võib olla nii lühike, kui soovitud, kuid mitte pikem kui 80 tundi, ning see võib hõlmata nii katse-eelseid kui ka -järgseid massinäitusid. Iga tahkete osakeste võrdlus-proovivõtuvahendi järjestikused massi määramised peavad andma sama väärtuse, mis jääb ± 10 μg või ± 10 % piiresse eeldatavast tahkete osakeste kogumassist, olenevalt sellest, kumb on suurem. Kui järjestikused tahkete osakeste proovifiltrite kaalumised ei vasta sellele kriteeriumile, tunnistatakse kõik võrdlusfiltrite järjestikuste massi määramiste vahepeal saadud katsefiltrite massinäidud kehtetuks. Neid filtreid võib uuesti kaaluda teises kaalumistsüklis. Kui filter tunnistatakse sobimatuks pärast katset, on katsefaas kehtetu. See kontroll viiakse läbi järgmiselt:

▼M1

a) vähemalt kahte kasutamata tahkete osakeste proovivõtuvahendit hoitakse tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas. Neid kasutatakse võrdlusalusena. Võrdlusalusena kasutamiseks valitakse samast materjalist ja samas mõõdus kasutamata filtrid;

b) võrdlusproove stabiliseeritakse tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas. Võrdlusproove peetakse stabiliseerituks, kui need on tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas olnud vähemalt 30 minutit ning kui tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond on vastanud punkti 9.3.4.4 spetsifikatsioonidele vähemalt eelnenud 60 minutit;

c) kaalu kasutatakse mitu korda võrdlusprooviga, väärtusi registreerimata;

d) kaal nullitakse ja määratakse selle mõõteulatus. Kaalule asetatakse katsemass (näiteks kalibreerimisviht) ning seejärel see eemaldatakse, tagamaks et kaal saavutab tavapärase stabiliseerumisaja jooksul uuesti aktsepteeritava nullnäidu;

e) kõik võrdlusvahendid (näiteks filtrid) kaalutakse ja nende mass registreeritakse. Kui tavajuhul saadakse keskmised väärtused kaalumisprotsessi kordamisega, et parandada võrdlusvahendite (näiteks filtrid) masside õigsust ja täpsust, järgitakse proovivõtuvahendite (näiteks filtrid) masside keskmiste väärtuste mõõtmisel sama protsessi;

f) registreeritakse kaalumiskeskkonna kastepunkt, ümbritseva õhu temperatuur ja õhurõhk;

g) registreeritud ümbritseva keskkonna tingimusi kasutatakse üleslükkejõu tulemuste korrigeerimiseks, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.13.2. Iga võrdlusvahendi üleslükkejõu suhtes korrigeeritud mass registreeritakse;

h) iga võrdlusvahendi (näiteks filtri) üleslükkejõu suhtes korrigeeritud etalonmass lahutatakse selle eelnevalt mõõdetud ja registreeritud üleslükkejõu suhtes korrigeeritud massist;

i) kui võrdlusfiltri täheldatud mass muutub rohkem, kui on käesolevas punktis lubatud, tunnistatakse kõik pärast võrdlusvahendite (näiteks filtri) viimast edukat kontrollimist teostatud tahkete osakeste massi määramised kehtetuks. Tahkete osakeste võrdlusfiltrid võib jätta arvesse võtmata, kui filtritest ainult ühe mass on muutunud rohkem, kui on lubatud, ning on võimalik selgelt tuvastada selle filtri massi muutumise konkreetne põhjus, mis ei ole mõjutanud muid protsessis kasutatavaid filtreid. Sellistel tingimustel võib kontrolli pidada edukaks. Sel juhul ei võeta saastunud vahendit käesoleva punkti alapunkti j kohasel vastavuse määramisel arvesse, vaid rikutud võrdlusfilter kõrvaldatakse ja asendatakse;

j) kui etalonmass muutub rohkem kui käesolevas punktis 8.1.13.1.4 lubatud, tühistatakse kõik tahkete osakeste mõõtmise tulemused, mis on saadud kahe etalonmasside määramise korra vahel. Kui tahkete osakeste võrdlus-proovivõtuvahend kõrvaldatakse vastavalt käesoleva punkti alapunktile i, peab olema saadaval vähemalt üks punkti 8.1.13.1.4 kriteeriumidele vastav etalonmass. Vastasel juhul tühistatakse kõik tahkete osakeste mõõtmise tulemused, mis on saadud kahe võrdlusvahendite (nt filtrid) masside määramise korra vahel.

▼M1

8.1.12.2. Tahkete osakeste proovifiltri üleslükkejõudu arvestav korrektsioon

8.1.12.2.1. Üldsätted

Tahkete osakeste proovifiltreid korrigeeritakse neile õhus mõjuva üleslükkejõu suhtes. Üleslükkejõu suhtes korrigeerimine sõltub proovivõtuvahendi tihedusest, õhu tihedusest ning kaalu kalibreerimiseks kasutatud kalibreerimisvihi tihedusest. Üleslükkejõu suhtes korrigeerimisel ei arvestata tahkete osakeste endi üleslükkejõudu, sest tahkete osakeste mass moodustab tavajuhul üksnes 0,01–0,10 % kogumassist. Selle väikese massiosa korrektsioon oleks kõige rohkem 0,010 %. Üleslükkejõu suhtes korrigeeritud väärtused on tahkete osakeste proovide omakaalud. Need üleslükkejõu suhtes korrigeeritud katse-eelse filtrikaalumise väärtused lahutatakse seejärel vastava filtri katsejärgsel kaalumisel saadud tulemustest, mida on korrigeeritud üleslükkejõu suhtes, et määrata kindlaks katse ajal eraldunud tahkete osakeste mass.

8.1.12.2.2. Tahkete osakeste proovifiltri tihedus

Erinevatel tahkete osakeste proovifiltritel on erinevad tihedused. Kasutatakse teadaolevat proovivõtuvahendi tihedust või ühte järgmistest mõne tavalise proovivõtuvahendi tihedustest:

a) PTFEga kaetud borosilikaatklaas: kasutatakse proovivõtuvahendi tihedust 2 300 kg/m^3;

b) PTFE-membraanist (kilest) vahend polümetüülpenteenist tugirõngaga, mis moodustab 95 % vahendi massist: kasutatakse proovivõtuvahendi tihedust 920 kg/m^3;

c) PTFE-membraanist (kilest) vahend PTFEst tugirõngaga: kasutatakse proovivõtuvahendi tihedust 2 144 kg/m^3.

8.1.12.2.3. Õhutihedus

Et tahkete osakeste kaalukeskkonda hoitakse rangelt reguleerituna ümbritseva õhu temperatuuri 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) ja kastepunkti 282,5 ± 1 K (9,5 ± 1 °C) juures, on õhutihedus peamiselt õhurõhu funktsioon. Seetõttu on ette nähtud üleslükkejõudu arvestav korrektsioon, mis kujutab endast üksnes õhurõhu funktsiooni.

8.1.12.2.4. Kalibreerimisvihi tihedus

Kasutatakse metallist kalibreerimisvihi materjali teadaolevat tihedust.

8.1.12.2.5. Korrigeerimisarvutused

Tahkete osakeste proovivõtufiltri massi korrigeeritakse üleslükkejõu suhtes valemi (6–27) põhjal:

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

kus:

m_{cor} on tahkete osakeste proovivõtufiltri mass üleslükkejõu suhtes korrigeerituna

m_{uncor} on tahkete osakeste proovivõtufiltri mass ilma üleslükkejõu suhtes korrigeerimata

ρ_{air} on õhu tihedus kaalumiskeskkonnas

ρ_{weight} on kaalu kalibreerimiseks kasutatud vihi tihedus

▼M1

ρ_{media} on tahkete osakeste proovivõtufiltri tihedus

ning

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

kus:

p_{abs} on kaalumiskeskkonna absoluutne rõhk

M_{mix} on kaalumiskeskkonna õhu molaarmass

R on universaalne gaasikonstant

T_{amb} on kaalumiskeskkonna absoluutne ümbritseva õhu temperatuur

8.2. Seadmete kontrollimine enne katset

8.2.1. Perioodilise proovivõtu proportsionaalse vooluhulga reguleerimise ja tahkete osakeste perioodilise proovivõtu väikseima lahjendusastme valideerimine

8.2.1.1. CVSi proportsionaalsuse kriteeriumid

8.2.1.1.1. Proportsionaalne vool

Iga vooluhulgamõõturite paari puhul kasutatakse nende registreeritud proovi- ja koguvooluhulki või nende 1 Hz sammuga keskmisi koos VII lisa 3. liite kohaste statistiliste arvutustega. Määratakse proovi vooluhulga ja koguvooluhulga suhte hinnangu standardviga *SEE*. Iga katsefaasi puhul tõendatakse, et *SEE* on keskmisest proovi vooluhulgast 3,5 % või vähem.

8.2.1.1.2. Püsiv vooluhulk

Iga vooluhulgamõõturite paari puhul kasutatakse nende registreeritud proovi- ja koguvooluhulki või nende 1 Hz sammuga keskmisi, tõendamaks, et iga vooluhulk on konstantselt olnud ± 2,5 % piires oma vastavast keskmisest või sihtvooluhulgast. Iga tüüpi mõõturi vastava vooluhulga registreerimise asemel võib kasutada järgmisi võimalusi:

a) kriitilise voolurežiimiga Venturi toru võimalus. Kriitilise voolurežiimiga Venturi torude puhul kasutatakse registreeritud Venturi toru sisselaskeava tingimusi või nende 1 Hz keskmisi. Tuleb tõendada, et voolu tihedus Venturi toru sisselaskeava juures oli iga katsefaasi ajal ± 2,5 % piires keskmisest või sihttihedusest. Kriitilise voolurežiimiga Venturi toru puhul võib seda tõendada, näidates, et absoluutne temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures on iga katsefaasi ajal olnud püsivalt ± 4 % piires keskmisest või sihttemperatuurist;

b) mahtpumba võimalus. Kasutatakse pumba sisselaskeava tingimusi või nende registreeritud 1 Hz keskmisi. Tuleb tõendada, et voolu tihedus pumba sisselaskeava juures oli iga katsefaasi ajal ± 2,5 % piires keskmisest või sihttihedusest. CVS-pumba puhul võib seda tõendada näidates, et absoluutne temperatuur pumba sisselaskeava juures on iga katsefaasi ajal olnud püsivalt ± 2 % piires keskmisest või sihttemperatuurist.

▼M1

8.2.1.1.3. Proportsionaalse proovivõtu tõendamine

Iga proportsionaalse perioodilise proovivõtu puhul, näiteks koti või tahkete osakeste filtriga, tuleb tõendada, et proovivõtt on hoitud proportsionaalsena, kasutades üht järgmistest viisidest, võttes arvesse, et võõrväärtustena võib välja jätta kuni 5 % mõõtepunktide koguarvust.

Head inseneritava järgides tuleb tehnilise analüüsiga tõendada, et proportsionaalse vooluhulga reguleerimise süsteemiga tagatakse kindlalt proportsionaalne proovivõtt kõigis katse ajal eeldatavates olukordades. Näiteks CFVsid võib kasutada nii uuritava voo kui ka koguvoo puhul, kui on tõendatud, et neil on alati sama sisselaskerõhk ja -temperatuur ning et need töötavad alati kriitilise voolurežiimi tingimustes.

Mõõdetud või arvutatud vooluhulkasid ja/või märgistusgaasi kontsentratsioone (näiteks CO_2) kasutatakse tahkete osakeste perioodilise proovivõtu väikseima lahjendusastme määramiseks katsefaasi jooksul.

8.2.1.2. Osavoolahjendussüsteemi valideerimine

Et juhtida osavoolahjendussüsteemi nii, et võetud lahjendamata heitgaasi proovid oleksid proportsionaalsed, on vaja, et süsteem reageeriks kiiresti; seda näitab osavoolahjendussüsteemi kiirus. Süsteemi ülekandeaeg määratakse punktis 8.1.8.6.3.2 esitatud menetluse kohaselt. Osavoolahjendussüsteemi tegelik juhtimine peab põhinema jooksvatel mõõdetud tingimustel. Kui heitgaasi vooluhulga mõõtmise ja osavoolahjendussüsteemi liidetud ülekandeaeg on $\leq$ 0,3 s, kasutatakse *online*-reguleerimist. Kui ülekandeaeg on pikem kui 0,3 s, tuleb kasutada eelnevalt registreeritud katsel põhinevat eelreguleerimist. Sel juhul peab liidetud tõusuaeg olema $\leq$ 1 s ja liidetud viiteaeg $\leq$ 10 s. Kogu süsteemi üldine näit seadistatakse nii, et oleks tagatud tahkete osakeste representatiivne proov $q_{mp,i}$ (osavoolahjendussüsteemi sisenev heitgaasiproovi vooluhulk), mis on proportsionaalne heitgaasi massivooluhulgaga. Proportsionaalsuse määramiseks tuleb teha $q_{mp,i}$ ja $q_{mew,i}$ (niiske heitgaasi massivooluhulk) vahelise seose regressioonanalüüs vähemalt 5 Hz andmehõivesageduse juures ning täidetud peavad olema järgmised kriteeriumid:

a) $q_{mp,i}$ ja $q_{mew,i}$ vahelise lineaarse regressiooni korrelatsioonikordaja r^2 ei tohi olla väiksem kui 0,95;

b) hinnangu standardviga üleminekul $q_{mp,i}$ väärtuselt $q_{mew,i}$ väärtusele ei tohi ületada 5 % of q_{mp} maksimumväärtusest;

c) q_{mp} regressioonisirge lõik ei tohi ületada ± 2 % q_{mp} maksimumväärtusest.

Eelkontroll on nõutav, kui tahkete osakeste süsteemi ülekandeaja $t_{50,P}$ ja heitgaasi massivoolusignaali ülekandeaja $t_{50,F}$ summa > 0,3 s. Sellisel juhul tuleb teha eelkatse ning kasutada eelkatse heitgaasi massivoolusignaali, et kontrollida proovigaasi voolu tahkete osakeste süsteemi. Osavoolahjendussüsteemi nõuetekohane reguleerimine saavutatakse, kui q_{mp} reguleerimiseks kasutatavat eelkatses määratud $q_{mew,pre}$ väärtust nihutatakse eelreguleerimisaja $t_{50,P} + t_{50,F}$ võrra.

▼M1

Korrelatsiooni leidmiseks $q_{mp,i}$ ja $q_{mew,i}$ vahel kasutatakse tegelikus katses saadud andmeid, kusjuures $q_{mew,i}$ viiakse $t_{50,F}$ abil ajalisse vastavusse $q_{mp,i}$-ga (ajalise vastavuse puhul $t_{50,P}$ väärtust ei arvestata). q_{mew} and q_{mp} vaheline ajanihe on nende punkti 8.1.8.6.3.2 kohaselt määratud ülekandeaegade vahe.

8.2.2. Gaasianalüsaatori mõõtepiirkonna valideerimine, triivi valideerimine ja korrigeerimine triivi suhtes

8.2.2.1. Mõõtepiirkonna valideerimine

Kui analüsaatorit on katse jooksul mis tahes ajal käitatud rohkem kui 100 % juures selle mõõtepiirkonnast, tehakse järgmised toimingud:

8.2.2.1.1. Perioodiline proovivõtt

Perioodiliseks proovivõtuks analüüsitakse proovi uuesti analüsaatori madalaimas mõõtepiirkonnas, mille juures seadme suurim näit jääb alla 100 %. Tulemus registreeritakse kõige madalamas mõõtepiirkonnas, milles analüsaator töötab kogu katse jooksul alla 100 % oma mõõtepiirkonnast.

8.2.2.1.2. Pidev proovivõtt

Pideva proovivõtu puhul korratakse kogu katset analüsaatori suuruselt järgmises mõõtepiirkonnas. Kui analüsaator töötab jälle rohkem kui 100 % juures oma mõõtepiirkonnast, korratakse katset suuruselt järgmises mõõtepiirkonnas. Katset korratakse seni, kuni analüsaator töötab kogu katse jooksul alati vähem kui 100 % juures oma mõõtepiirkonnast.

8.2.2.2. Triivi valideerimine ja korrigeerimine triivi suhtes

Kui triiv on ± 1 % piires, võib andmeid aktsepteerida kas korrigeerimata või pärast korrigeerimist. Kui triiv on suurem kui ± 1 %, arvutatakse iga saasteaine kohta, millele on kehtestatud pidurdamisest tuleneva heite piirnormid, ja CO_2 kohta kaks komplekti pidurdamisest tingitud heite tulemusi või tunnistatakse katse kehtetuks. Esimeste tulemuste arvutamiseks kasutatakse andmeid enne triivi suhtes korrigeerimist, teised tulemused aga arvutatakse, kui kõik andmed on VII lisa punkti 2.6 ja VII lisa 1. liite kohaselt triivi suhtes korrigeeritud. Neid tulemusi võrreldakse ja väljendatakse protsendina korrigeerimata tulemustest. Erinevus pidurdamisest tingitud heite korrigeerimata ja korrigeeritud väärtuste vahel peab jääma ± 4 % piiresse pidurdamisest tingitud heite korrigeerimata väärtusest või vastavast piirnormist, olenevalt sellest, kumb on suurem. Kui see nii ei ole, on kogu katse tühine.

8.2.3. Tahkete osakeste proovivõtuvahendite (näiteks filtrid) ettevalmistamine ja omakaalu määramine

Enne heitekatset sooritatakse järgmised toimingud, et valmistada tahkete osakeste proovivõtufiltrid ja seadmed ette tahkete osakeste mõõtmiseks:

8.2.3.1. Perioodilised kontrollid

Tuleb veenduda, et kaal ja tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond on läbinud punkti 8.1.12 kohased perioodilised kontrollid. Võrdlusfiltrit kaalutakse vahetult enne katsefiltrite kaalumist, et saada asjakohane võrdluspunkt (menetluse üksikasju vt punktist 8.1.12.1). Võrdlusfiltrite stabiilsust tuleb kontrollida pärast katsejärgset stabiliseerimisperioodi, vahetult enne katsejärgset kaalumist.

▼**M1**

8.2.3.2. Visuaalne kontroll

Kasutamata proovifiltreid kontrollitakse visuaalselt defektide suhtes ja defektsed filtrid kõrvaldatakse.

8.2.3.3. Maandamine

Tahkete osakeste filtreid käsitsetakse elektriliselt maandatud pintsettide või maanduslindiga, nagu on kirjeldatud punktis 9.3.4.

8.2.3.4. Kasutamata proovivõtuvahendid

Kasutamata proovivõtuvahendeid tuleb hoida ühes või mitmes mahutis, mis on asetatud tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonda. Kui filtreid on kasutatud, võib need asetada filtrimagasini alumisse poolde.

8.2.3.5. Stabiliseerimine

Proovivõtuvahendeid stabiliseeritakse tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas. Kasutamata proovivõtuvahendit võib pidada stabiliseerituks, kui see on olnud tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas vähemalt 30 minutit ja selle aja jooksul on tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond vastanud punktis 9.3.4 esitatud spetsifikatsioonidele. Kui aga eeldatav mass on 400 μg või enam, siis tuleb proovivõtuvahendit stabiliseerida vähemalt 60 minutit.

8.2.3.6. Kaalumine

Proovivõtuvahendeid kaalutakse automaatselt või käsitsi, tehes seda järgmiselt:

a) automaatse kaalumise puhul järgitakse proovide kaalumiseks ettevalmistamisel automaatse süsteemi tootja juhiseid; see võib hõlmata proovide asetamist spetsiaalsesse mahutisse;

b) käsitsi kaalumisel järgitakse head inseneritava;

c) soovi korral on lubatud asenduskaalumine (vt punkt 8.2.3.10.);

d) kui filter on kaalutud, asetatakse see uuesti Petri tassi ja kaetakse.

8.2.3.7. Üleslükkejõu suhtes korrigeerimine

Mõõdetud massi korrigeeritakse üleslükkejõu suhtes, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.13.2.

8.2.3.8. Kordamine

Filtri massi mõõtmisi võib korrata, et määrata head inseneritava järgides kindlaks filtri keskmine mass ja välistada keskmise arvutustest võõrväärtused.

8.2.3.9. Omakaalu määramine

Enne kui määratud omakaaluga kasutamata filtrid viiakse proovivõtuks katsekambrisse, laaditakse need puhastesse filtrimagasinidesse ning laaditud filtrimagasinid asetatakse kaetud või tihendatud mahutisse.

8.2.3.10. Asenduskaalumine

Asenduskaalumine on valikuline ning kui seda kasutatakse, tuleb mõõta võrdluskaalu enne ja pärast tahkete osakeste proovivõtuvahendi (nt filter) iga kaalumist. Asenduskaalumine nõuab küll rohkem mõõtmisi, kuid selle puhul korrigeeritakse kaalu nullitriivi ja lineaarsus on vajalik üksnes väikeses mõõtepiirkonnas. See on

▼M1

kõige asjakohasem meetod tahkete osakeste kogumassi mõõtmiseks, kui kogumass jääb alla 0,1 % proovivõtuvahendi massist. See ei pruugi aga olla asjakohane, kui tahkete osakeste kogumass moodustab rohkem kui 1 % proovivõtuvahendi massist. Asenduskaalumise kasutamisel tuleb seda teha nii katse-eelse kui ka -järgse kaalumise puhul. Nii enne kui ka pärast katset tehtava kaalumise puhul kasutatakse ühte ja sama asendusvihti. Kui asendusvihi tihedus on alla 2,0 g/cm^3, korrigeeritakse asendusvihi massi üleslükkejõu suhtes. Asenduskaalumise näiteks on järgmised toimingud:

a) kasutatakse elektriliselt maandatud pintsette või maanduslinti, nagu on kirjeldatud punktis 9.3.4.6;

b) enne kui ese asetatakse kaalule, kasutatakse elektrostaatiliste laengute minimeerimiseks staatilist neutraliseerijat, nagu on kirjeldatud punktis 9.3.4.6;

c) valitakse asendusviht, mis vastab punktis 9.5.2 sätestatud kalibreerimisvihtide spetsifikatsioonidele. Asendusviht peab olema ka sama tihedusega nagu viht, mida kasutatakse mikrogramm-kaalu kalibreerimiseks, ja peab massilt olema sarnane kasutamata proovivõtuvahendiga (nt filtriga). Filtrite kasutamisel peaks vihi mass olema tüüpilise 47 mm läbimõõduga filtrite puhul ligikaudu 80–100 mg;

d) kaalu stabiilne näit registreeritakse ja seejärel kalibreerimisviht eemaldatakse;

e) kasutamata proovivõtuvahend (näiteks uus filter) kaalutakse, kaalu stabiilne näit registreeritakse ning registreeritakse kaalukeskkonna kastepunkt, ümbritseva õhu temperatuur ja õhurõhk;

f) kalibreerimisviht kaalutakse uuesti ja kaalu stabiilne näit registreeritakse;

g) arvutatakse kalibreerimisvihi vahetult enne ja pärast kasutamata proovivõtuvahendi kaalumist registreeritud kahe näidu aritmeetiline keskmine. See keskmine väärtus lahutatakse kasutamata vahendi näidust ning seejärel liidetakse kalibreerimisvihi sertifikaadil esitatud tegelik kalibreerimisvihi mass. See tulemus registreeritakse. See on kasutamata vahendi omakaal, mida ei ole üleslükkejõu suhtes korrigeeritud;

h) neid asenduskaalumise toiminguid korratakse ülejäänud kasutamata proovivõtuvahendite puhul;

i) kui kaalumine on lõpetatud, järgitakse punktides 8.2.3.7 – 8.2.3.9 antud juhiseid.

8.2.4. Katsejärgne tahkete osakeste proovi konditsioneerimine ja kaalumine

Kasutatud tahkete osakeste proovifiltrid tuleb asetada kaetud või suletud mahutitesse või filtripesad sulgeda, et kaitsta proovifiltreid saastumise eest. Sel viisil kaitstud filtrid pannakse uuesti tahkete osakeste filtrite konditsioneerimiskambrisse või -ruumi. Seejärel tuleb tahkete osakeste proovifiltrid vastavalt konditsioneerida ja kaaluda.

▼M1

8.2.4.1. Perioodiline kontroll

Tuleb veenduda, et kaalumis- ja tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond on läbinud punkti 8.1.13.1 kohased perioodilised kontrollid. Pärast katsetuste lõpuleviimist asetatakse filtrid tagasi kaalumis- ja tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonda. Kaalumis- ja tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond peab vastama punktis 9.3.4.4 esitatud ümbritsevate tingimuste nõuetele; vastasel juhul hoitakse katsefiltreid kaetuna, kuni on saavutatud nõuetekohased tingimused.

8.2.4.2. Tihendatud anumatest eemaldamine

Tahkete osakeste proovid eemaldatakse tihendatud anumatest tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas. Filtrid võib magasinidest eemaldada enne või pärast stabiliseerimist. Kui filter on magasinist eemaldatud, eraldatakse magasini ülemine ja alumine pool selleks ettenähtud magasinieraldajaga.

8.2.4.3. Elektriline maandamine

Tahkete osakeste proovide käsitsemiseks kasutatakse elektriliselt maandatud pintsette või maanduslinti, nagu on kirjeldatud punktis 9.3.4.5.

8.2.4.4. Visuaalne kontroll

Kogutud tahkete osakeste proove ja filtreid kontrollitakse visuaalselt. Kui näib, et filter või kogutud tahkete osakeste proov on rikutud, või kui tahked osakesed puutuvad kokku muu pinnaga kui filter, ei tohi proovi tahkete osakeste heite määramisel kasutada. Kokkupuutel muu pinnaga tuleb määrdunud pind enne jätkamist puhastada.

8.2.4.5. Tahkete osakeste proovide stabiliseerimine

Tahkete osakeste proovide stabiliseerimiseks asetatakse need proovid ühte või mitmesse mahutisse, mis on avatud punktis 9.3.4.3 kirjeldatud tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnale. Tahkete osakeste proovi võib pidada stabiliseerituks, kui see on olnud tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonnas vähemalt mõne järgmise ajavahemiku vältel ja selle aja jooksul on tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond vastanud punktis 9.3.4.3 esitatud spetsifikatsioonidele:

a) kui tahkete osakeste kogukontsentratsioon filtri pinnal on eeldatavalt suurem kui 0,353 μg/mm^2, arvestades 38 mm läbimõõduga filtri pinnasadestiste ala koormuseks 400 μg, hoitakse filtrit enne kaalumist vähemalt 60 minutit stabiliseerimiskeskkonnas;

b) kui tahkete osakeste kogukontsentratsioon filtri pinnal on eeldatavalt väiksem kui 0,353 μg/mm^2, hoitakse filtrit enne kaalumist vähemalt 30 minutit stabiliseerimiskeskkonnas;

c) kui katse ajal eeldatav tahkete osakeste kogukontsentratsioon filtri pinnal pole teada, hoitakse filtrit enne kaalumist vähemalt 60 minutit stabiliseerimiskeskkonnas.

8.2.4.6. Filtri katsejärgse massi määramine

Filtri katsejärgse massi määramiseks korratakse punkti 8.2.3 toiminguid (punktid 8.2.3.6.–8.2.3.9).

▼M1

8.2.4.7. Kogumass

Iga üleslükkejõu suhtes korrigeeritud filtri omakaal lahutatakse selle vastavast üleslükkejõu suhtes korrigeeritud katsejärgsest filtri massist. Tulemuseks saadakse kogumass m_{total}, mida kasutatakse VII lisa kohastes heitearvutustes.

9. **Mõõteseadmed**

9.1. Veojõustendi spetsifikatsioon

9.1.1. Võlli töö

Kasutatakse veojõustendi, mille omadused on piisavad vajaliku töötsükli teostamiseks ja mis vastab sealhulgas asjakohastele tsükli valideerimise kriteeriumidele. Kasutada võib järgmisi dünamomeetreid:

a) pöörisvool- või vesipiduriga dünamomeetrid;

b) vahelduv- või alalisvooluga töötavad dünamomeetrid;

c) üks dünamomeeter või mitu dünamomeetrit.

9.1.2. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC)

Pöördemomendi mõõtmistel võib kasutada koormusandurit või pöördemomendi mõõturit.

Koormusanduri kasutamisel kantakse pöördemomendi signaal üle mootori teljele ja arvestatakse dünamomeetri inertsi. Mootori tegelik pöördemoment on koormusanduriga mõõdetud pöördemoment pluss piduri inerts korrutatud nurkkiirendusega. Juhtsüsteem peab sellise arvutuse tegema reaalajas.

9.1.3. Mootori abiseadmed

Mootori kütusega varustamiseks, määrimiseks või soojendamiseks, jahutusvedeliku ringlemiseks mootoris või järeltöötlusseadmete käitamiseks vajalike mootori abiseadmete tööd võetakse arvesse ning need seadmed paigaldatakse vastavalt punktile 6.3.

9.1.4. Mootori kinnitusrakised ja jõuülekandevõllide süsteem (NRSh-kategooria)

Kui see on vajalik NRSh-kategooria mootori nõuetekohaseks katsetamiseks, kasutatakse mootori katsestendile kinnitamiseks tootja poolt ette nähtud rakiseid ja jõuülekandevõllide süsteemi, et luua ühendus veojõustendi pöörleva süsteemiga.

9.2. Lahjendusmenetlus (kui see on kohaldatav)

9.2.1. Lahjendusaine tingimused ja taustkontsentratsioonid

Gaasilisi koostisosi võib mõõta lahjendamata või lahjendatuna, samas kui tahkete osakeste mõõtmisel on enamasti nõutav lahjendamine. Lahjendada võib nii täisvoolahjendussüsteemi kui ka osavoolahjendussüsteemi abil. Lahjendamise korral võib heitgaasi lahjendada ümbritseva õhu, sünteetilise õhu või lämmastikuga. Gaasilise heite mõõtmisel peab lahjendusaine temperatuur olema vähemalt 288 K (15 °C). Tahkete osakeste proovivõtul on lahjendusaine temperatuur sätestatud CVSi puhul punktis 9.2.2 ja PFD puhul punktis 9.2.3. Lahjendussüsteemi läbilaskevõime peab olema

▼M1

piisav, et veekondensaat lahjendus- ja proovivõtusüsteemidest täielikult eemaldada. Suure õhuniiskuse korral on lubatud lahjendusõhu kuivatamine enne, kui see siseneb lahjendussüsteemi. Lahjendustunneli seinad võivad olla kuumutatavad või isoleeritud, samuti tunnelist allavoolu asuv põhivootorustik, et vältida vett sisaldavate koostisainete sadestumist gaasifaasist vedelikufaasi („vee kondenseerumine“).

Enne lahjendusaine segamist heitgaasiga võib seda ette valmistada, suurendades või vähendades selle temperatuuri või niiskust. Lahjendusaine koostisosi võib eemaldada, et vähendada nende taustkontsentratsiooni. Koostisosade eemaldamise või taustkontsentratsioonide arvessevõtmise suhtes kohaldatakse järgmisi sätteid:

a) lahjendusaine koostisosade kontsentratsiooni võib mõõta ja kompenseerida katse tulemustele avalduvate taustmõjude suhtes. Taustkontsentratsiooni kompenseerimise arvutusi vt VII lisast;

b) gaasiliste või tahkete osakeste taustheite mõõtmisel on lubatud teha punktide 7.2, 9.3 ja 9.4 nõuetes järgmised muudatused:

   i) proportsionaalne proovivõtt ei ole nõutav;

   ii) võib kasutada mittesoojendatavaid proovivõtusüsteeme;

   iii) võib kasutada pidevat proovivõttu, isegi kui lahjendatud heitgaasi puhul kasutatakse perioodilist proovivõttu;

   iv) võib kasutada perioodilist proovivõttu, isegi kui lahjendatud heitgaasi puhul kasutatakse pidevat proovivõttu;

c) taustas sisalduvate tahkete osakeste arvessevõtmiseks saab kasutada järgmisi võimalusi:

   i) tahkete osakeste eemaldamiseks taustas filtreeritakse lahjendit kõrgefektiivsete mikroosakeste õhufiltritega (HEPA), mille algne kogumisefektiivsus on 99,97 % (vt HEPA-filtri efektiivsusega seotud menetlused artikli 2 lõikes 19);

   ii) taustas sisalduvate tahkete osakeste korrigeerimiseks ilma HEPA-filtreerimiseta ei tohi tahkete osakeste taustsisaldus moodustada proovifiltrile kogutud tahkete osakeste netokogusest üle 50 %;

   iii) tahkete osakeste netokoguste taustkorrigeerimine HEPA-filtreerimisega on rõhupiiranguteta lubatud.

9.2.2. Täisvoosüsteem

Täisvoolahjendus; püsimahuproovivõtt (CVS). Lahjendamata heitgaasi täisvoog lahjendatakse lahjendustunnelis. Püsiva voolu võib säilitada vooluhulgamõõturi temperatuuri ja rõhu hoidmisega normide piires. Mittepüsiva voolu puhul mõõdetakse voolu otse, et võimaldada proportsionaalset proovivõttu. Süsteem projekteeritakse järgmiselt (vt joonis 6.6):

a) kasutatakse tunnelit, mille sisepind on roostevabast terasest. Kogu lahjendussüsteem maandatakse elektriliselt. Teise võimalusena võib mootorikategooriate puhul, millele ei ole kehtestatud tahkete osakeste massi ega arvu piirnorme, kasutada mittejuhtivaid materjale;

▼M1

b) heitgaasi vasturõhku ei tohi lahjendusõhu sisselaskesüsteemi abil kunstlikult alandada. Selle koha staatiline rõhk, kust lahjendamata heitgaas sisestatakse tunnelisse, tuleb hoida ± 1,2 kPa piires õhurõhust;

c) segamise hõlbustamiseks sisestatakse heitgaas tunnelisse, suunates selle piki tunneli keskjoont allavoolu; osa lahjendusõhust võib sisestada tunneli sisepinnaga radiaalselt, et minimeerida heitgaasi ja tunneli seinte vastastikust toimet;

d) lahjendusaine. Tahkete osakeste proovivõtuks hoitakse lahjendusaine (ümbritsev õhk, sünteetiline õhk või lämmastik, nagu on osutatud punktis 9.2.1) temperatuur lahjendustunnelisse sisenemise koha vahetus läheduses vahemikus 293–325 K (20–52 °C);

e) Reynoldsi arv *Re* peab lahjendatud heitgaasivoo puhul olema vähemalt 4 000, kusjuures *Re* põhineb lahjendustunneli siseläbimõõdul. *Re* on määratletud VII lisas. Segunemise piisavust kontrollitakse, liigutades proovivõtturit tunneli läbimõõdu ulatuses vertikaalselt ja horisontaalselt. Kui analüsaatori näit ületab ± 2 % mõõdetud keskmisest kontsentratsioonist, käitatakse CVSi suurema vooluhulgaga või paigaldatakse segunemise parandamiseks segamisplaat või -otsik;

f) ettevalmistused vooluhulga mõõtmiseks. Lahjendatud heitgaasi võib enne selle vooluhulga mõõtmist ette valmistada järgmiselt, tingimusel et seda tehakse kuumutatud süsivesinike või tahkete osakeste proovivõtturitest allavoolu:

   i) kasutada võib voolusirgestajaid, pulsatsioonisummuteid või mõlemaid;

   ii) kasutada võib filtrit;

   iii) temperatuuri reguleerimiseks võib vooluhulgamõõturist ülesvoolu kasutada soojusvahetit, kuid tuleb võtta meetmed vee kondenseerumise vältimiseks;

g) vee kondenseerumine. Vee kondenseerumine sõltub niiskusest, rõhust, temperatuurist ja teiste koostisosade, nagu näiteks väävelhappe kontsentratsioonist. Need parameetrid muutuvad sõltuvalt mootori sisselaskeõhu niiskusest, lahjendusõhu niiskusest, mootori õhu-kütuse suhtest ja kütuse koostisest, kaasa arvatud vesiniku ja väävli kogusest kütuses;

   Et tagada mõõdetud kontsentratsioonile vastava voolu mõõtmine, tuleb kas vältida vee kondenseerumist proovivõtturi asukoha ja vooluhulgamõõturi sisselaskeava vahel lahjendustunnelis või lasta veekondensaadil tekkida ning mõõta niiskust vooluhulgamõõturi sisselaskeava juures. Lahjendustunneli seinu ja põhivoo torustikku tunnelist allavoolu võib vee kondenseerumise vältimiseks kuumutada või need isoleerida. Vee kondenseerumist tuleb vältida kogu lahjendustunneli ulatuses. Niiskuse olemasolu korral võivad teatud heitgaasikomponendid lahjeneda või kaduda.

   Tahkete osakeste proovivõtuks suunatakse CVSist tulev juba proportsionaalne vool teise astme lahjendussüsteemi (ühte või mitmesse), et saavutada nõutav üldine lahjendusaste, nagu on osutatud joonisel 9.2 ja punktis 9.2.3.2;

▼M1

h) väikseim üldine lahjendusaste on vahemikus 5:1 kuni 7:1 ja esimeses lahjendusetapis vähemalt 2:1, võttes aluseks mootori heitgaasi suurima vooluhulga katsetsükli või katsefaasi ajal;

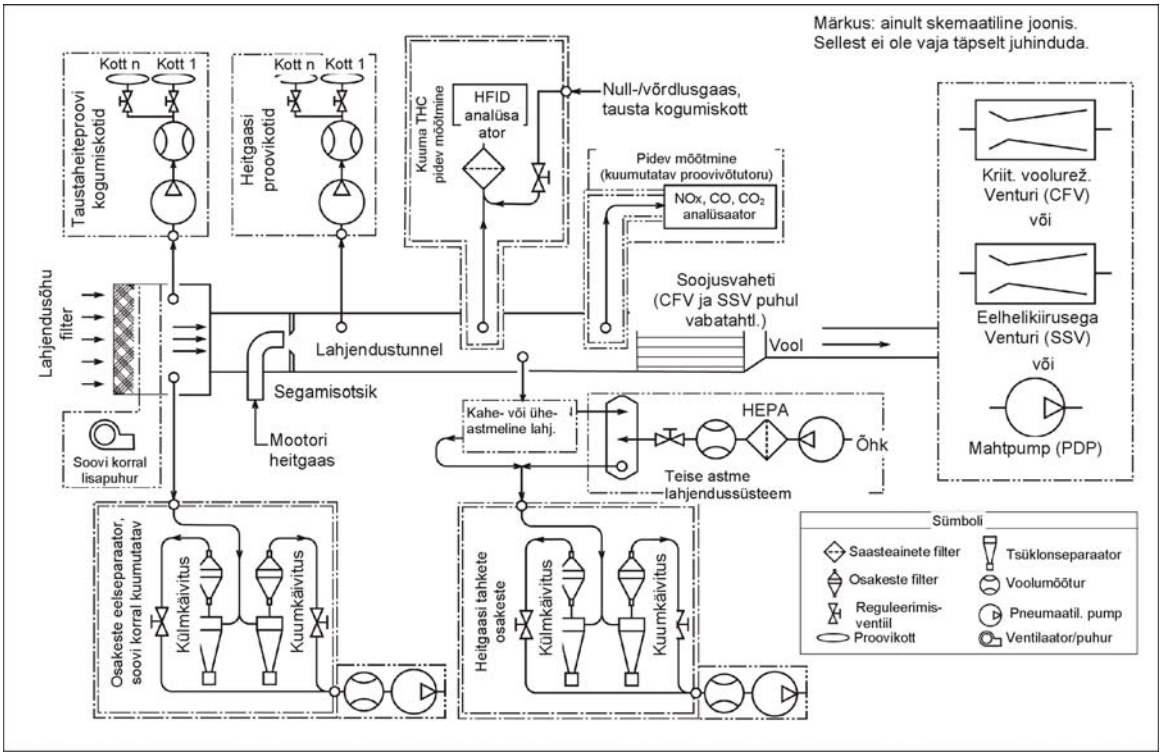
i) kogu viibeaeg süsteemis peab olema vahemikus 0,5–5 sekundit, mõõdetuna lahjendi fitripesa(de)sse sisestamise kohast;

j) teise astme lahjendussüsteemi kasutamisel peab selles viibimise aeg olema vähemalt 0,5 sekundit, mõõdetuna teise astme lahjendi filtripesa(de)sse sisestamise kohast.

Tahkete osakeste massi määramiseks on vaja tahkete osakeste proovivõtusüsteemi, tahkete osakeste proovifiltrit, gravimeetrilisi kaalusid ning reguleeritava temperatuuri ja niiskusega kaalukambrit.

Joonis 6.6

Täisvoolahjendussüsteemi proovivõtukonfiguratsioonide näited



9.2.3. Osavoolahjendussüsteem (PFD)

9.2.3.1. Osavoosüsteemi kirjeldus

Osavoosüsteemi skeem on esitatud joonisel 6.7. Tegemist on skemaatilise joonisega, mis näitab proovi eraldamise, lahjendamise ja tahkete osakeste proovi võtmise põhimõtteid. See ei tähenda, et kõik joonisel kirjeldatud komponendid oleksid vajalikud muudes võimalikes proovivõtusüsteemides, mis vastavad proovivõtmise eesmärgile. Muud konfiguratsioonid, mis ei vasta sellele skeemile, on lubatud tingimusel, et need teenivad sama proovide kogumise, lahjendamise ja tahkete osakeste proovivõtu eesmärki. Need peavad vastama muudele kriteeriumidele, näiteks muutuva lahjendusastmega PFD puhul punktile 8.1.8.6. (perioodiline kalibreerimine) ja punktile 8.2.1.2 (valideerimine), konstantse lahjendusega PFD puhul aga punktile 8.1.4.5 ja tabelile 8.2 (lineaarsuse kontroll) ja punktile 8.1.8.5.7 (kontroll).

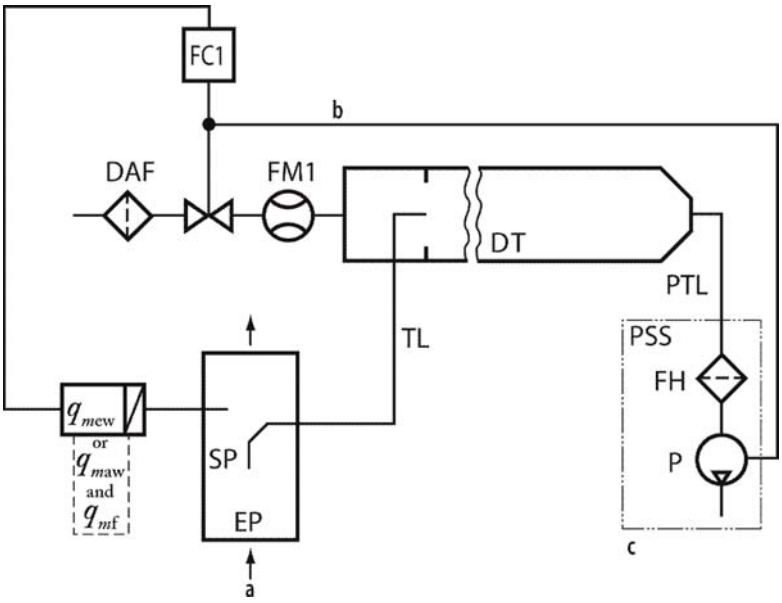
▼M1

Nagu joonisel 6.7 näidatud, viiakse lahjendamata heitgaas või esimese astme lahjendatud vool proovivõtturi SP ja ülekandetoru TL kaudu vastavalt kas väljalasketorust EP või püsimahuproovivõtturist CVSi lahjendustunnelisse DT. Tunnelit läbiva voolu koguhulka reguleeritakse vooluhulgaregulaatori ning tahkete osakeste proovivõtusüsteemi (PSS) proovivõtupumba P abil. Lahjendamata heitgaasi proportsionaalseks proovivõtuks reguleeritakse lahjendusõhu voolu vooluhulgaregulaatoriga FC1, mis võib heitgaasi soovitud jaotumiseks kasutada käsusignaalidena väärtusi q_{mew} (niiske heitgaasi massivooluhulk) või q_{maw} (niiske sisselaskeõhu massivooluhulk) ja q_{mf} (kütuse massivooluhulk). Gaasiproovi vool lahjendustunnelisse DT on koguvooluhulga ja lahjendusõhu vooluhulga vahe. Lahjendusõhu vooluhulka mõõdetakse vooluhulga mõõteseadmega FM1, koguvooluhulka tahkete osakeste proovivõtusüsteemi vooluhulgamõõturiga. Lahjendusaste arvutatakse kahe kõnealuse vooluhulga põhjal. Konstantse lahjendusastmega proovivõtul lahjendamata või lahjendatud heitgaasist, võrreldes heitgaasivooluga (näiteks teise astme lahjendus tahkete osakeste proovivõtul), on lahjendusõhu vool tavaliselt konstantne ja seda reguleeritakse vooluhulgaregulaatori FC1 või lahjendusõhu pumba abil.

Lahjendusõhk (välisõhk, sünteetiline õhk või lämmastik) tuleb filtreerida suure efektiivsusega filtri (HEPA) abil.

Joonis 6.7

Osavoolahjendussüsteemi skeem (täisproovivõtu tüüp)



a = mootori heitgaas või esimese astme lahjendatud vool

b = mittekohustuslik

c = tahkete osakeste massi proovivõtt

Joonise 6.7 komponendid:

DAF: lahjendusõhu filter

DT: lahjendustunnel või teise astme lahjendussüsteem

EP: väljalasketoru või esimese astme lahjendussüsteem

▼**M1**

FC1: vooluregulaator

FH: filtripesa

FM1: vooluhulgamõõtur, mis mõõdab lahjendusõhu vooluhulka

P: proovivõtupump

PSS: tahkete osakeste massi proovivõtusüsteem

PTL: tahkete osakeste ülekandetoru

SP: lahjendamata või lahjendatud heitgaasi proovivõttur

TL: ülekandetoru

Üksnes lahjendamata heitgaasi proportsionaalse proovivõtu PFD suhtes kohaldatavad massivooluhulgad:

q_{mew} on niiske heitgaasi massivooluhulk

q_{maw} on niiske sisselaskeõhu massivooluhulk

q_{mf} on kütuse massivooluhulk

9.2.3.2. Lahjendamine

Lahjendusaine (ümbritsev õhk, sünteetiline õhk või lämmastik, nagu on osutatud punktis 9.2.1) temperatuuri hoitakse lahjendustunnelisse sisenemise koha vahetus läheduses vahemikus 293–325 K (20–52 °C).

Enne lahjendussüsteemi sisestamist on lubatud lahjendusõhust niiskust eemaldada. Osavoolahjendussüsteem peab olema konstrueeritud selliselt, et mootori heitgaasivoost eraldatakse proportsionaalne lahjendamata heitgaasiproov, ning seega peab see reageerima heitgaasi vooluhulga kõikumistele; samuti peab süsteem sellesse proovi sisestama lahjendusõhu, et saavutada katsefiltril punktis 9.3.3.4.3 sätestatud temperatuur. Seetõttu on eriti tähtis määrata lahjendusaste selliselt, et punkti 8.1.8.6.1. täpsusnõuded oleks täidetud.

Et tagada mõõdetud kontsentratsioonile vastava voolu mõõtmine, tuleb kas vältida vee kondenseerumist proovivõtturi asukoha ja vooluhulgamõõturi sisselaskeava vahel lahjendustunnelis või lasta veekondensaadil tekkida ning mõõta niiskust vooluhulgamõõturi sisselaskeava juures. PFD-süsteemi võib vee kondenseerumise vältimiseks kuumutada või isoleerida. Vee kondenseerumist tuleb vältida kogu lahjendustunneli ulatuses.

Väikseim lahjendusaste on vahemikus 5:1 kuni 7:1, võttes aluseks mootori heitgaasi suurima vooluhulga katsetsükli või -faasi ajal.

Süsteemis viibimise aeg peab olema vahemikus 0,5–5 sekundit, mõõdetuna lahjendusaine fitripesa(de)sse sisestamise kohast.

Tahkete osakeste massi määramiseks on vaja tahkete osakeste proovivõtusüsteemi, tahkete osakeste proovifiltrit, gravimeetrilisi kaalusid ning reguleeritava temperatuuri ja niiskusega kaalukambrit.

▼M1

9.2.3.3. Kasutatavus

PFDd võib kasutada proportsionaalse lahjendamata heitgaasi proovi võtmiseks mis tahes perioodilisel või pideval tahkete osakeste ja gaasilise heite proovivõtul mis tahes siirdetöötsükli jooksul (NRTC ja LSI-NRTC), mis tahes üksikrežiimi NRSC jooksul või mis tahes astmelise töötsükli jooksul.

Süsteemi võib kasutada ka eelnevalt lahjendatud heitgaasi puhul, kui vool, mis on juba proportsionaalne, on lahjendatud konstantse lahjendusastmega (vt joonis 9.2). Sel viisil teostatakse teise astme lahjendus CVSi tunnelist, et saavutada tahkete osakeste proovivõtuks vajalik üldine lahjendusaste.

9.2.3.4. Kalibreerimine

PFD kalibreerimist lahjendamata heitgaasi proportsionaalse proovi saamiseks käsitletakse punktis 8.1.8.6.

9.3. Proovivõtumenetlused

9.3.1. Üldised proovivõtunõuded

9.3.1.1. Proovivõtturi ehitus ja konstruktsioon

Proovivõttur on proovivõtusüsteemi esimene liitmik. See ulatub lahjendamata või lahjendatud heitgaasi voogu, et võtta proovi nii, et selle sise- ja välispinnad puutuvad heitgaasiga kokku. Proov viiakse proovivõtturist välja ülekandetorusse.

Proovivõtturite sisepinnad valmistatakse roostevabast terasest või lahjendamata heitgaasi proovivõtu puhul mis tahes mittereageerivast materjalist, mis talub lahjendamata heitgaasi temperatuure. Proovivõtturid asetatakse kohta, kus koostisosad segunevad oma keskmise proovivõtukontsentratsioonini ja kus muude proovivõtturite segav toime on väikseim. Soovitatavalt peaksid kõik proovivõtturid olema vabad piirkihtide, pöörisvoolude ja keeriste mõjust, eelkõige lahjendamata heitgaasi mõõturi väljalasketoru ava juures, kus võib ilmneda soovimatu lahjenemine. Proovivõtturi läbipuhumine või tagasivoolutamine ei tohi teist proovivõtturit katse ajal mõjutada. Ühte proovivõtturit võib kasutada mitme koostisosa proovi võtmisel, tingimusel et proovivõttur vastab iga koostisosa puhul ette nähtud spetsifikatsioonidele.

9.3.1.1.1. Segamiskamber (NRSh-kategooria)

Kui tootja lubab, võib NRSh-kategooria mootorite katsetamisel kasutada segamiskambrit. Segamiskamber on lahjendamata heitgaasi proovivõtusüsteemi mittekohustuslik element ja see asub heitgaasisüsteemis summuti ja proovivõtturi vahel. Segamiskambri ning sellele eelneva ja järgneva torustiku kuju ja mõõtmed peavad olema sellised, et see annaks proovivõtturi kohas hästi segatud homogeense proovi ning et kambris ei tekiks tugevaid pulseerimisi ega resonantse, mis võivad heitgaasimõõtmiste tulemusi mõjutada.

9.3.1.2. Ülekandetorud

Ülekandetorud, mille kaudu viiakse võetud proov proovivõtturist analüsaatorisse, kogumisvahendisse või lahjendussüsteemi, peavad olema võimalikult lühikesed; selleks paigutatakse analüsaatorid, kogumisvahendid ja lahjendussüsteemid proovivõtturitele võimalikult lähedale. Ülekandetorude loogete arv peab olema võimalikult väike ja vältimatute loogete raadius peab olema võimalikult suur.

▼**M1**

9.3.1.3. Valimi moodustamise meetodid

Punktis 7.2 kirjeldatud pideva ja perioodilise proovivõtu puhul kehtivad järgmised tingimused:

a) konstantsest vooluhulgast võetakse proov samuti konstantse vooluhulga juures;

b) muutuvast vooluhulgast võttes muudetakse proovi vooluhulka proportsionaalselt muutuva vooluhulgaga;

c) proportsionaalne proovivõtt valideeritakse punkti 8.2.1. kohaselt.

9.3.2. Gaasiproovi võtmine

9.3.2.1. Proovivõtturid

Gaasilise heite proovivõtuks kasutatakse ühe või mitme pordiga proovivõttureid. Proovivõttureid võib suunata lahjendamata või lahjendatud heitgaasivoo suhtes igas suunas. Mõne proovivõtturi puhul reguleeritakse proovi temperatuuri järgmiselt:

a) lahjendatud heitgaasist NO_x eraldavate proovivõtturite puhul reguleeritakse seina temperatuuri, et vältida vee kondenseerumist;

b) lahjendatud heitgaasist süsivesinikke eraldavate proovivõtturite puhul soovitatakse saastumise minimeerimiseks hoida seinatemperatuuri ligikaudu 191 °C juures.

9.3.2.1.1. Segamiskamber (NRSh-kategooria)

Kui punkti 9.3.1.1.1 kohaselt kasutatakse segamiskambrit, ei tohi selle siseruumala olla väiksem kui katsetatava mootori silindri kümnekordne töömaht. Segamiskamber tuleb ühendada mootori summutiga võimalikult selle lähedal ning selle seesmine pinnatemperatuur peab olema 452 K (179 °C). Tootja võib täpsustada segamiskambri konstruktsiooni.

9.3.2.2. Ülekandetorud

Kasutatakse ülekandetorusid, mille sisepinda katab roostevaba teras, PTFE, Viton^{TM} või muu materjal, mille omadused on heiteproovide võtmiseks paremad. Kasutatakse mittereageerivaid materjale, mis taluvad heitgaasi temperatuuri. Võib kasutada torusiseseid filtreid, kui filter ja selle pesa vastavad samadele allpool esitatud temperatuurinõuetele kui ülekandetorud:

a) NO_x ülekandetorude puhul, mis asuvad punkti 8.1.11.5 spetsifikatsioonidele vastavast NO_2-NO-konverterist või punkti 8.1.11.4 spetsifikatsioonidele vastavast jahutist ülesvoolu, hoitakse sellist proovi temperatuuri, millega välditakse vee kondenseerumist;

b) THC ülekandetorude puhul hoitakse seina temperatuuri kogu toru ulatuses 191 ± 11 °C piires. Lahjendamata heitgaasist proovi võtmisel võib kuumutamata ja isoleeritud ülekandetoru ühendada otse proovivõtturiga. Ülekandetoru pikkus ja isolatsioon kavandatakse nii, et see ei jahutaks kõrgeimat eeldatavat

▼M1

lahjendamata heitgaasi temperatuuri allapoole 191 °C, mõõdetuna ülekandetoru väljalaskeava juures. Proovivõtu puhul lahjendatud heitgaasist on proovivõtturi ja ülekandetoru vahel lubatud kuni 0,92 m pikkune üleminekuala, et tuua seina temperatuur 191 ± 11 °C piiresse.

9.3.2.3. Proovi konditsioneerimise komponendid

9.3.2.3.1. Proovi kuivatid

9.3.2.3.1.1. Nõuded

Et vähendada vee mõju gaasilise heite mõõtmistulemustele, võib proovist niiskuse eemaldamiseks kasutada proovi kuivateid. Proovi kuivatid peavad vastama punktides 9.3.2.3.1.1 ja 9.3.2.3.1.2 sätestatud nõuetele. Valemis (7–13) on kasutatud niiskusesisaldust 0,8 % mahust.

Suurima eeldatava veeaurukontsentratsiooni H_m korral peab vee eemaldamise tehnika hoidma niiskusesisalduse tasemel ≤ 5 grammi vett kuiva õhu kilogrammi kohta (ehk ligikaudu 0,8 mahuprotsenti H_2O), mis vastab 100 % suhtelisele õhuniiskusele 277,1 K (3,9 °C) ja 101,3 kPa juures. See niiskuse spetsifikatsioon on samaväärne ligikaudu 25 % suhtelise õhuniiskusega temperatuuril 298 K (25 °C) ja rõhul 101,3 kPa. Seda võib tõendada:

a) mõõtes temperatuuri proovikuivati väljalaskeava juures;

b) mõõtes niiskust punktis, mis asub CLD-st vahetult ülesvoolu;

tehes punkti 8.1.8.5.8 kohase kontrolli.

9.3.2.3.1.2. Proovi kuivatite lubatud tüüp ja menetlus niiskusesisalduse hindamiseks enne ja pärast kuivatit

Kasutada võib emba-kumba käesolevas punktis kirjeldatud kuivatitüüpi.

a) Kui kasutatakse osmootset membraankuivatit, mis asub gaasianalüsaatorist või kogumisvahendist ülesvoolu, siis peab see vastama punktis 9.3.2.2 sätestatud temperatuurinõuetele. Osmootsest membraankuivatist allavoolu jälgitakse kastepunkti T_{dew} ja absoluutset rõhku p_{total}. Vee kogus arvutatakse vastavalt VII lisale, kasutades pidevalt registreeritud väärtusi T_{dew} ja p_{total} või nende katse ajal mõõdetud suurimaid väärtusi või nende häirepunkte. Otsese mõõtmise puudumisel saadakse nominaalne p_{total} kuivati madalaimast katse ajal eeldatavast absoluutsest rõhust.

b) Diiselmootorite puhul ei tohi kasutada THC-mõõtesüsteemist ülesvoolu asuvat termojahutit. Kui kasutatakse termojahutit, mis asub NO_2-NO-konverterist ülesvoolu, või kui seda kasutatakse proovivõtusüsteemis, milles NO_2-NO-konverterit ei ole, peab jahuti läbima punktis 8.1.11.4 sätestatud NO_2 lekke toimivuskontrolli. Termojahutist allavoolu jälgitakse kastepunkti T_{dew} ja absoluutset rõhku p_{total}. Vee kogus arvutatakse vastavalt VII lisale, kasutades pidevalt registreeritud väärtusi T_{dew} ja p_{total} või nende katse ajal mõõdetud suurimaid väärtusi või nende häirepunkte. Otsese mõõtmise puudumisel saadakse nominaalne p_{total} termojahuti madalaimast katse ajal eeldatavast absoluutsest

▼M1

rõhust. Kui on alust eeldada termojahuti küllastusastet, võib arvutada teadaoleval efektiivsusel ja jahuti temperatuuri $T_{chiller}$ pideval jälgimisel põhineva T_{dew}. Kui temperatuuri $T_{chiller}$ väärtusi ei registreerita pidevalt, võib konstantse veekoguse kindlaksmääramisel vastavalt VII lisale kasutada konstantse väärtusena selle suurimat katse ajal mõõdetud väärtust või selle häirepunkti. Kui kehtib eeldus, et $T_{chiller}$ väärtus võrdub T_{dew} väärtusega, siis võib VII lisa kohaselt T_{dew} asemel kasutada $T_{chiller}$ väärtust. Kui on alust eeldada väärtuste $T_{chiller}$ ja T_{dew} konstantset temperatuurinihet, võttes aluseks proovi taassoojenemise teadaoleva ja fikseeritud määra jahuti väljalaskeava ja temperatuuri mõõtmise koha vahel, võib selle eeldatava temperatuurinihke tegurdada heitearvutustesse. Käesolevas punktis ette nähtud eelduste kehtivust tõendatakse tehnilise analüüsi või andmetega.

9.3.2.3.2. Proovivõtupumbad

Kasutatakse proovivõtupumpasid, mis asuvad analüsaatorist või mis tahes gaasi kogumisvahendist ülesvoolu. Kasutatakse proovivõtupumpasid, mille sisepinda katab roostevaba teras, PTFE või muu materjal, mille omadused on heiteproovide võtmiseks paremad. Mõne proovivõtupumba puhul reguleeritakse proovi temperatuure järgmiselt:

a) kui kasutatakse NO_x proovivõtupumpa, mis asub punkti 8.1.11.5 spetsifikatsioonidele vastavast NO_2-NO-konverterist või punkti 8.1.11.4 spetsifikatsioonidele vastavast jahutist ülesvoolu, siis tuleb seda soojendada, et vältida vee kondenseerumist;

b) kui kasutatakse THC analüsaatorist või kogumisvahendist ülesvoolu asuvat THC proovivõtupumpa, kuumutatakse selle sisepindu temperatuurini 464 ± 11 K (191 ± 11) °C.

9.3.2.3.3. Ammoniaagi neutralisaator

Mõnedes või kõigis gaasiproovivõtusüsteemides võib kasutada ammoniaagi neutralisaatoreid, et hoida ära NH_3 segavat toimet, NO-NO_2-konverteri saastumist ja sadestisi proovivõtusüsteemis või analüsaatorites. Ammoniaagi neutralisaator tuleb paigaldada tootja soovituste kohaselt.

9.3.2.4. Proovi kogumise vahendid

Kui proovid kogutakse kottidesse, säilitatakse gaasimahte piisavalt puhastes anumates, millest gaasi hajub või imbub läbi minimaalselt. Kogumisvahendite vastuvõetava puhtuse- ja imbumistaseme kindlaksmääramisel järgitakse head inseneritava. Anuma puhastamiseks võib seda korduvalt läbi puhuda ja vakumeerida ning kuumutada. Kasutatakse reguleeritava temperatuuriga keskkonnas asuvat elastset anumat (näiteks kott) või reguleeritava temperatuuriga jäika anumat, mis on algselt vakumeeritud või mahuga, mida on võimalik muuta, näiteks silindrite ja kolbidega. Kasutatakse tabeli 6.6 spetsifikatsioonidele vastavaid anumaid.

▼M1

Tabel 6.6

Heitgaaside perioodilise proovivõtu anumate materjalid

CO, CO_2, O_2, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, NO, NO_2 (1)	polüvinüüfluoriid (PVF) (2), nt Tedlar™, polüvinülideenfluoriid (2), nt Kynar™, polütetrafluoroetüleen (3) nt Teflon™, või roostevaba teras (3).
HC	Polütetrafluoroetüleen (4) või roostevaba teras (4)

(1) Tingimusel, et välditakse vee kondenseerumist kogumisanumas.
(2) Kuni 313 K (40 °C).
(3) Kuni 475 K (202 °C).
(4) Temperatuuril 464 ± 11 K (191 ± 11 °C).

9.3.3. Tahkete osakeste proovivõtt

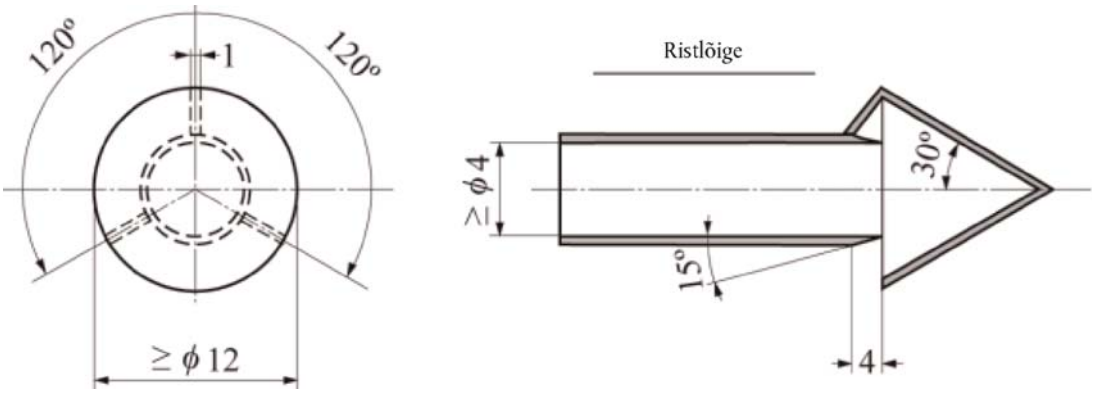
9.3.3.1. Proovivõtturid

Kasutatakse proovivõttureid, mille otsas on üks ava. Tahkete osakeste proovivõtturid asetatakse suunaga otse ülesvoolu.

Tahkete osakeste proovivõtturi võib varjata koonilise kattega, mis vastab joonise 6.8 nõuetele. Sel juhul ei kasutata punktis 9.3.3.3 kirjeldatud eelklassifikaatorit.

Joonis 6.8

Koonilise eelklassifikaatoriga proovivõtturi skeem



9.3.3.2. Ülekandetorud

Soovitatavad on isoleeritud või kuumutatavad ülekandetorud või kuumutatav korpus, et minimeerida ülekandetorude ja heitgaasi koostisosade vahelisi temperatuurierinevusi. Kasutatakse ülekandetorusid, mis on tahkete osakeste suhtes inertsed ja mille sisepinnad juhivad elektrit. Soovitatav on kasutada roostevabast terasest tahkete osakeste ülekandetorusid; kui kasutatakse muud materjali, peab see olema samade proovivõtuomadustega kui roostevaba teras. Tahkete osakeste ülekandetorude sisepind maandatakse elektriliselt.

9.3.3.3. Eelklassifikaator

Suure läbimõõduga osakeste eemaldamiseks on lubatud kasutada tahkete osakeste eelklassifikaatorit, mis paigaldatakse lahjendussüsteemi vahetult enne filtripesa. Lubatud on ainult üks eelklassifikaator. Kui kasutatakse koonilist proovivõtturit (vt joonis 6.8), on eelklassifikaatori kasutamine keelatud.

▼M1

Tahkete osakeste eelklassifikaator võib olla kas inertsklassifikaator või tsüklon. See peab olema valmistatud roostevabast terasest. Eelklassifikaator peab eemaldama vähemalt 50 % tahketest osakestest aerodünaamilise läbimõõdu 10 μm juures ja kuni 1 % tahketest osakestest aerodünaamilise läbimõõdu 1 μm juures kõigi vooluhulkade puhul, millega seda kasutatakse. Eelklassifikaatori väljalaskeava konfigureeritakse, tehes tahkete osakeste proovifiltrile möödaviigu, nii et enne katse alustamist saab eelklassifikaatori voolu stabiliseerida. Tahkete osakeste proovifilter peab asuma kuni 75 cm eelklassifikaatori väljalaskeavast allavoolu.

9.3.3.4. Proovifilter

Katsetoimingute ajal võetakse lahjendatud heitgaasist proov punktide 9.3.3.4.1–9.3.3.4.4 nõuetele vastava filtriga.

9.3.3.4.1. Filtri spetsifikatsioon

Kõigil filtritüüpidel peab olema vähemalt 99,7 % kogumisefektiivsus. Sellele nõudele vastavuse tõendamiseks võib kasutada proovifiltri tootja tooteklassifikatsioonis esitatud mõõtmisi. Filtri materjal peab olema kas

a) fluorosüsinikkattega (PTFE-kattega) klaaskiud või

b) fluorosüsinikmembraan (PTFE).

Kui tahkete osakeste eeldatav netomass filtril ületab 400 μg, võib kasutada filtrit, mille väikseim algne kogumisefektiivsus on 98 %.

9.3.3.4.2. Filtri suurus

Filtri nominaalläbimõõt peab olema 46,50 mm ± 0,6 mm (sadestusala läbimõõt vähemalt 37 mm). Eelneval kokkuleppel tüübikinnitusasutusega võib kasutada suurema läbimõõduga filtreid. Soovitatakse, et filtri ja sadestusala pindalad oleksid omavahel proportsionaalsed.

9.3.3.4.3. Tahkete osakeste proovide lahjenduse ja temperatuuri reguleerimine

Tahkete osakeste proove lahjendatakse vähemalt üks kord – CVS-süsteemi korral ülekandetorudest ülesvoolu ja PFD-süsteemi korral allavoolu (vt ülekandetorude kohta punkt 9.3.3.2). Proovi temperatuur seatakse vahemikku 320 ± 5 K (47 ± 5 °C), mõõdetuna mis tahes kohas tahkete osakeste kogumisvahendist 200 mm ulatuses ülesvoolu või 200 mm ulatuses allavoolu. Tahkete osakeste proovi kuumutatakse või jahutatakse eeskätt punkti 9.2.1 alapunktis a sätestatud lahjendustingimustes

9.3.3.4.4. Filtri pinda läbiva gaasivoolu kiirus

Filtri pinda läbiva gaasivoolu kiirus peab olema vahemikus 0,90–1,00 m/s, seejuures võib seda vahemikku ületada registreeritud voolukiiruste väärtustest vähem kui 5 %. Kui tahkete osakeste mass on suurem kui 400 μg, siis võib filtri pinda läbiva gaasivoolu kiirust vähendada. Filtri pinda läbiva gaasivoolu kiirus mõõdetakse proovi vooluhulga ja filtri tööpinna jagatisena filtrist ülesvoolu oleva rõhu ja filtri pinna temperatuuri juures. Kui rõhu langus tahkete osakeste proovivõtturist filtrini on väiksem kui 2 kPa, kasutatakse ülesvoolu valitseva rõhuna väljalasketoru või püsimahuproovivõtturi (CVS) tunneli rõhku.

▼**M1**

9.3.3.4.5. Filtripesa

Et minimeerida turbulentset sadestumist ja et tahked osakesed sadestuksid filtrile ühtlaselt, kasutatakse 12,5° nurga all (keskkohast) lahkneva koonuse kujulist üleminekut ülekandetoru siseläbimõõdult filtri tööpinna läbimõõdule. See üleminek peab olema roostevabast terasest.

9.3.4. Tahkete osakeste stabiliseerimis- ja kaalumiskeskkonnad gravimeetrilise analüüsi korral

9.3.4.1. Gravimeetrilise analüüsi keskkond

Käesolevas osas kirjeldatakse kahte keskkonda, mis on nõutavad tahkete osakeste stabiliseerimiseks ja kaalumiseks gravimeetrilise analüüsi korral: tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkond, kus filtreid enne kaalumist hoitakse, ja kaalumiskeskkond, kus asub kaal. Need kaks keskkonda võivad asuda ühes ruumis.

Nii stabiliseerimis- kui ka kaalumiskeskkond hoitakse puhtana ümbritsevatest saasteainetest nagu tolm, aerosoolid või poollenduvad materjalid, mis võivad tahkete osakeste proove saastada.

9.3.4.2. Puhtus

Tahkete osakeste stabiliseerimiskeskkonna puhtust kontrollitakse võrdlusfiltrite abil, nagu on kirjeldatud punktis 8.1.12.1.4.

9.3.4.3. Kambri temperatuur

Tahkete osakeste filtrite konditsioneerimise ja kaalumise kambri (või ruumi) temperatuur peab kogu filtrite konditsioneerimise ja kaalumise ajal olema 295 ± 1 K (22 °C ± 1 °C). Niiskus peab vastama kastepunktile 282,5 ± 1 K (9,5 ± 1 °C) juures ning suhteline niiskus peab olema 45 % ± 8 %. Kui stabiliseerimis- ja kaalumiskeskkonnad on eraldi, tuleb stabiliseerimiskeskkonna temperatuuri hoida väärtusel 295 ± 3 K (22 °C ± 3 °C).

9.3.4.4. Ümbritsevate tingimuste kontrollimine

Kui kasutatakse punkti 9.4 spetsifikatsioonidele vastavaid mõõteseadmeid, kontrollitakse järgmisi ümbritsevaid tingimusi:

a) registreeritakse kastepunkt ja ümbritseva õhu temperatuur. Nende väärtuste abil tehakse kindlaks, kas stabiliseerimis- ja kaalumiskeskkond on enne filtrite kaalumist olnud vähemalt 60 minuti jooksul punktis 9.3.4.3 sätestatud tolerantsi piirides;

b) kaalumiskeskkonna õhurõhku registreeritakse pidevalt. Lubatud alternatiivina võib kasutada baromeetrit, mis mõõdab õhurõhku väljaspool kaalumiskeskkonda, kui on tagatud, et kaalu ümbritsev õhurõhk alati ± 100 Pa piires ühisest õhurõhust. Iga tahkete osakeste proovi kaalumisel peab olema võimalus registreerida viimati mõõdetud õhurõhk. Selle väärtuse abil arvutatakse punkti 8.1.12.2 kohane tahkete osakeste massi korrektsioon üleslükkejõu suhtes.

9.3.4.5. Kaalu paigaldamine

Kaal paigaldatakse järgmiselt:

a) kaal tuleb välismüra ja vibratsiooni mõju välistamiseks paigutada vibroisolatsiooniga alusele,

▼**M1**

b) kaal peab olema õhu konvektsioonivoolude eest kaitstud maandusega ühendatud staatilise hajutava varjega.

9.3.4.6. Staatilise elektri laengud

Staatilise elektri laengud tuleb kaalukeskkonnas minimeerida järgmiselt:

a) kaal maandatakse elektriliselt;

b) kui tahkete osakeste proove käideldakse käsitsi, kasutatakse roostevabast terasest pintsette;

c) pintsetid maandatakse maanduslindiga või varustatakse sellega käitaja, nii et maanduslint puutub kokku sama pinnaga kui kaal;

d) tahketelt osakestelt staatilise elektri laengute eemaldamiseks kasutatakse kaaluga kokkupuutuvat elektriliselt maandatud staatilise elektri neutraliseerijat.

9.4. Mõõteseadmed

9.4.1. Sissejuhatus

9.4.1.1. Kohaldamisala

Käesolevas punktis määratakse kindlaks heitekatsetega seotud mõõteseadmetele ja nendega seotud süsteemidele esitatavad nõuded. See hõlmab laboriseadmeid mootori parameetrite, ümbritsevate tingimuste, vooluhulgaga seotud parameetrite ja heitekontsentratsioonide (lahjendamata või lahjendatud) mõõtmiseks.

9.4.1.2. Seadmete tüübid

Kõiki käesolevas määruses nimetatud seadmeid tuleb kasutada käesolevas määruses kirjeldatud viisil (vt tabel 6.5 nende seadmetega mõõdetavate koguste kohta). Kui mõnda käesolevas määruses nimetatud seadet kasutatakse viisil, mida ei ole määruses kirjeldatud, või selle asemel kasutatakse muud seadet, kehtivad punktis 5.1.1 sätestatud samaväärsuse nõuded. Kui mingiks konkreetses mõõtmiseks on märgitud rohkem kui üks seade, määrab tüübikinnitus- või sertifitseerimisasutus ühe neist vastava taotluse korral võrdlusseadmeks, millega näidatakse, et alternatiivne menetlus on sätestatud menetlusega samaväärne.

9.4.1.3. Kattuvad süsteemid

Tüübikinnitus- või sertifitseerimisasutuse eelneval nõusolekul võib kõigi käesolevas punktis kirjeldatud mõõteseadmete puhul kasutada ühe ja sama katse tulemuste arvutamisel mitme seadme andmeid. Kõikide mõõtmiste tulemused registreeritakse ja toorandmed hoitakse alles. See nõue kehtib olenemata asjaolust, kas mõõtmistulemusi arvutustes tegelikult kasutatakse või mitte.

9.4.2. Andmete registreerimine ja kontroll

Katsesüsteemis peab olema võimalik andmeid ajakohastada ja salvestada ning kontrollida käitaja nõudega seotud süsteeme, dünamomeetrit, proovivõtu- ja mõõteseadmeid. Kasutatakse andmekogumis- ja -kontrollisüsteeme, mis suudavad registreerida andmeid kindlaksmääratud miinimumsagedusega, nagu on näidatud tabelis 6.7. (Seda tabelit ei kohaldata üksikrežiimi NRSC katsete suhtes.)

▼M1

Tabel 6.7

Andmete registreerimise ja kontrolli minimaalne sagedus

Katseprotokolli vastav punkt	Mõõdetav väärtus	Minimaalne käsklus- ja kontrollisagedus	Minimaalne registreerimissagedus
7.6	Pöörlemissagedus ja pöördemoment mootori etapiviisilisel kaardistamisel	1 Hz	1 keskmine väärtus etapi kohta
7.6	Pöörlemissagedus ja pöördemoment mootori langevate pööretega kaardistamisel	5 Hz	1 Hz keskmised
7.8.3	Pöörlemissagedus ja pöördemoment: siirdetöötsükli (NRTC ja LSI-NRTC) võrdlus- ja tagasisideväärtused	5 Hz	1 Hz keskmised
7.8.2	Pöörlemissagedus ja pöördemoment: üksikrežiimi NRSC ja RMC töötsükli võrdlus- ja tagasisideväärtused	1 Hz	1 Hz
7.3	Lahjendamata heitgaasi analüsaatorite proovide püsivad kontsentratsioonid	Ei kohaldata	1 Hz
7.3	Lahjendatud heitgaasi analüsaatorite proovide püsivad kontsentratsioonid	Ei kohaldata	1 Hz
7.3	Lahjendamata või lahjendatud heitgaasi analüsaatorite perioodiliste proovide kontsentratsioonid	Ei kohaldata	1 keskmine väärtus katsefaasi kohta
7.6 8.2.1	Lahjendatud heitgaasi vooluhulk voolumõõtekohast ülesvoolu asuvas soojusvahetiga CVSis	Ei kohaldata	1 Hz
7.6 8.2.1	Lahjendatud heitgaasi vooluhulk voolumõõtekohast ülesvoolu asuvas soojusvahetita CVSis	5 Hz	1 Hz keskmised
7.6 8.2.1	Siseneva õhu või heitgaasi vooluhulk (siirdetsükli lahjendamata heitgaasi mõõtmisel)	Ei kohaldata	1 Hz keskmised
7.6 8.2.1	Lahjendusõhk aktiivsel reguleerimisel	5 Hz	1 Hz keskmised
7.6 8.2.1	Soojusvahetiga CVSi proovi vooluhulk	1 Hz	1 Hz
7.6 8.2.1	Soojusvahetita CVSi proovi vooluhulk	5 Hz	1 Hz keskmine

9.4.3. Mõõteseadmete toimimise spetsifikatsioonid

9.4.3.1. Ülevaade

Katsesüsteem tervikuna peab vastama kõikidele kohaldatavatele punktis 8.1 sätestatud kalibreerimise, kontrolli ja katsete valideerimise kriteeriumidele, k.a punktides 8.1.4 ja 8.2 sätestatud lineaarsuse kontrolli nõuetele. Seadmed peavad kõikides katsetel kasutatavates mõõtevahemikes vastama tabeli 6.7 spetsifikatsioonidele. Lisaks tuleb alles hoida kõik seadmete tootjatelt saadud dokumendid, mis näitavad, et seadmed vastavad tabeli 6.7 spetsifikatsioonidele.

▼M1

9.4.3.2. Komponentidele esitatavad nõuded

Tabelis 6.8 esitatakse pöördemomendi, pöörlemissageduse ja rõhu andurite ning temperatuuri- ja kastepunktisensorite ning muude seadmete spetsifikatsioonid. Konkreetse füüsikalise ja/või keemilise suuruse mõõtmise süsteem tervikuna peab läbima punkti 8.1.4 kohase lineaarsuskontrolli. Gaasiliste heidete mõõtmiseks võib kasutada analüsaatoreid, millel on kompensatsioonialgoritmid, mis sõltuvad muudest mõõdetavatest gaasilistest komponentidest ja konkreetsel mootorikatsel kasutatava kütuse omadustest. Iga kompensatsioonialgoritm peab üksnes kompenseerima nihet, ilma tulemust muutmata (mõjutamata).

Tabel 6.8

Soovitatavad mõõteseadmete toimimise spetsifikatsioonid

Mõõteseadmed	Mõõdetava koguse sümbol	Terviksüsteemit-õusuaeg	Kirjete ajakohastamise sagedus	Mõõtetäpsus [a]	Korduvus [a]
Mootori pöörlemissageduse andur	*n*	1 s	1 Hz keskmised	2,0 % pt-st või 0,5 % maks.-st	1,0 % pt-st või 0,25 % maks.-st
Mootori pöördemomendi andur	*T*	1 s	1 Hz keskmised	2,0 % pt-st või 1,0 % maks.-st	1,0 % pt-st või 0,5 % maks.-st
Kütusekulumõõtur (Summeeriv kütusemõõtur)		5 s Ei kohaldata	1 Hz Ei kohaldata	2,0 % pt-st või 1,5 % maks.-st	1,0 % pt-st või 0,75 % maks.-st
Kogu lahjendatud heitgaasi mõõtur (CVS) (soojusvahetiga enne mõõturit)		1 s (5 s)	1 Hz keskmised (1 Hz)	2,0 % pt-st või 1,5 % maks.-st	1,0 % pt-st või 0,75 % maks.-st
Lahjendusõhu, siseneva õhu, heitgaasi ja proovi vooluhulgamõõturid		1 s	1 Hz keskmised 5 Hz proovidest	2,5 % pt-st või 1,5 % maks.-st	1,25 % pt-st või 0,75 % maks.-st
Lahjendamata gaasi pidevanalüsaator	*x*	5 s	2 Hz	2,0 % pt-st või 2,0 % mõõd.-st	1,0 % pt-st või 1,0 % mõõd.-st
Lahjendatud gaasi pidevanalüsaator	*x*	5 s	1 Hz	2,0 % pt-st või 2,0 % mõõd.-st	1,0 % pt-st või 1,0 % mõõd.-st
Gaasi pidevanalüsaator	*x*	5 s	1 Hz	2,0 % pt-st või 2,0 % mõõd.-st	1,0 % pt-st või 1,0 % mõõd.-st
Perioodilise proovivõtu gaasianalüsaator	*x*	Ei kohaldata	Ei kohaldata	2,0 % pt-st või 2,0 % mõõd.-st	1,0 % pt-st või 1,0 % mõõd.-st

▼M1

Mõõteseadmed	Mõõdetava koguse sümbol	Terviksüsteemi-tõusuaeg	Kirjete ajakohastamise sagedus	Mõõtetäpsus [a]	Korduvus [a]
Gravimeetriline tahkete osakeste kaal	m_{PM}	Ei kohaldata	Ei kohaldata	Vt punkt 9.4.11	0,5 µg
Inertsiaalne tahkete osakeste kaal	m_{PM}	5 s	1 Hz	2,0 % pt-st või 2,0 % mõõd.-st	1,0 % pt-st või 1,0 % mõõd.-st

[a] Täpsus ja korduvus on määratletud samade kogutud andmetega, nagu on kirjeldatud punktis 9.4.3, ja need põhinevad absoluutsetel väärtustel. „pt“ – üldine heite piirnormi puhul eeldatav keskmine väärtus; „maks.“ – suurim töötsükli jooksul heite piirnormi juures eeldatav väärtus, mitte mõõteseadme suurim ulatus; „mõõd.“ – töötsükli jooksul mõõdetud tegelik keskmine.

9.4.4. Mootori parameetrite ja ümbritsevate tingimuste mõõtmine

9.4.4.1. Pöörlemissageduse ja pöördemomendi andurid

9.4.4.1.1. Kasutamine

Mõõteseadmed, millega mõõdetakse töö sisendeid ja väljundeid mootori töö ajal, peavad vastama käesoleva punkti spetsifikatsioonidele. Soovitatav on kasutada tabeli 6.8 spetsifikatsioonidele vastavaid sensoreid, andureid ja mõõtureid. Süsteemid, millega mõõdetakse töö sisendeid ja väljundeid, peavad läbima punkti 8.1.4 kohase lineaarsuskontrolli.

9.4.4.1.2. Võlli töö

Töö ja võimsus arvutatakse punkti 9.4.4.1 kohaselt pöörlemissageduse ja pöördemomendi andurite väljundite põhjal. Pöörlemissageduse ja pöördemomendi mõõtmise süsteemid tervikuna peavad läbima punktide 8.1.7 ja 8.1.4 kohase kalibreerimise ja kontrolli.

Hoorattaga ühendatud komponentide, näiteks vedava võlli ja dünamomeetri rootori kiirendamise ja aeglustamise inertsist tekkinud pöördemomenti kompenseeritakse vastavalt vajadusele, järgides head inseneritava.

9.4.4.2. Rõhuandurid, temperatuurisensorid ja kastepunkti sensorid

Süsteemid, millega mõõdetakse rõhku, temperatuuri ja kastepunkti, peavad vastama punkti 8.1.7 kohasele kalibreerimisele.

Rõhuandurid paigutatakse reguleeritava temperatuuriga keskkonda või kompenseeritakse nende puhul temperatuurimuutusi kogu nende eeldatavas tööulatuses. Anduri materjalid peavad sobima mõõdetava vedeliku jaoks.

9.4.5. Vooluhulgaga seotud mõõtmised

Mis tahes tüüpi vooluhulgamõõturi (kütuse, sisselaskeõhu, lahjendamata või lahjendatud heitgaasi, proovi) puhul tuleb voolu vastavalt vajadusele konditsioneerida, et vältida keeriseid, pööriseid, ringvoolusid või voolu pulseerimist, mis mõjutaksid mõõturi mõõtetäpsust või korduvust. Mõne mõõturi puhul võib sel eesmärgil kasutada piisava pikkusega sirgeid torusid (näiteks pikkuses, mis võrdub toru vähemalt kümnekordse läbimõõduga) või spetsiaalselt kavandatud torulookeid, sirgestuskiile, avaga plaate (või kütuse vooluhulgamõõturi puhul pneumaatilisi pulsatsioonisummuteid), et mõõturist ülesvoolu saavutada stabiilne ja ennustatav kiirusprofiil.

▼M1

9.4.5.1. Kütusekulumõõtur

Kogu süsteem, millega mõõdetakse kütusevoolu, peab vastama punkti 8.1.8.1 kohasele kalibreerimisele. Igal kütusevoolu mõõtmisel tuleb arvestada kogu kütust, mis viiakse mootorist mööda või naaseb mootorist kütusemahutisse.

9.4.5.2. Sisselaskeõhu vooluhulgamõõtur

Süsteem, millega mõõdetakse sisselaskeõhu voolu, peab tervikuna vastama punkti 8.1.8.2 kohasele kalibreerimisele.

9.4.5.3. Lahjendamata heitgaasi vooluhulgamõõtur

9.4.5.3.1. Komponentidele esitatavad nõuded

Süsteem, millega mõõdetakse lahjendamata heitgaasi voolu, peab tervikuna vastama punkti 8.1.4 lineaarsusnõuetele. Iga lahjendamata heitgaasi vooluhulgamõõtur tuleb konstrueerida nii, et see kompenseeriks asjakohaselt muutusi lahjendamata heitgaasi termodünaamikas, voolus ja koostises.

9.4.5.3.2. Vooluhulgamõõturi reaktsiooniaeg

Et juhtida osavoolahjendussüsteemi selliselt, et see võtaks proportsionaalse lahjendamata heitgaasi proovi, peab vooluhulgamõõturil olema lühem reaktsiooniaeg, kui on osutatud tabelis 9.3. *Online*-juhtimisega osavoolahjendussüsteemi puhul peab vooluhulgamõõturi reaktsiooniaeg vastama punkti 8.2.1.2 spetsifikatsioonidele.

9.4.5.3.3. Heitgaasi jahutamine

Käesolevat punkti ei kohaldata sellise heitgaasijahutuse suhtes, mis tuleneb mootori konstruktsioonist, sealhulgas (kuid mitte ainult) vesijahutusega väljalasketorustikust või turboülelaaduritest.

Heitgaasi jahutamine vooluhulgamõõturist ülesvoolu on lubatud järgmiste piirangutega:

a) tahkete osakeste proove ei võeta jahutusest allavoolu;

b) kui heitgaasi puhul, mille temperatuur on üle 475 K (202 °C), langeb jahutamisel temperatuur alla 453 K (180 °C), ei võeta HC-proove jahutusest allavoolu;

c) kui jahutamine põhjustab vee kondenseerumist, ei võeta NO_x proove jahutusest allavoolu, välja arvatud juhul, kui jahuti läbib punkti 8.1.11.4 kohase toimivuskontrolli;

d) kui jahutamine põhjustab vee kondenseerumist enne voolu jõudmist vooluhulgamõõturisse, mõõdetakse vooluhulgamõõturi sisselaskeava juures kastepunkti T_{dew} ja rõhku p_{total}. Neid väärtusi kasutatakse heitearvutustes vastavalt VII lisale.

9.4.5.4. Lahjendusõhu ja lahjendatud heitgaasi vooluhulgamõõturid

9.4.5.4.1. Kasutamine

Lahjendatud heitgaasi vooluhulga hetkeväärtused või lahjendatud heitgaasi koguvool katsefaasi jooksul määratakse lahjendatud heitgaasi vooluhulgamõõturi abil. Lahjendamata heitgaasi vooluhulga või lahjendamata heitgaasi koguvoolu katsefaasi jooksul võib arvutada lahjendatud heitgaasi vooluhulgamõõturi ja lahjendusõhu mõõturi näitude erinevuse põhjal.

▼M1

9.4.5.4.2. Komponentidele esitatavad nõuded

Lahjendatud heitgaasi voolu mõõtmise süsteem tervikuna peab läbima punktides 8.1.8.4 ja 8.1.8.5 sätestatud kalibreerimise ja kontrollid. Kasutada võib järgmisi mõõtureid:

a) lahjendatud heitgaasi koguvoolust püsimahuproovivõtu (CVS) puhul võib kasutada üht kriitilise voolurežiimiga Venturi toru (CFV) või mitut paralleelselt asetatud kriitilise voolurežiimiga Venturi toru, mahtpumpa (PDP), eelhelikiirusega Venturi toru (SSV) või ultrahelivoolumõõturit (UFM). Koos ülesvoolu asuva soojusvahetiga toimib CFV või PDP ka passiivse vooluhulgaregulaatorina, hoides lahjendatud heitgaasi temperatuuri CVS-süsteemis konstantsena;

b) osavoolahjendussüsteemi (PFD) puhul võib kasutada mis tahes vooluhulgamõõturit koos mis tahes aktiivse voolureguleerimissüsteemiga, et säilitada heitgaasi koostisosade proportsionaalne proovivõtt. Proportsionaalse proovivõtu säilitamiseks võib reguleerida lahjendatud heitgaasi koguvoolu, ühte või mitut proovi voolu või nende voolude kombinatsiooni

Muude lahjendussüsteemide puhul võib kasutada laminaarvooluelementi, ultrahelivoolumõõturit, eelhelikiirusega Venturi toru, kriitilise voolurežiimiga Venturi toru või mitut paralleelselt seatud kriitilise voolurežiimiga Venturi toru, mahtpumpa, soojusmassi mõõturit, keskmistavat Pitot' toru või termoanemomeetreid.

9.4.5.4.3. Heitgaasi jahutamine

Heitgaasi võib jahutada lahjendatud heitgaasi vooluhulgamõõturist ülesvoolu, tingimusel et täidetakse järgmisi sätteid:

a) tahkete osakeste proove ei võeta jahutusest allavoolu;

b) kui heitgaasi puhul, mille temperatuur on üle 475 K (202 °C), langeb jahutamisel temperatuur alla 453 K (180 °C), ei võeta HC-proove jahutusest allavoolu;

c) kui jahutamine põhjustab vee kondenseerumist, ei võeta NO_x proove jahutusest allavoolu, välja arvatud juhul, kui jahuti läbib punkti 8.1.11.4 kohase toimivuskontrolli;

d) kui jahutamine põhjustab vee kondenseerumist enne voolu jõudmist vooluhulgamõõturisse, mõõdetakse vooluhulgamõõturi sisselaskeava juures kastepunkti T_{dew} ja rõhku p_{total}. Neid väärtusi kasutatakse heitearvutustes vastavalt VII lisale.

9.4.5.5. Proovi vooluhulgamõõtur perioodiliseks proovivõtuks

Proovi vooluhulgamõõturit kasutatakse perioodilise proovivõtu süsteemis võetud proovi vooluhulkade või koguvooluhulga määramiseks katsefaasi jooksul. Kahe vooluhulgamõõturi näitude erinevust võib kasutada lahjendustunnelisse siseneva proovi voolu arvutamiseks, näiteks tahkete osakeste mõõtmisel osavoolahjendussüsteemi või teise astme voolahjenduse abil Vooluhulkade vahe mõõtmise spetsifikatsioon, et saada proportsionaalne heitgaasiproov, on esitatud punktis 8.1.8.6.1 ning vooluhulkade vahe mõõteseadme kalibreerimine on sätestatud punktis 8.1.8.6.2.

Proovi vooluhulgamõõturi süsteem tervikuna peab vastama punkti 8.1.8 kohastele kalibreerimisnõuetele.

▼M1

9.4.5.6. Gaasijaotur

Gaasijaoturit võib kasutada kalibreerimisgaaside segamiseks.

Kasutatakse gaasijaoturit, mis segab gaase vastavalt punktile 9.5.1 ning katse ajal eeldatavatele kontsentratsioonidele. Kasutada võib kriitilise voolu gaasijaotureid, kapillaartoru-gaasijaotureid või termilise massivoolumõõturiga gaasijaotureid. Vajadusel tehakse korrektsioonid viskoossuse suhtes (kui gaasijaoturi sisemine tarkvara pole seda teinud), et tagada korrektne gaasijaotus. Gaasijaoturi süsteem peab läbima punktis 8.1.4.5 sätestatud lineaarsuskontrolli. Soovi korral võib segamisseadet kontrollida ka lineaarsel põhimõttel töötava mõõteseadmega, näiteks kasutades NO gaasi koos CLDga. Mõõteseadme mõõteulatus justeeritakse selle võrdlusgaasiga, mis juhitakse vahetult mõõteseadmesse. Gaasijaoturi seadistusi kontrollitakse ning nimiväärtust võrreldakse mõõteseadmega määratud kontsentratsiooniga.

9.4.6. CO ja CO_2 mõõtmine

Lahjendamata või lahjendatud heitgaasi CO ja CO_2 kontsentratsioonide mõõtmiseks perioodilise või pideva proovivõtu puhul kasutatakse mittehajusa infrapunakiirguse analüsaatorit (NDIR).

NDIR-põhine süsteem peab läbima punktis 8.1.8.1 sätestatud kalibreerimise ja kontrollid.

9.4.7. Süsivesinike mõõtmised

9.4.7.1. Leekionisatsioondetektor

9.4.7.1.1. Kasutamine

Süsivesinike kontsentratsioonide mõõtmiseks lahjendamata või lahjendatud heitgaasis perioodilise või pideva proovivõtu puhul kasutatakse leekionisatsioondetektorit (FID). Süsivesinike kontsentratsioon määratakse süsinikekvivalendi 1 (C_1) alusel. Kuumleekionisatsioondetektori analüsaatorite kõik heitgaasiga kokkupuutuvad pinnad tuleb hoida temperatuuril 464 ± 11 K (191 ± 11 °C). Maagaasil ja LPG-l töötavate sätesüütemootorite puhul võib süsivesinike analüsaatoriks olla kuumutuseta leekionisatsioondetektor (FID).

9.4.7.1.2. Komponentidele esitatavad nõuded

FID-põhine süsteem, millega mõõdetakse THCd, peab läbima kõik punkti 8.1.10 kohased süsivesinike mõõtmise kontrollid.

9.4.7.1.3. FID kütus ja põletusõhk

FID kütus ja põletusõhk peavad vastama punktis 9.5.1 esitatud spetsifikatsioonidele. FID kütus ja põletusõhk ei tohi enne FID analüsaatorisse sisenemist seguneda, tagamaks, et FID analüsaator töötab difusioonleegiga, mitte eelsegunenud leegiga.

9.4.7.1.4. Reserveeritud

9.4.7.1.5. Reserveeritud

9.4.7.2. Reserveeritud

9.4.8. NO_x mõõtmised

▼M1

NO_x mõõtmisteks on ette nähtud kaks mõõteseadet ja kasutada võib emba-kumba neist, tingimusel et see täidab vastavalt kas punkti 9.4.8.1 või punkti 9.4.8.2 kriteeriume. Punkti 5.1.1 kohasel kavandatavate alternatiivsete mõõtmismenetluste võrdlemisel kasutatakse võrdlusmenetlusena kemoluminestsentsdetektori menetlust.

9.4.8.1. Kemoluminestsentsdetektor

9.4.8.1.1. Kasutamine

NO_x kontsentratsiooni mõõtmiseks perioodilisel või pideval proovivõtul lahjendamata või lahjendatud heitgaasist kasutatakse NO_2-NO-konverteriga ühendatud kemoluminestsentsdetektorit (CLD).

9.4.8.1.2. Komponentidele esitatavad nõuded

CLD-süsteem peab läbima punktis 8.1.11.1 sätestatud summutuskontrolli. Kasutada võib HCLD-d või CLDd ning kasutada võib CLDd, mis töötab õhurõhul või vaakumiga.

9.4.8.1.3. NO_2-NO-konverter

Punkti 8.1.11.5 kontrolli läbinud sisemine või väline NO_2-NO-konverter paigaldatakse CLDst ülesvoolu ning kontrolli hõlbustamiseks konfigureeritakse konverter möödaviiguga.

9.4.8.1.4. Niiskuse mõju

Kõik CLD temperatuurid tuleb hoida sellised, millega välditakse vee kondenseerumist. Niiskuse eeldamiseks proovist CLDst ülesvoolu kasutatakse ühte järgmist konfiguratsiooni:

a) CLD ühendatakse allavoolu kuivatist või jahutist, mis asub allavoolu punkti 8.1.11.5 kontrolli läbinud NO_2-NO-konverterist;

b) CLD ühendatakse allavoolu punkti 8.1.11.4 kontrolli läbinud kuivatist või termojahutist.

9.4.8.1.5. Reaktsiooniaeg

CLD reaktsiooniaja parandamiseks võib kasutada HCLDd.

9.4.8.2. Mittehajusa ultraviolettkiirguse analüsaator

9.4.8.2.1. Kasutamine

Mittehajusa ultraviolettkiirguse analüsaatorit (NDUV) kasutatakse NO_x kontsentratsiooni mõõtmiseks perioodilisel või pideval proovivõtul lahjendamata või lahjendatud heitgaasist.

9.4.8.2.2. Komponentidele esitatavad nõuded

NDUV-süsteem peab läbima punktis 8.1.11.3 sätestatud kontrollid.

9.4.8.2.3. NO_2-NO-konverter

Kui NDUV analüsaatoriga mõõdetakse üksnes NO-d, paigaldatakse NDUV analüsaatorist ülesvoolu punkti 8.1.11.5 kontrolli läbinud sisemine või väline NO_2-NO-konverter. Selle kontrolli hõlbustamiseks konfigureeritakse konverter möödaviiguga.

▼**M1**

9.4.8.2.4. Niiskuse mõju

NDUV temperatuur tuleb hoida selline, millega välditakse vee kondenseerumist, välja arvatud juhul, kui kasutatakse ühte järgmist konfiguratsiooni:

a) NDUV ühendatakse allavoolu kuivatist või jahutist, mis asub allavoolu punkti 8.1.11.5 kohase kontrolli läbinud NO_2-NO-konverterist;

b) NDUV ühendatakse allavoolu punkti 8.1.11.4 kohase kontrolli läbinud kuivatist või termojahutist.

9.4.9. O_2 mõõtmine

O_2 kontsentratsioonide mõõtmiseks perioodilisel või pideval proovivõtul lahjendamata või lahjendatud heitgaasist kasutatakse paramagnetdetektorit (PMD) või magneetopneumaatilist detektorit (MPD).

9.4.10. Õhu ja kütuse suhte mõõtmine

Pideval proovivõtul võib lahjendamata heitgaasi õhu ja kütuse suhte mõõtmisel kasutada tsirkooniumanalüsaatorit (ZrO_2). O_2 mõõtmisi võib koos sisselaskeõhu või kütuse vooluhulga mõõtmistega kasutada heitgaasi vooluhulga arvutamiseks vastavalt VII lisale.

9.4.11. Tahkete osakeste mõõtmised gravimeetrilise kaaluga

Proovifiltrile kogutud tahkete osakeste netomassi kaalumiseks kasutatakse kaalu.

Kaalu minimaalne eraldusvõime peab olema võrdne tabelis 6.8 soovitatud 0,5-mikrogrammilise korduvusega või sellest väiksem. Kui kaalu puhul kasutatakse rutiinseks mõõtepiirkonna määramiseks ja lineaarsuse kontrollimiseks sisemisi kalibreerimisvihte, peavad kalibreerimisvihid vastama punkti 9.5.2 spetsifikatsioonidele.

Kaal konfigureeritakse oma asukohas optimaalsele siirdeajale ja stabiilsusele.

9.4.12. Ammoniaagi (NH_3) mõõtmine

Võib kasutada Fourier' teisendusega infrapunaanalüsaatorit (FTIR), NDUV- või laser-infrapunaanalüsaatorit vastavalt seadme tarnija juhistele.

9.5. Analüüsigaasid ja massistandardid

9.5.1. Analüüsigaasid

Analüüsigaasid peavad vastama käesoleva punkti täpsuse- ja puhtusespetsifikatsioonidele.

9.5.1.1. Gaaside spetsifikatsioonid

Arvestada tuleb järgmisi gaaside spetsifikatsioone:

a) kalibreerimisgaasidega segamiseks ja mõõteseadmete seadistamiseks kasutatakse puhastatud gaase, et saada kalibreerimise nullstandardaine puhul nullvaste. Kasutatakse gaase, mille saastatus gaasiballoonis või nullgaasi generaatori väljalaskeavas ei ole suurem kui järgmistest väärtustest suurim:

▼M1

i) 2 % saastet, mõõdetuna standardi kohaselt eeldatava keskmise kontsentratsiooni suhtes. Näiteks kui CO kontsentratsiooniks eeldatakse 100,0 µmol/mol, oleks lubatud kasutada nullgaasi, mille CO-saaste on 2,000 µmol/mol või väiksem;

ii) lahjendamata või lahjendatud heitgaasi mõõtmiste suhtes kohaldatav saaste piirnorm, mis on esitatud tabelis 6.9;

iii) lahjendamata heitgaasi mõõtmiste suhtes kohaldatav saaste piirnorm, mis on esitatud tabelis 6.10.

Tabel 6.9

Lahjendamata või lahjendatud heitgaasi mõõtmiste suhtes kohaldatavad saaste piirnormid (µmol/mol = ppm)

Komponent	Puhastatud sünteetiline õhk [a]	Puhastatud N_2 [a]
THC (C_1 ekvivalent)	≤ 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] Ei ole nõutav, et need puhtuseastmed tugineksid rahvusvahelistele ja/või riiklikele standarditele.

Tabel 6.10

Lahjendamata heitgaasi mõõtmiste suhtes kohaldatavad saaste piirnormid (µmol/mol = ppm)

Komponent	Puhastatud sünteetiline õhk [a]	Puhastatud N_2 [a]
THC (C_1 ekvivalent)	≤ 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] Ei ole nõutav, et need puhtuseastmed tugineksid rahvusvahelistele ja/või riiklikele standarditele.

b) FID analüsaatoriga kasutatakse järgmisi gaase:

i) kasutatakse FID kütust, mille H_2 kontsentratsioon on 0,39–0,41 mol/mol, täitegaasiks He või N_2. Segu ei tohi sisaldada üle 0,05 µmol/mol THCd;

▼**M1**

ii) kasutatakse käesoleva punkti alapunkti a puhastatud õhu spetsifikatsioonidele vastavat FID põletusõhku;

iii) FID nullgaas. Leekionisatsioondetektorid nullitakse käesoleva punkti alapunkti a spetsifikatsioonidele vastava puhastatud gaasiga; erandina võib puhastatud gaasi O_2 kontsentratsioon olla mis tahes väärtusega;

iv) FID võrdlusgaas – propaan. THC FID mõõteulatus määratakse ja seade kalibreeritakse propaani (C_3H_8) etalonkontsentratsioonidega. Kalibreerimine toimub süsinikekvivalendi 1 (C_1) alusel;

v) reserveeritud;

c) kasutatakse järgmisi gaasisegusid, kusjuures gaasid peavad ± 1,0 % täpsusega vastama rahvusvaheliste ja/või riiklike tunnustatud standardite tegelikule väärtusele või muudele heakskiidetud gaasistandarditele:

i) reserveeritud;

ii) reserveeritud;

iii) C_3H_8, täitegaasiks puhastatud sünteetiline õhk ja/või N_2 (vastavalt vajadusele);

iv) CO, täitegaasiks puhastatud N_2;

v) CO_2, täitegaasiks puhastatud N_2;

vi) NO, täitegaasiks puhastatud N_2;

vii) NO_2, täitegaasiks puhastatud sünteetiline õhk;

viii) O_2, täitegaasiks puhastatud N_2;

ix) C_3H_8, CO, CO_2, NO, täitegaasiks puhastatud N_2;

x) C_3H_8, CH_4, CO, CO_2, NO, täitegaasiks puhastatud N_2;

d) kasutada võib muude liikide gaase kui käesoleva punkti alapunktis c loetletud (näiteks metanool õhus, mida võib kasutada kalibreerimistegurite määramisel), tingimusel, et need vastavad ± 3,0 % täpsusega tunnustatud rahvusvaheliste ja/või riiklike standardite tegelikele väärtustele ning punkti 9.5.1.2 stabiilsusnõuetele;

e) täpse segamisseadme, näiteks gaasijaoturi abil võib genereerida oma kalibreerimisgaase, et lahjendada gaase puhastatud N_2-ga või puhastatud sünteetilise õhuga. Kui gaasijaoturid vastavad punkti 9.4.5.6 spetsifikatsioonidele ning segatavad gaasid käesoleva punkti alapunktide a ja c nõuetele, loetakse tulemuseks saadud segud punkti 9.5.1.1 nõuetele vastavaks.

9.5.1.2. Kontsentratsioon ja aegumistähtaeg

Normitud kalibreerimisgaasi kontsentratsioon ja selle aegumistähtaeg registreeritakse.

a) Normitud kalibreerimisgaasi ei tohi pärast selle aegumistähtaega kasutada, välja arvatud juhul, kui see on lubatud käesoleva punkti alapunktiga b.

▼**M1**

b) Kalibreerimisgaasid võib uuesti märgistada ja neid võib kasutada pärast nende aegumistähtaega, kui tüübikinnitusasutus on selle eelnevalt heaks kiitnud.

9.5.1.3. Gaaside ülekandmine

Gaasid kantakse nende allikast üle analüsaatoritesse komponentide abil, mis on ette nähtud üksnes nende gaaside reguleerimiseks ja ülekandmiseks.

Iga kalibreerimisgaasi säilitusajast tuleb kinni pidada. Kalibreerimisgaaside tootja poolt ettenähtud säilitusaja lõppemise kuupäev registreeritakse.

9.5.2. Massistandardid

Kasutatakse tahkete osakeste kaalu kalibreerimisvihte, mis on sertifitseeritud tunnustatud rahvusvahelistele ja/või riiklikele standarditele vastavatena 0,1 % hälbe piires. Kalibreerimisvihte võivad sertifitseerida kõik kalibreerimislaborid, kes järgivad tunnustatud rahvusvahelisi ja/või riiklikke standardeid. Tuleb tagada, et väikseima kalibreerimisvihi mass ei oleks suurem kui kasutamata tahkete osakeste proovivõtuvahendi kümnekordne mass. Kalibreerimisaruandes tuleb esitada ka vihtide tihedus.

▼M1

1. liide

Mõõteseadmed tahkete osakeste arvu mõõtmiseks heitgaasis

1. **Mõõtmiskatse käik**

1.1. Proovivõtt

Tahkete osakeste arvu heitkoguses mõõdetakse pideval proovivõtul kas käesoleva lisa punktis 9.2.3 kirjeldatud osavoolahjendussüsteemist või käesoleva lisa punktis 9.2.2 kirjeldatud täisvoolahjendussüsteemist.

1.1.1. Lahjendusõhu filtreerimine

Lahjendusõhk, mida kasutatakse heitgaasilahjendussüsteemis nii esimeses kui vajaduse korral ka teises lahjendusastmes, filtreeritakse läbi filtrite, mis vastavad artikli 1 lõikes 19 sätestatud kõrgefektiivse mikroosakeste õhufiltri (HEPA-filtri) nõuetele. Enne HEPA-filtrisse suunamist võib lahjendusõhku soovi korral puhastada söefiltriga, et vähendada ja stabiliseerida süsivesinike kontsentratsiooni selles. Enne HEPA-filtrit ja pärast söefiltrit, kui seda kasutatakse, on soovitatav paigaldada veel lisaks jämeosakeste filter.

1.2. Tahkete osakeste arvu määramiseks eraldatud proovivõtuvoolu kompenseerimine – täisvoolahjendussüsteem

Selleks et kompenseerida massivoolu, mis on eraldatud lahjendussüsteemist tahkete osakeste arvu määramiseks, suunatakse massivool pärast filtreerimist lahjendussüsteemi tagasi. Alternatiivina võib kogumassivoolu lahjendussüsteemis korrigeerida matemaatiliselt, võttes arvesse tahkete osakeste arvu määramiseks eraldatud proovivõtuvoolu. Kui tahkete osakeste arvu ja tahkete osakeste massi määramiseks vajalike proovide võtmisel lahjendussüsteemist eraldatud massivool kokku on väiksem kui 0,5 % kogu lahjendatud heitgaasivoolust lahjendustunnelis (med), võib korrigeerimisest või voolu tagasisuunamisest loobuda.

1.3. Tahkete osakeste arvu määramiseks eraldatud proovivõtuvoolu kompenseerimine – osavoolahjendussüsteem

1.3.1. Osavoolahjendussüsteemi korral peab proovi proportsionaalsuse kontrollimisel võtma arvesse tahkete osakeste arvu määramiseks lahjendussüsteemist eraldatud massivoolu. Selleks tuleb kas suunata tahkete osakeste arvu määramiseks eraldatud proovivõtuvool lahjendussüsteemi tagasi voolu mõõtmise seadmest ülesvoolu või teha matemaatiline korrektsioon vastavalt punktile 1.3.2. Täisproovivõtuga osavoolahjendussüsteemi puhul tehakse tahkete osakeste massi arvutustes korrektsioon ka osakeste arvu määramiseks eraldatud proovi massivoolu suhtes vastavalt punktile 1.3.3.

1.3.2. Proovi proportsionaalsuse kontrollimisel lähtutakse heitgaasi hetkevooluhulgast lahjendussüsteemis (qmp), mille korrigeerimiseks kasutatakse ühte järgmistest meetoditest:

a) kui tahkete osakeste arvu määramiseks eraldatud proovivõtuvool suunatakse süsteemist välja, asendatakse käesoleva lisa punktis 8.1.8.6.1 esitatud valem (6–20) valemiga (6–29):

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

▼M1

kus:

q_{mdew} on lahjendatud heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

q_{mdw} on lahjendusõhu massivooluhulk [kg/s]

q_{ex} on tahkete osakeste arvu määramiseks võetud proovi massivooluhulk [kg/s].

Osavoosüsteemi vooluregulaatorile edastatava q_{ex} signaali täpsus peab igal ajahetkel olema ± 0,1 % piires q_{mdew} väärtusest ning signaali edastamissagedus peab olema vähemalt 1 Hz;

b) kui tahkete osakeste arvu määramiseks eraldatud proovivõtuvool suunatakse osaliselt või täielikult süsteemist välja, kuid lahjendussüsteemi suunatakse voolumõõdikust ülesvoolu samaväärne vool, asendatakse käesoleva lisa punktis 8.1.8.6.1 esitatud valem (6–20) valemiga (6–30):

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

kus:

q_{mdew} on lahjendatud heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

q_{mdw} on lahjendusõhu massivooluhulk [kg/s]

q_{ex} on tahkete osakeste arvu määramiseks võetud proovi massivooluhulk [kg/s]

q_{sw} on tahkete osakeste arvu määramiseks võetud proovi väljasuunamise kompenseerimiseks lahjendustunnelisse suunatud õhu massivooluhulk [kg/s].

Osavoosüsteemi vooluregulaatorisse edastatavate q_{ex} ja q_{sw} väärtuste vahe täpsus peab igal ajahetkel jääma ± 0,1 % piiresse q_{mdew} väärtusest. Signaali(de) edastamise sagedus peab olema vähemalt 1 Hz.

1.3.3. Tahkete osakeste massi mõõtmistulemuse korrigeerimine

Kui täisproovivõtuga osavoolahjendussüsteemist eraldatakse tahkete osakeste arvu määramiseks proovivõtuvool, korrigeeritakse VII lisa punkti 2.3.1.1 kohaselt arvutatud tahkete osakeste massi (m_{PM}) järgmiselt, et võtta arvesse eraldatud voolu. Seda korrektsiooni kohaldatakse ka juhul, kui eraldatud vool suunatakse pärast filtreerimist osavoolahjendussüsteemi tagasi, nagu on esitatud valemis (6–31).

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

kus:

m_{PM} on VII lisa punkti 2.3.1.1 kohaselt määratud tahkete osakeste mass [g/katse]

m_{sed} on lahjendustunnelit läbiva lahjendatud heitgaasi kogumass [kg]

m_{ex} on tahkete osakeste arvu määramiseks vajaliku proovi võtmisel lahjendustunnelist eraldatud lahjendatud heitgaasi kogumass [kg].

1.3.4. Osavoolahjendussüsteemist võetud proovi proportsionaalsus

Et tahkete osakeste arvu mõõtmisel võtaks osavoolahjendussüsteem proovi, mis on proportsionaalne heitgaasi massivooluhulgaga, kasutatakse süsteemi juhtimisel heitgaasi massivooluhulka, mis on arvutatud ühel punktides 8.4.1.3 – 8.4.1.7 kirjeldatud meetodil. Proportsionaalsust tuleb kontrollida, kasutades proovi ja heitgaasivoo vahel regressioonanalüüsi vastavalt käesoleva lisa punktile 8.2.1.2.

1.3.5. Tahkete osakeste arvu kindlakstegemine

Tahkete osakeste arvu määramine ja arvutamine on sätestatud VII lisa 5. liites.

▼M1

2. **Mõõteseadmed**

2.1. Spetsifikatsioon

2.1.1. Süsteemi ülevaade

2.1.1.1. Tahkete osakeste proovivõtusüsteem koosneb proovivõtturist või proovivõtukohast, mis võtab käesoleva lisa punktis 9.2.2 või 9.2.3 kirjeldatud lahjendussüsteemis homogeenselt segunenud voolust proovi, tahkete osakeste loendurist ülesvoolu paigutatud lenduvate tahkete osakeste püüdurist ning sobivast ülekandetorustikust.

2.1.1.2. Soovitav on paigaldada lenduvate tahkete osakeste püüduri sisendi ette tahkete osakeste suuruse eelseparaator (nt tsüklon, inertsseparaator vms). Alternatiivina on eelseparaatorina lubatud siiski kasutada ka proovivõtturit, mis toimib sobiva tahkete osakeste suuruse eelseparaatorina, nagu näidatud joonisel 6.8. Osavoolahjendussüsteemis on lubatud kasutada tahkete osakeste massi ja arvu määramiseks vajalike proovide võtmisel sama eelseparaatorit, kui tahkete osakeste arvu proov võetakse lahjendussüsteemist eelseparaatorist allavoolu. Kui tahkete osakeste arvu määramiseks vajalikud proovid võetakse lahjendussüsteemist tahkete osakeste massi eelseparaatorist ülesvoolu, võib kasutada ka veel teist eelseparaatorit.

2.1.2. Üldnõuded

2.1.2.1. Tahkete osakeste proovivõtukoht peab asuma lahjendussüsteemis.

Proovivõtturi otsik või proovivõtukoht moodustab koos tahkete osakeste ülekandetoruga osakeste ülekandesüsteemi. Tahkete osakeste ülekandesüsteem suunab proovi lahjendustunnelist lenduvate tahkete osakeste püüduri sisendisse. Tahkete osakeste ülekandesüsteem peab vastama järgmistele tingimustele.

Täisvoolahjendussüsteemide ning käesoleva lisa punkti 9.2.3 kohaste osaproovivõtuga osavoolahjendussüsteemide puhul paigutatakse proovivõttur tunneli keskjoone lähedale, tunneli 10–20-kordse diameetri võrra gaasi sisendist allavoolu, suunaga vastu gaasivoolu tunnelis, ning otsiku teljed on paralleelsed lahjendustunneli telgedega. Proovivõttur paigutatakse lahjendustorusse selliselt, et proov võetakse lahjendusõhu ja heitgaasi homogeensest segust.

Käesoleva lisa punkti 9.2.3 kohase täisproovivõtuga osavoolahjendussüsteemi puhul paigutatakse proovivõtukoht või proovivõttur tahkete osakeste ülekandetorustikku tahkete osakeste filtri hoidikust, voolumõõdikust ja mis tahes hargnemiskohast või möödaviigust ülesvoolu. Proovivõtukoht või proovivõttur paigutatakse selliselt, et proov võetakse lahjendusõhu ja heitgaasi homogeensest segust. Tahkete osakeste proovivõtturi mõõtmed peavad olema sellised, et proovivõttur ei takistaks osavoolahjendussüsteemi toimimist.

Ülekandesüsteemi läbiv gaasiproov peab vastama järgmistele tingimustele:

a) täisvoolahjendussüsteemi puhul peab voolu Reynoldsi arv (Re) olema < 1 700;

b) osavoolahjendussüsteemi puhul peab voolu Reynoldsi arv (Re) ülekandetorus, st proovivõtturist või proovivõtukohast allavoolu, olema < 1 700;

▼M1

c) viibeaeg ülekandesüsteemis peab olema ≤ 3 sekundit.

d) Vastuvõetavaks loetakse ka ülekandesüsteemi muud proovivõtukonfiguratsioonid, mille puhul on võimalik tõestada samaväärset 30 nm suuruste tahkete osakeste läbivoolu.

e) Väljalasketoru, mis suunab lahjendatud proovi lenduvate tahkete osakeste püüdurist tahkete osakeste loenduri sisendisse, peab vastama järgmistele nõuetele:

f) selle siseläbimõõt peab olema ≥ 4 mm;

g) gaasiproovi viibeaeg väljalasketorus peab olema ≤ 0,8 sekundit.

h) Vastuvõetavaks loetakse ka väljalasketoru muud proovivõtukonfiguratsioonid, mille puhul on võimalik tõestada samaväärset 30 nm suuruste tahkete osakeste läbivoolu.

2.1.2.2. Lenduvate tahkete osakeste püüdur peab sisaldama seadet proovi lahjendamiseks ja lenduvate tahkete osakeste püüdmiseks.

2.1.2.3. Kõik lahjendamata või lahjendatud heitgaasiga kokkupuutuvad lahjendus- ja proovivõtusüsteemi osad alates heitgaasi väljalasketorust kuni tahkete osakeste loendurini peavad olema konstrueeritud nii, et tahkete osakeste sadestumine oleks võimalikult vähene. Kõik osad peavad olema valmistatud elektrit juhtivast materjalist, mis ei reageeri heitgaasi komponentidega, ning need peavad olema maandatud, et vältida elektrostaatilist toimet.

2.1.2.4. Tahkete osakeste proovivõtusüsteem peab olema kooskõlas aerosooli proovivõtu hea tavaga, millega nähakse ette, et tuleb vältida järske pööranguid ja muutusi ristlõikes, kasutada siledat sisepinda ja vähendada proovivõtutoru pikkust miinimumini. Ristlõike järkjärguline muutmine on lubatud.

2.1.3. Erinõuded

2.1.3.1. Enne tahkete osakeste loenduri läbimist ei tohi tahkete osakeste proov läbida pumpa.

2.1.3.2. Soovitatakse kasutada proovi eelseparaatorit.

2.1.3.3. Proovi ettevalmistamise seadeldis:

2.1.3.3.1. võimaldab näidist ühes või mitmes järgus lahjendada, et saavutada tahkete osakeste kontsentratsioon, mis ei ületaks tahkete osakeste loenduri üksikute osakeste loendusrežiimi ülemist mõõtepiiri, ning hoiab gaasi temperatuuri loenduri sisendis alla 308 K (35 °C);

2.1.3.3.2. sisaldab esialgset lahjendusõhu kuumutamise järku, millest väljudes on proovi temperatuur vahemikus ≥ 423 K (150 °C) ja ≤ 673 K (400 °C) ning lahjendustegur vähemalt 10;

2.1.3.3.3. hoiab kuumutamisetappidel nominaalset töötemperatuuri pidevalt punktis 2.1.4.3.2 nimetatud vahemikus, kusjuures lubatud tolerants on ± 10 °C. Annab märku sellest, kas kuumutamisetapis on ettenähtud töötemperatuur saavutatud või mitte;

2.1.3.3.4. tagab, et lenduvate tahkete osakeste püüduris ei oleks punkti 2.2.2.2 kohane tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendustegur ($f_r(d_i)$) tahkete osakeste puhul, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 30 nm ja 50 nm, vastavalt mitte üle 30 % ja 20 % suurem ning mitte üle 5 % väiksem, võrreldes tahkete osakestega, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 100 nm;

▼M1

2.1.3.3.5. tagab lisaks tetrakontaani ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) 30 nm suuruste tahkete osakeste aurustumise rohkem kui 99,0 % ulatuses, kui sisselaskekontsentratsioon on ≥ 10 000 tahket osakest cm^{-3} kohta; selleks tuleb tetrakontaani kuumutada ja vähendada selle osarõhku.

2.1.3.4. Tahkete osakeste loendur:

2.1.3.4.1. toimib täisvoo töötingimustel;

2.1.3.4.2. tagab kooskõlas jälgitava standardiga vahemikus 1 tahke osake/cm^{-3} kuni tahkete osakeste loenduri üksikute osakeste loendusrežiimi ülemise mõõtepiirini loendustäpsuse ± 10 %. Kui kontsentratsioon on alla 100 cm^{-3}, võib nõuda mõõtmisi, mis on keskmistatud pikemate proovivõtuperioodide kaupa, et näidata tahkete osakeste loenduri täpsust kõrgel statistilise usaldusväärsuse tasemel;

2.1.3.4.3. selle lugemi täpsus peab olema vähemalt 0,1 osakest/cm^{-3}, kui kontsentratsioon on alla 100 cm^{-3};

2.1.3.4.4. annab lineaarse tulemuse tahkete osakeste kontsentratsiooni kohta kogu üksikute osakeste loendusrežiimi mõõtepiirkonnas;

2.1.3.4.5. edastab mõõteandmeid sagedusel vähemalt 0,5 Hz;

2.1.3.4.6. tagab, et mõõdetud kontsentratsiooni puhul on reaktsiooniaeg alla 5 sekundi;

2.1.3.4.7. sisaldab juhuslikkuse korrigeerimise funktsiooni, mille korrektsioon on kuni 10 %, ning võib kasutada punktis 2.2.1.3 kirjeldatud sisemise kalibreerimise tegurit, kuid loendustõhususe korrigeerimiseks või määramiseks ei tohi kasutada ühtki muud algoritmi;

2.1.3.4.8. tagab tahkete osakeste puhul, mille läbimõõt on 23 nm (± 1 nm), 50 % (± 12 %) loendustõhususe ning tahkete osakeste puhul, mille läbimõõt on 41 nm (± 1 nm), > 90 % loendustõhususe. Loendustõhususe võib saavutada sisemiste (nt instrumendi konfiguratsioon) või väliste (nt suuruse eelseparaator) vahenditega.

2.1.3.4.9. Kui tahkete osakeste loenduris kasutatakse vedelikku, vahetatakse seda seadme tootja poolt kindlaksmääratud sagedusega.

2.1.3.5. Kui punktis, kus kontrollitakse voolukiirust tahkete osakeste loenduris, ei hoita püsivat rõhku ja/või temperatuuri, tuleb neid mõõta tahkete osakeste loenduri sisendis ning edastada tahkete osakeste kontsentratsiooni korrigeerimiseks standardtingimustele vastavaks.

2.1.3.6. Viibeaeg tahkete osakeste ülekandesüsteemis, lenduvate tahkete osakeste püüduris ja väljalasketorus ning tahkete osakeste loenduri reaktsiooniaeg ei tohi kokku kesta kauem kui 20 s.

2.1.3.7. Kogu tahkete osakeste proovivõtusüsteemi (ülekandesüsteem, lenduvate tahkete osakeste püüdur, väljalasketoru ja tahkete osakeste loendur) ülekandeaeg määratakse aerosooli pihustamisega otse ülekandesüsteemi sisendi juures. Aerosooli pihustatakse vähem kui 0,1 sekundi jooksul. Katses kasutatav aerosool peaks muutma kontsentratsiooni vähemalt 60 % skaala täisväärtusest.

Kontsentratsioonijälg salvestatakse. Tahkete osakeste kontsentratsiooni ja heitgaasivoolu signaalide aja vastavusseviimiseks määratletakse ülekandeaeg ajana, mis kulub ümberlülitushetkest (t_0) reageeringu näidu jõudmiseni 50 %-ni lõppnäidust (t_{50}).

▼M1

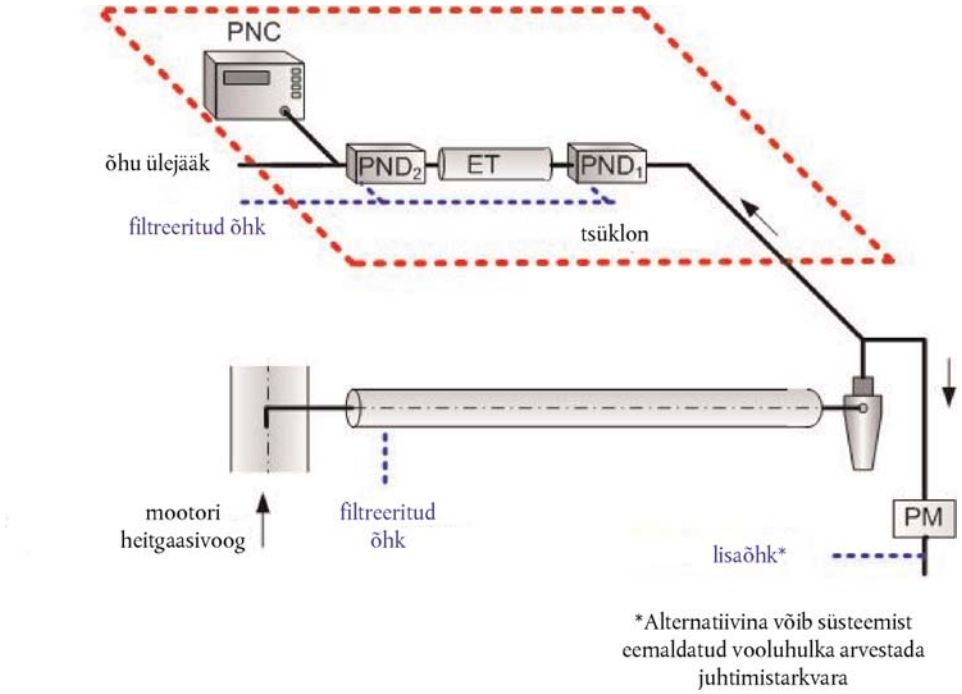
2.1.4. Soovitatava süsteemi kirjeldus

Käesolevas punktis kirjeldatakse soovituslikku tahkete osakeste arvu mõõtmise viisi. Samas võib kasutada kõiki süsteeme, mis vastavad punktides 2.1.2 ja 2.1.3 esitatud spetsifikatsioonidele.

Joonistel 6.9 ja 6.10 on esitatud skeemid tahkete osakeste proovivõtusüsteemi soovitusliku konfiguratsiooni kohta osavoo- ja täisvoolahjendussüsteemi puhul.

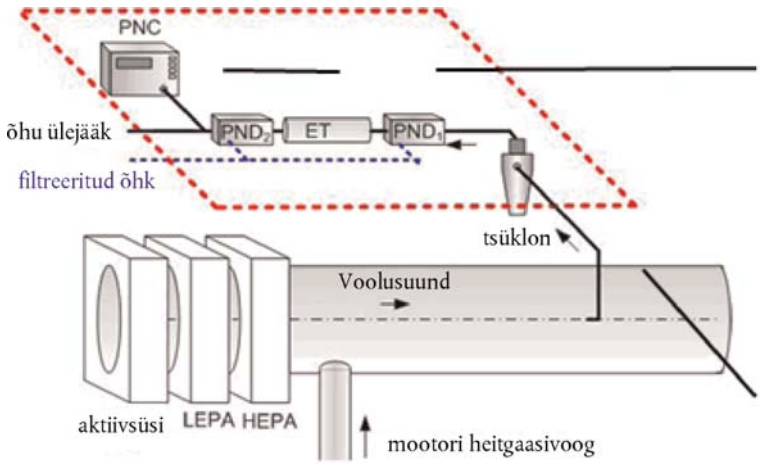
Joonis 6.9

Soovitusliku tahkete osakeste proovivõtusüsteemi skeem: osavoolahjendussüsteem



Joonis 6.10

Soovitusliku tahkete osakeste proovivõtusüsteemi skeem: täisvoolahjendussüsteem



▼M1

2.1.4.1. Proovivõtusüsteemi kirjeldus

Tahkete osakeste proovivõtusüsteem koosneb lahjendussüsteemi avanevast proovivõtturi otsikust või proovivõtukohast, tahkete osakeste ülekandetorust, tahkete osakeste eelseparaatorist ja lenduvate tahkete osakeste püüdurist, mis on paigaldatud tahkete osakeste kontsentratsioonimõõturist ülesvoolu. Lenduvate tahkete osakeste püüdur peab sisaldama seadet proovi lahjendamiseks (tahkete osakeste kontsentratsiooni lahjendid PND_1 ja PND_2) ja tahkete osakeste aurustamiseks (aurustumistoru, ET). Proovivõttur või proovivõtukoht gaasivoost proovi võtmiseks peab asuma lahjendustorus selliselt, et gaasivoo representatiivne proov võetaks lahjendusõhu ja heitgaasi homogeensest segust. Viibeaeg süsteemis ning tahkete osakeste loenduri reaktsiooniaeg ei tohi kokku kesta kauem kui 20 s.

2.1.4.2. Tahkete osakeste ülekandesüsteem

Proovivõtturi otsik või proovivõtukoht moodustab koos tahkete osakeste ülekandetoruga osakeste ülekandesüsteemi. Tahkete osakeste ülekandesüsteem suunab proovi lahjendustunnelist tahkete osakeste kontsentratsiooni esimese lahjendi sisendisse. Tahkete osakeste ülekandesüsteem peab vastama järgmistele tingimustele.

Täisvoolahjendussüsteemide ning käesoleva lisa punkti 9.2.3 kohaste osaproovivõtuga osavoolahjendussüsteemide puhul paigutatakse proovivõttur tunneli keskjoone lähedale, tunneli 10–20-kordse diameetri võrra gaasi sisendist allavoolu, suunaga vastu gaasivoolu tunnelis, ning otsiku teljed on paralleelsed lahjendustunneli telgedega. Proovivõttur paigutatakse lahjendustorusse selliselt, et proov võetakse lahjendusõhu ja heitgaasi homogeensest segust.

Käesoleva lisa punkti 9.2.3 kohase täisproovi võtmisel osavoolahjendussüsteemist paigutatakse proovivõtukoht tahkete osakeste ülekandetorustikku osakeste filtri hoidikust, voolukiiruse mõõdikust ja mis tahes hargnemiskohast või möödaviigust ülesvoolu. Proovivõtukoht või proovivõttur paigutatakse selliselt, et proov võetakse lahjendusõhu ja heitgaasi homogeensest segust.

Ülekandesüsteemi läbiv gaasiproov peab vastama järgmistele tingimustele:

voolu Reynoldsi arv (Re) peab olema $< 1\,700$;

viibeaeg ülekandesüsteemis peab olema ≤ 3 sekundit.

Vastuvõetavaks loetakse ka ülekandesüsteemi muud proovivõtukonfiguratsioonid, mille puhul on võimalik tõestada elektrilise liikuvuse läbimõõduga 30 nm tahkete osakeste samaväärset läbivoolu.

Väljalasketoru, mis suunab lahjendatud proovi lenduvate tahkete osakeste püüdurist tahkete osakeste loenduri sisendisse, peab vastama järgmistele nõuetele:

selle siseläbimõõt peab olema ≥ 4 mm;

gaasiproovi viibeaeg väljalasketorus peab olema $\leq 0{,}8$ sekundit.

▼M1

Vastuvõetavaks loetakse ka väljalasketoru muud proovivõtukonfiguratsioonid, mille puhul on võimalik tõestada elektrilise liikuvuse läbimõõduga 30 nm tahkete osakeste samaväärset läbivoolu.

2.1.4.3. Tahkete osakeste eelseparaator

Soovituste kohaselt paigutatakse tahkete osakeste eelseparaator lenduvate tahkete osakeste püüdurist ülesvoolu. Tahkete osakeste heitkoguse proovi võtmiseks valitud vooluhulga juures peab eelseparaator eraldama 50 % tahketest osakestest, mille läbimõõt on vahemikus 2,5–10 μm. Tahkete osakeste heitkoguse proovi võtmiseks valitud vooluhulga juures peab 1 μm suuruste tahkete osakeste massikontsentratsioonist, mis eelseparaatorisse suunatakse, vähemalt 99 % eelseparaatorist väljuma. Osavoolahjendussüsteemis on lubatud kasutada tahkete osakeste massi ja arvu proovide võtmisel sama eelseparaatorit, kui tahkete osakeste arvu proov võetakse lahjendussüsteemist eelseparaatorist allavoolu. Kui tahkete osakeste arvu määramiseks vajalikud proovid võetakse lahjendussüsteemist tahkete osakeste massi eelseparaatorist ülesvoolu, võib kasutada ka veel teist eelseparaatorit.

2.1.4.4. Lenduvate tahkete osakeste püüdur (VPR)

Lenduvate tahkete osakeste püüdur koosneb järjestikku ühendatud esimesest tahkete osakeste lahjendist (PND_1), aurustumistorust ja teisest tahkete osakeste lahjendist (PND_2). Sellise lahjendamise eesmärk on vähendada tahkete osakeste kontsentratsiooni proovides, et see oleks tahkete osakeste kontsentratsiooni loendurisse sisenedes väiksem kui üksikute osakeste loendusrežiimi ülemine mõõtepiir, ning vähendada kristallisatsioonikeskmete teket proovis. Lenduvate tahkete osakeste püüdur annab teavet, kas PND_1 ja aurustumistoru on saavutanud ettenähtud töötemperatuuri või mitte.

Püüdur peab tagama tetrakontaani ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) 30 nm suuruste tahkete osakeste aurustumise rohkem kui 99,0 % ulatuses, kui sisselaskekontsentratsioon on ≥ 10 000 tahket osakest cm^{-3} kohta; selleks tuleb tetrakontaani kuumutada ja vähendada selle osarõhku. Lisaks tuleb tagada, et lenduvate tahkete osakeste püüduris oleks tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendustegur (f_r) tahkete osakeste puhul, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 30 nm ja 50 nm, vastavalt mitte üle 30 % ja 20 % suurem ning mitte üle 5 % väiksem, võrreldes tahkete osakestega, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 100 nm.

2.1.4.4.1. Esimene tahkete osakeste kontsentratsiooni lahjendi (PND_1)

Esimene seade peab olema ette nähtud spetsiaalselt tahkete osakeste kontsentratsiooni lahjendamiseks ning selle (seina)temperatuur peab töötamise ajal olema 423–673 K (150–400 °C). Seinatemperatuuri seadepunkti hoitakse pidevalt nominaalsel töötemperatuuril nimetatud vahemikus (tolerantsiga ± 10 °C) ning see ei tohi ületada aurustumistoru seinatemperatuuri (punkt 2.1.4.4.2). Lahjendis tuleks kasutada HEPA-filtri läbinud lahjendusõhku ning lahjendi lahjendustegur peaks olema 10–200.

2.1.4.4.2. Aurustumistoru (ET)

Aurustumistoru seinatemperatuur peab kogu toru pikkuses olema osakeste kontsentratsiooni esimese lahjendi seinatemperatuuriga võrdne või kõrgem ning seinatemperatuuri hoitakse fikseeritud nominaalsel töötemperatuuril vahemikus 300–400 °C (tolerantsiga ± 10 °C).

▼M1

2.1.4.4.3. Teine tahkete osakeste kontsentratsiooni lahjendi (PND_2)

PND_2 peab olema ette nähtud spetsiaalselt tahkete osakeste kontsentratsiooni lahjendamiseks. Lahjendis kasutatakse HEPA-filtri läbinud lahjendusõhku ning lahjendi ühekordse lahjenduse tegur peab püsima vahemikus 10–30. PND_2 lahjendustegur valitakse vahemikus 10–15, et tahkete osakeste kontsentratsioon teisest lahjendist allavoolu oleks väiksem kui tahkete osakeste loenduri üksikute osakeste loendusrežiimi ülemine mõõtepiir ning gaasi temperatuur enne loendurisse sisenemist oleks alla 35 °C.

2.1.4.5. Tahkete osakeste loendur (PNC)

Tahkete osakeste loendur peab vastama punktis 2.1.3.4 esitatud nõuetele.

2.2. Tahkete osakeste proovivõtusüsteemi kalibreerimine ja valideerimine ([1])

2.2.1. Tahkete osakeste loenduri kalibreerimine

2.2.1.1. Tehniline teenistus peab tagama tahkete osakeste loenduri kalibreerimistunnistuse olemasolu, mis kinnitab selle vastavust jälgitavatele standarditele 12 kuu jooksul enne heitekatset.

2.2.1.2. Pärast iga suuremat hooldust tuleb tahkete osakeste loendur uuesti kalibreerida ja väljastada uus kalibreerimistunnistus.

2.2.1.3. Kalibreerimine peab vastama kalibreerimise standardmeetodile:

a) võrreldakse kalibreeritava tahkete osakeste loenduri tulemust kalibreeritud aerosool-elektromeetri omaga, võttes üheaegselt proove ka elektrostaatiliselt fraktsioneeritud kalibreerimisosakestest; või

b) võrreldakse kalibreeritava tahkete osakeste loenduri tulemust muu tahkete osakeste loenduri tulemusega, mida on kalibreeritud eespool kirjeldatud meetodi kohaselt.

Elektromeetri puhul peab kalibreerimisel kasutama vähemalt kuut standardset kontsentratsiooni, mille korral oleks tahkete osakeste loenduri mõõtepiirkond kaetud võimalikult ühtlaselt. Kõnealused kontsentratsioonid peavad hõlmama nominaalset nullkontsentratsiooni, mis saavutatakse vähemalt standardi EN 1822:2008 klassi H13 kuuluvate või samaväärse tõhususega HEPA filtrite ühendamisel iga seadme sisendiga. Kui tahkete osakeste loenduri kalibreerimisel ei kohaldata kalibreerimistegurit, võib mõõdetud kontsentratsioon iga kasutatud kontsentratsiooni (välja arvatud nullkontsentratsiooni) korral erineda standardkontsentratsioonist ± 10 %, vastasel korral kalibreeritav tahkete osakeste loendur ei kvalifitseeru. Arvutatakse kahe andmekogumi lineaarse regressiooni gradient ja see registreeritakse. Kalibreeritava tahkete osakeste loenduri suhtes kohaldatakse kalibreerimistegurit, mis on pöördvõrdeline gradiendiga. Näitude lineaarsus arvutatakse kahe andmekogumi Pearsoni korrelatsioonikoefitsiendina (R^2) ning see peab olema vähemalt 0,97. Nii gradiendi kui ka R^2 arvutamisel pannakse lineaarse regressiooni sirge läbi koordinaatide alguspunkti (nullkontsentratsioon mõlemal seadmel).

([1]) Kalibreerimise ja valideerimise näidismeetodid on kättesaadavad aadressil www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp

▼M1

Tahkete osakeste etalonloenduri puhul tuleb kalibreerimisel kasutada vähemalt kuut standardset kontsentratsiooni tahkete osakeste loenduri mõõtepiirkonnas. Vähemalt kolm kontsentratsiooni peavad olema väiksemad kui 1 000 cm^{-3}, ülejäänud kontsentratsioonid peavad paiknema lineaarselt 1 000 cm^{-3} ja loenduri üksikute osakeste loendusrežiimi ülemise mõõtepiiri vahel. Kõnealused kontsentratsioonid peavad hõlmama nominaalset nullkontsentratsiooni, mis saavutatakse vähemalt standardi EN 1822:2008 klassi H13 kuuluvate või võrdväärse tõhususega HEPA filtrite ühendamisel iga seadme sisendiga. Kui tahkete osakeste loenduri kalibreerimisel ei kohaldata kalibreerimistegurit, võib mõõdetud kontsentratsioon iga kasutatud kontsentratsiooni (välja arvatud nullkontsentratsiooni) korral erineda standardkontsentratsioonist ± 10 %, vastasel korral kalibreeritav tahkete osakeste loendur ei kvalifitseeru. Arvutatakse kahe andmekogumi lineaarse regressiooni gradient ja see registreeritakse. Kalibreeritava tahkete osakeste loenduri suhtes kohaldatakse kalibreerimistegurit, mis on pöördvõrdeline gradiendiga. Näitude lineaarsus arvutatakse kahe andmekogumi Pearsoni korrelatsioonikoefitsiendina (R^2) ning see peab olema vähemalt 0,97. Nii gradiendi kui ka R^2 arvutamisel pannakse lineaarse regressiooni sirge läbi koordinaatide alguspunkti (nullkontsentratsioon mõlemal seadmel).

2.2.1.4. Kalibreerimisel tuleb kontrollida ka vastavust punktis 2.1.3.4.8 sätestatud nõuetele, mis käsitlevad tahkete osakeste loenduri tõhusust selliste tahkete osakeste avastamisel, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt of 23 nm. Loenduri loendustõhusust tahkete osakeste puhul, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 41 nm, ei ole vaja kontrollida.

2.2.2. Lenduvate tahkete osakeste püüduri kalibreerimine ja valideerimine

2.2.2.1. Lenduvate tahkete osakeste püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendustegureid kõikide lahjendusastmete puhul seadme kinnitatud nominaalsete töötemperatuuride juures kalibreeritakse uue seadme puhul ja pärast iga suuremat hooldust. Püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendusteguri perioodilise valideerimise nõue hõlmab vaid selle kontrollimist ühelainsal seadistusel, mida tavaliselt kasutatakse mõõtmiste puhul väljaspool teid kasutatavatel liikurmasinatel, mis on varustatud diislikütuse tahkete osakeste filtriga. Tehniline teenistus peab tagama lenduvate tahkete osakeste püüduri kalibreerimis- või valideerimistunnistuse olemasolu, mis kinnitab selle vastavust 6 kuu jooksul enne heitekatset. Kui lenduvate tahkete osakeste püüdur on varustatud temperatuuriandurite, võib valideerimiste vahe olla 12 kuud.

Lenduvate tahkete osakeste püüdurit iseloomustatakse tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendusteguri järgi selliste tahkete osakeste puhul, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 30 nm, 50 nm ja 100 nm. Lenduvate tahkete osakeste püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendustegurid ($f_r(d)$) tahkete osakeste puhul, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 30 nm ja 50 nm, peavad olema vastavalt mitte üle 30 % ja 20 % suuremad ning mitte üle 5 % väiksemad, võrreldes tahkete osakestega, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 100 nm. Valideerimiseks peab tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendusteguri keskväärtus olema ± 10 % lenduvate tahkete osakeste püüduri esmase kalibreerimise käigus määratud tahkete osakeste kontsentratsiooni keskmisest vähendustegurist ($\overline{f_r}$).

2.2.2.2. Mõõtmisel kasutatav aerosool peab sisaldama tahkeid osakesi, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on 30 nm, 50 nm ja 100 nm, ning tahkete osakeste miinimumkontsentratsioon lenduvate tahkete osakeste püüduri sisendis peab olema 5000 tahket osakest cm^{-3} kohta. Tahkete osakeste kontsentratsiooni tuleb mõõta seadeldistest nii üles- kui ka allavoolu.

▼**M1**

Tahkete osakeste kontsentratsiooni vähendustegur ($f_r(d_i)$) arvutatakse tahkete osakeste kõikide suuruste puhul valemi (6–32) järgi:

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

kus:

$N_{in}(d_i)$ on läbimõõduga d_i tahkete osakeste kontsentratsioon ülesvoolu;

$N_{out}(d_i)$ on läbimõõduga d_i tahkete osakeste kontsentratsioon allavoolu;

d_i on tahkete osakeste elektrilise liikuvuse läbimõõt (30, 50 või 100 nm).

$N_{in}(d_i)$ ja $N_{out}(d_i)$ väärtused korrigeeritakse samadele tingimustele vastavaks.

Tahkete osakeste kontsentratsiooni keskmine vähendustegur ($\overline{f_r}$) konkreetse lahjendusseadistuse korral arvutatakse valemi (6–33) põhjal:

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

Lenduvate tahkete osakeste püüdurit on soovitatav kalibreerida ja valideerida tervikliku üksusena.

2.2.2.3. Tehniline teenistus peab tagama lenduvate tahkete osakeste püüduri valideerimistunnistuse olemasolu, mis kinnitab seadme lenduvate tahkete osakeste püüdmise tõhusust 6 kuu jooksul enne heitekatset. Kui lenduvate tahkete osakeste püüdur on varustatud temperatuuriandduritega, võib valideerimiste vahe olla 12 kuud. Sisselaskekontsentratsiooni puhul ≥ 10 000 tahket osakest cm^{-3} kohta peab lenduvate tahkete osakeste püüdur kõrvaldama tetrakontaani ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) tahked osakesed, mille elektrilise liikuvuse läbimõõt on vähemalt 30 nm, minimaalse lahjendusseadistuse korral ja tootja soovitatud töötemperatuuril rohkem kui 99,0 % ulatuses.

2.2.3. Tahkete osakeste arvu mõõtesüsteemi kontrollimismenetlus

2.2.3.1. Enne iga katset peab tahkete osakeste loendur andma mõõtetulemuseks vähem kui 0,5 tahket osakest cm^{-3} kohta, kui tahkete osakeste proovivõtusüsteemi (tahkete osakeste loendur ja lenduvate tahkete osakeste püüdur) sisendiga on ühendatud vähemalt standardi EN 1822:2008 klassi H13 kuuluv või samaväärse tõhususega HEPA filter.

2.2.3.2. Igakuisel kontrollimisel võib tahkete osakeste loenduris mõõdetud vool erineda kalibreeritud vooluhulgamõõturiga kontrollimisel saadud tahkete osakeste loenduri nominaalsest vooluhulgast 5 %.

2.2.3.3. Igapäevasel kontrollimisel, kui tahkete osakeste loenduri sisendiga on ühendatud standardi EN 1822:2008 klassi H13 kuuluva või samaväärse tõhususega HEPA filter, peab tahkete osakeste loendur näitama kontsentratsiooniks ≤ 0,2 cm^{-3}. Filtri eemaldamisel peab tahkete osakeste loendur näitama kontsentratsiooni suurenemist vähemalt kuni 100 tahke osakeseni cm^{-3} kohta, kui loendurisse suunatakse välisõhk, ning vähenema taas tasemele ≤ 0,2 cm^{-3}, kui HEPA filter asetatakse uuesti kohale.

2.2.3.4. Enne iga katset tuleb veenduda, et mõõtesüsteem näitab, et aurustumistoru, kui see on süsteemi lisatud, on saavutanud ettenähtud töötemperatuuri.

2.2.3.5. Enne iga katset tuleb veenduda, et mõõtesüsteem näitab, et lahjendi PND_1 on saavutanud ettenähtud töötemperatuuri.

▼**M1**

2. liide

Seadmete ja lisaseadmete paigaldusnõuded

Number	Seadmed ja lisaseadmed	Paigaldatakse heitekatseks
1	Sisselaskesüsteem	
	Sisselasketorustik	Jah
	Karterist eralduva heite kontrolli süsteem	Jah
	Õhukulumõõtur	Jah
	Õhufilter	Jah (a)
	Sisselaskesummuti	Jah (a)
2	Heitgaasisüsteem	
	Heitgaasi järeltöötlussüsteem	Jah
	Väljalasketorustik	Jah
	Ühendustorud	Jah (b)
	Summuti	Jah (b)
	Summutitoru	Jah (b)
	Mootorpidur	Ei (c)
	Ülelaadur	Jah
3	Kütusepump	Jah (d)
4	Kütuse sissepritseseadmed	
	Eelfilter	Jah
	Filter	Jah
	Pump	Jah
5	Kõrgrõhutoru	Jah
	Pihusti	Jah
	Elektrooniline juhtseade, andurid jne	Jah
	Regulaator/juhtimissüsteem	Jah
	Pumbalati täiskoormuse automaatpiiraja sõltuvalt atmosfääritingimustest	Jah
6	Vedelikjahutusseadmed	
	Radiaator	Ei
	Ventilaator	Ei
	Ventilaatorikate	Ei
	Veepump	Jah (e)
	Termostaat	Jah (f)
7	Õhkjahutus	
	Kate	Ei (g)
	Ventilaator või puhur	Ei (g)
	Temperatuuriregulaator	Ei

▼M1

Number	Seadmed ja lisaseadmed	Paigaldatakse heitekatseks
8	Ülelaadeseadmed	
	Kompressor, mis töötab otseselt mootori ja/või heitgaasisüsteemi jõul	Jah
	Õhu vahejahuti	Jah ([g]) ([h])
	Jahutusvedeliku pump või ventilaator (töötab mootori jõul)	Ei ([g])
	Jahutusvedeliku termostaat	Jah
9	Katsestendi abiventilaator	Jah, vajaduse korral
10	Saastetõrjeseade	Jah
11	Käivitusseadmed	Jah või katsestendi seadmed ([i])
12	Määrdeõli pump	Jah
13	Katse ajaks eemaldatakse teatavad lisaseadmed, mis on seotud väljaspool teid kasutatava liikurmasina käitamisega ja mida võib paigaldada mootorile. Näitena on esitatud järgmine mittetäielik loetelu: i) pidurite õhkkompressor ii) roolivõimendi kompressor iii) vedrustuse kompressor iv) kliimaseade.	Ei

([a]) Täielik sisselaskesüsteem paigaldatakse ettenähtud rakenduse jaoks kindlaksmääratud viisil:
i) kui sellel võib olla märgatav mõju mootori võimsusele;
ii) kui tootja seda nõuab.
Muudel juhtudel võib kasutada samaväärset süsteemi, mispuhul tuleks katse käigus kontrollida, et rõhk sisselasketorustikus ei erineks tootja kindlaksmääratud kõrgeimast rõhust puhta õhufiltri korral rohkem kui 100 Pa võrra.

([b]) Terviklik väljalaskesüsteem paigaldatakse ettenähtud rakenduseks sobival viisil:
i) kui sellel võib olla märgatav mõju mootori võimsusele;
ii) kui tootja seda nõuab.
Muudel juhtudel võib paigaldada samaväärse süsteemi, eeldusel et mõõdetud rõhk ei erine tootja ettenähtud kõrgeimast rõhust rohkem kui 1 000 Pa võrra.

([c]) Kui mootoril on mootorpidur, peab seguklapp olema fikseeritud täiesti avatud asendisse.

([d]) Kütuse toiterõhku võib vajaduse korral muuta, et saada teatavas mootori rakenduses esinev rõhk (eelkõige kütusetagastussüsteemi kasutamise korral).

([e]) Jahutusvedeliku ringlust võib juhtida ainult mootori veepump. Vedeliku jahutamine võib toimuda välise ringluse teel, nii et välise ringluse rõhukadu ja rõhk pumba sisselaskeava juures jäävad ligikaudu samaks kui mootori jahutussüsteemis.

([f]) Termostaadi võib fikseerida täiesti avatud asendisse.

([g]) Kui katseks paigaldatakse mootorile jahutusventilaator või -puhur, lisatakse nende kasutatav võimsus arvutustulemustele, välja arvatud juhul, kui jahutusventilaatorid paigaldatakse õhkjahutusega mootorite korral otse väntvõllile. Ventilaatori või puhuri võimsus määratakse katse ajal rakendatavate pöörlemissageduste juures kas standardnäitajatel põhinevate arvutuste või praktiliste katsete teel.

([h]) Õhu vahejahutiga mootoreid katsetatakse õhu vahejahutiga, olenemata sellest, kas jahuti toimib vedeliku või õhuga, kuid tootja soovil võib õhuga toimiva jahuti asendada katsestendi süsteemiga. Mõlemal juhul mõõdetakse võimsust kõikidel pöörlemissagedustel nii, et mootoriõhu suurim rõhukadu ja väikseim temperatuurikadu katsestendi süsteemi vahejahutis vastavad tootja ettenähtud näitajatele.

([i]) Elektriliste või muude käivitussüsteemide toide saadakse katsestendist.

▼M1

3. liide

Elektroonilise kontrollploki edastatava pöördemomendi signaali kontrollimine

1. **Sissejuhatus**

Käesoleva liite otstarve on sätestada kontrollinõuded puhuks, kui tootja kavatseb kasutada elektroonilise kontrollploki (ECU) edastatavat pöördemomendi signaali, et kasutusel olevate mootorite seirekatsete käigus kontrollida sellise plokiga varustatud mootoreid vastavalt komisjoni delegeeritud määrusele (EL) 2017/655, mis käsitleb kasutusel olevate mootorite heiteseiret.

Kasuliku pöördemomendi aluseks on mootori (koos 2. liite kohaselt heitekatseks paigaldatavate seadmete ja lisaseadmetega) korrigeerimata kasulik pöördemoment.

2. **Elektroonilise kontrollploki pöördemomendisignaal**

Kui mootor on kaardistamiseks katsestendile paigaldatud, peavad olemas olema vahendid, millega lugeda elektroonilise kontrollploki saadetavat pöördemomendisignaali vastavalt kasutusel olevate mootorite heiteseiret käsitleva komisjoni delegeeritud määruse (EL) 2017/655 I lisa 6. liite nõuetele.

3. **Kontrollimenetlus**

Käesoleva lisa punkti 7.6.2 kohase kaardistamismenetluse ajal võetakse dünamomeetri mõõdetava pöördemomendi ja elektroonilise kontrollploki edastatava pöördemomendi lugemeid samaaegselt vähemalt kolmest pöördemomendikõvera punktist. Vähemalt üks neist lugemeist võetakse kurvi sellest punktist, kus pöördemoment on vähemalt 98 % maksimumväärtusest.

Elektroonilise kontrollploki edastatavat pöördemomenti aktsepteeritakse ilma korrigeerimata, kui igas mõõtepunktis on tegur, mis arvutatakse, jagades dünamomeetrilt loetud pöördemomendi väärtuse elektrooniliselt kontrollplokilt saadud pöördemomendi väärtusega, vähemalt 0,93 (st erinevus 7 %). Sel juhul märgitakse tüübikinnitustunnistusele, et elektroonilise kontrollploki edastatav pöördemoment on aktsepteeritud ilma korrektsioonita. Kui see tegur on ühes või mitmes mõõtepunktis alla 0,93, määratakse kõikide lugemivõtupunktide keskmine korrektsioonitegur ja see märgitakse tüübikinnitustunnistusele. Kui tegur on kantud tüübikinnitustunnistusele, siis rakendatakse seda elektroonilise kontrollploki edastatava pöördemomendi suhtes, kui kasutusel olevate mootorite heiteseiret käsitleva komisjoni delegeeritud määruse (EL) 2017/655 kohaselt tehakse kasutusel olevate mootorite seirekatseid.

▼M1

4. liide

Ammoniaagi mõõtmise kord

1. Käesolevas lisas kirjeldatakse ammoniaagi (NH_3) mõõtmise menetlust. Mittelineaarsete analüsaatorite puhul võib kasutada lineariseerivaid ahelaid.

2. NH_3 mõõtmiseks on kehtestatud kolm mõõtepõhimõtet ja neid kõiki võib kasutada, tingimusel et kasutatav põhimõte vastab vastavalt punkti 2.1, 2.2 või 2.3 kriteeriumidele. NH_3 mõõtmiseks ei ole lubatud kasutada gaasikuivateid.

2.1. Fourier' teisendusega infrapunaanalüsaator („FTIR“)

2.1.1. Mõõtmispõhimõte

FTIR töötab lairiba-infrapunaspektroskoopia põhimõttel. See võimaldab mõõta üheaegselt heitgaasikomponente, mille standardspektrid on seadmes olemas. Neeldumisspekter (intensiivsus/lainepikkus) arvutatakse mõõdetud interferogrammist (intensiivsus/aeg) Fourier' teisenduse abil.

2.1.2. Paigaldamine ja proovi võtmine

FTIR paigaldatakse vastavalt seadme tootja juhistele. Hindamiseks valitakse NH_3 lainepikkus. Proovivõtukanal (proovivõtutoru, eelfilter või -filtrid ja klapid) peab olema valmistatud roostevabast terasest või polütetrafluoroetüleenist (PTFE) ja see tuleb soojendada ettenähtud temperatuurideni vahemikus 383 K (110 °C) ja 464 K (191 °C), et vähendada NH_3 kadusid ja kujutise häireid. Lisaks peab proovivõtutoru olema võimalikult lühike.

2.1.3. Vastasmõju

NH_3 lainepikkus peab olema vahemikus 0,5 cm^{-1}, et vähendada vastasmõju teiste heitgaasis olevate gaaside poolt.

2.2. Mittehajuva ultraviolettkiirguse resonantsneelduri („NDUV“) tüüpi analüsaator

2.2.1. Mõõtepõhimõte

NDUV põhineb puhtfüüsikalisel põhimõttel ning mingeid abigaase ega -seadmeid vaja ei ole. Fotomeetri põhielement on elektroodita lahenduslamp. See tekitab ultraviolettkiirguse alas teravalt struktureeritud kiirguse, mis võimaldab mõõta mitmeid komponente, nagu NH_3.

Fotomeetriline süsteem konstrueeritakse nii, et selles jaotatakse kiirgus filtrikorrelatsioonitehnikaga kaheks kiireks – mõõte- ja võrdluskiireks (*dual beam in time* – ajaline topeltkiir).

Et saavutada mõõtesignaali suur stabiilsus, kombineeritakse ajalise topeltkiire konstruktsioon ruumilise topeltkiire konstruktsiooniga. Detektorisignaalide töötlemisega saadakse peaaegu tühine nullitriiv.

Täpse kalibreeringu saamiseks kallutatakse kalibreerimisrežiimis analüsaatoris kiire teele tihedalt suletud kvartsküvett, sest kõik küveti akna peegeldus- ja neeldumiskaod kompenseeritakse. Kuna küvetti täitev gaas on väga stabiilne, annab niisugune kalibreerimismeetod tulemuseks fotomeetri väga suure ja kauaaegse stabiilsuse.

▼M1

2.2.2. Paigaldamine

Analüsaator paigaldatakse analüsaatorikappi, kasutades ekstraktiivset proovivõttu kooskõlas seadme tootja juhistega. Analüsaatori asukoht peab suutma kanda tootja määratud raskust.

Proovivõtukanal (proovivõtutoru, eelfilter või -filtrid ja klapid) peab olema valmistatud roostevabast terasest või PTFE-st ja see tuleb soojendada ettenähtud temperatuurideni vahemikus 383 K (110 °C) ja 464 K (191 °C).

Lisaks peab proovivõtutoru olema võimalikult lühike. Heitgaasi temperatuuri ning rõhu, paigalduskeskkonna ja vibratsiooni mõju mõõtmistele tuleb viia miinimumini.

Gaasianalüsaator peab olema kaitstud külma, kuuma, temperatuuri kõikumiste ja tugeva õhuvoolu, tolmu kogunemise, söövitava keskkonna ja vibratsiooni eest. Tuleb tagada piisav õhuvahetus, et vältida kuumenemist. Soojuse hajutamiseks kasutatakse seadme kogu pinda.

2.2.3. Risttundlikkus

Valitakse sobiv spektrivahemik, et minimeerida kaasnevate gaaside vastasmõju. Tüüpilised risttundlikkust põhjustavad komponendid NH_3 mõõtmise puhul on SO_2, NO_2 ja NO.

Lisaks võib risttundlikkuse vähendamiseks kasutada muid meetodeid:

a) interferentsifiltrite kasutamine;

b) risttundlikkuse kompenseerimine, mõõtes risttundlikkuse komponente ja kasutades mõõtesignaali nende kompenseerimiseks.

2.3. Laser-infrapunaanalüsaator

2.3.1. Mõõtepõhimõte

Infrapunalaser, näiteks häälestatav laserdiood (TDL) või kvantkaskaadlaser (QCL), võib kiirata koherentset valgust vastavalt kas infrapunalähedases alas või infrapuna-ala keskosas, kus lämmastikuühenditel, sh NH_3, on tugev neelduvus. Laseroptika võib tekitada infrapunalähedases või infrapuna-ala keskosa spektris kõrgresolutsiooniga kitsasriba-impulsskiirguse. Seetõttu võivad laser-infrapunaanalüsaatorid vähendada mootori heitgaasis koos esinevate komponentide spektrite kattumist.

2.3.2. Paigaldamine

Analüsaator paigaldatakse kas otse väljalasketorusse (*in situ*) või analüsaatorikappi, kasutades ekstraktiivset proovivõttu kooskõlas seadme tootja juhistega. Analüsaatorikappi paigaldatuna peab proovivõtukanal (proovivõtutoru, eelfilter või -filtrid ja klapid) olema valmistatud roostevabast terasest või PTFE-st ja see tuleb soojendada ettenähtud temperatuurideni vahemikus 383 K (110 °C) ja 464 K (191 °C), et vähendada NH_3 kadusid ja kujutise häireid. Lisaks peab proovivõtutoru olema võimalikult lühike.

Heitgaasi temperatuuri ning rõhu, paigalduskeskkonna ja vibratsiooni mõju mõõtmistele tuleb vähendada või kasutada kompensatsioonimeetodeid.

▼M1

Kui kohapeal tehtavatel mõõtmistel kasutatakse mõõteseadme kaitseks õhkümbrist, ei tohi see mõjutada ühtki seadmest allavoolu mõõdetavat heitgaasikomponenti; vastasel korral tuleb muude heitgaasikomponentide proovid võtta seadmest ülesvoolu.

2.3.3. Segava toime kontrollimine NH_3 laser-infrapunaanalüsaatorite puhul (vastasmõju)

2.3.3.1. Kohaldamisala ja sagedus

Kui NH_3 mõõdetakse laser-infrapunaanalüsaatoriga, kontrollitakse segava toime ulatust pärast analüsaatori esmast paigaldamist ja suuremaid hooldustöid.

2.3.3.2. Segava toime kontrollimisel rakendatavad mõõtepõhimõtted

Interferentsgaasid võivad teatavate laser-infrapunaanalüsaatorite puhul avaldada positiivset vastasmõju, tekitades samasuguse reageeringu nagu NH_3. Kui analüsaator kasutab kompensatsioonialgoritme, milles sellise segava mõju kontrollimiseks kasutatakse muude gaaside mõõtetulemusi, tehakse kõnealused mõõtmised samal ajal, et katsetada kompensatsioonialgoritme analüsaatorile mõjuva segava toime kontrollimise ajal.

Laser-infrapunaanalüsaatorite jaoks interferentsgaaside kindlakstegemisel lähtutakse heast inseneritavast. Olgu märgitud, et segava toime ulatus, välja arvatud H_2O puhul, sõltub seadme tootja valitud NH_3 infrapuna-neeldumisribast. Iga analüsaatori puhul tehakse kindlaks NH_3 infrapuna-neeldumisriba. Iga NH_3 infrapuna-neeldumisriba puhul määratakse heast inseneritavast lähtudes kindlaks interferentsgaasid, mida kontrollimisel kasutada.

3. Heitekatse käik

3.1. Analüsaatorite kontrollimine

Enne heitekatset valitakse analüsaatori mõõtepiirkond. Lubatud on kasutada piirkonna automaatse või käsitsi ümberlülitusega heitgaasianalüsaatoreid. Katsetsükli ajal ei ole heitgaasianalüsaatori mõõtepiirkonna ümberlülitamine lubatud.

Kui seadme suhtes ei kohaldata punkti 3.4.2 nõudeid, siis tuleb määrata null- ja võrdlusnäit. Võrdlusnäidu saamiseks kasutatakse NH_3 gaasi, mis vastab punkti 4.2.7 spetsifikatsioonile. Lubatud on kasutada võrdluskambreid, mis sisaldavad NH_3 kalibreerimisgaasi.

3.2. Heitkoguste kohta andmete kogumine

Katsetoiminguid alustades alustatakse samaaegselt andmete kogumist NH_3 kohta. NH_3 kontsentratsiooni mõõdetakse pidevalt ja see salvestatakse arvutisüsteemi sagedusega vähemalt 1 Hz.

3.3. Toimingud pärast katset

Katse lõpetamisel jätkatakse andmevõttu, kuni süsteemi reaktsiooniaegade lõppemiseni. Analüsaatori triiv tuleb punkti 3.4.1 kohaselt määrata ainult juhul, kui punktis 3.4.2 nõutav teave ei ole kättesaadav.

3.4. Analüsaatori triiv

3.4.1. Võimalikult kiiresti, kuid mitte hiljem kui 30 minutit pärast katsetsükli lõppu või kütuseaurude eraldumise ajal, määratakse gaasianalüsaatori null- ja võrdlusnäit. Katse-eelsete ja katsejärgsete tulemuste erinevus peab olema väiksem kui 2 % täisskaalast.

▼M1

3.4.2. Analüsaatori triivi ei ole vaja kindlaks määrata järgmistes olukordades:

a) kui punktides 4.2.3 ja 4.2.4 seadme tootja poolt kehtestatud nullitriiv ja mõõtepiirkonna triiv vastavad punkti 3.4.1 nõuetele;

b) kui punktides 4.2.3 ja 4.2.4 seadme tootja poolt kehtestatud nullitriiv ja mõõtepiirkonna triiv on pikem kui katse kestus.

4. Analüsaatori spetsifikatsioon ja kontrollimine

4.1. Lineaarsusnõuded

Analüsaator peab vastama käesoleva lisa tabeli 6,5 lineaarsusnõuetele. Vastavalt käesoleva lisa punktile 8.1.4 tuleb teha lineaarsuse kontroll vähemalt käesoleva lisa tabelis 6.4 sätestatud miinimumsageduse juures. Tüübikinnitusasutuse eelneval heakskiidul on lubatud vähem kui 10 võrdluspunkti, kui on võimalik tõendada samaväärset täpsust.

Lineaarsuse kontrollimiseks kasutatakse NH_3 gaasi, mis vastab punkti 4.2.7 spetsifikatsioonile. Lubatud on kasutada võrdluskambreid, mis sisaldavad NH_3 kalibreerimisgaasi.

Seadmed, mille signaale kasutatakse kompenseerimisalgoritmide määramiseks, peavad vastama käesoleva lisa tabelis 6.5 sätestatud lineaarsusnõuetele. Lineaarsuse kontroll tuleb teha kas kooskõlas siseauditi korraga, seadmete tootja juhistega või ISO 9000 nõuetega.

4.2. Analüsaatori spetsifikatsioon

Analüsaatori mõõtepiirkond ja reaktsiooniaeg peab vastama siirde- ja püsikatsetsükli tingimustes NH_3 kontsentratsiooni mõõtmiseks ettenähtud nõuetele.

4.2.1. Alumine määramispiir

Analüsaatori alumine määramispiir peab kõigil katsetingimustel olema < 2 ppm.

4.2.2. Mõõtetäpsus

Mõõtetäpsus on määratluse kohaselt tajuri näidu kõrvalekalle etalonväärtusest ja see ei tohi ületada ± 3 % näidust või ± 2 ppm, olenevalt sellest, kumb on suurem.

4.2.3. Nullitriiv

Nullgaasi näidu triivi ja sellega seotud ajavahemiku määrab seadme tootja.

4.2.4. Mõõtevahemiku triiv

Võrdlusgaasi näidu triivi ja sellega seotud ajavahemiku määrab seadme tootja.

4.2.5. Süsteemi reaktsiooniaeg

Süsteemi reaktsiooniaeg peab olema ≤ 20 s.

4.2.6. Tõusuaeg

Analüsaatori tõusuaeg peab olema ≤ 5 s.

4.2.7. NH_3 kalibreerimisgaas

Tööks on vajalikud järgmise keemilise koostisega gaasisegud.

NH_3 ja puhastatud lämmastik.

▼M1

Kalibreerimisgaasi tegelik kontsentratsioon peab olema ± 3 % piires nominaalväärtusest. NH_3 kontsentratsioon esitatakse mahu põhjal (mahuprotsent või mahupõhine ppm väärtus).

Kalibreerimisgaaside tootja poolt ettenähtud säilitusaja lõppemise kuupäev registreeritakse.

4.2.8. Segava toime kontrollimine

Segavat toimet kontrollitakse järgmiselt:

a) NH_3 analüsaator käivitatakse, seda käitatakse, see nullitakse ning selle mõõteulatus määratakse samamoodi nagu enne heitekatset;

b) niisutatud katsegaas saadakse, lastes mitmest komponendist koosneval võrdlusgaasil mullitada tihendatud anumas läbi destilleeritud H_2O. Kui proov ei läbi kuivatit, tuleb kontrollida anuma temperatuuri, et saavutada vähemalt nii kõrge H_2O tase, kui katse ajal maksimaalselt eeldatakse. Segava toime katses kasutatakse vähemalt nii suurt võrdlusgaasi kontsentratsiooni, mida katse ajal maksimaalselt eeldatakse;

c) niisutatud katsegaas sisestatakse proovivõtusüsteemi;

d) vee molaarsust x_{H2O} niisutatud katsegaasis mõõdetakse analüsaatori sisselaskeavale võimalikult lähedal. Näiteks mõõdetakse x_{H2O} arvutamiseks kastepunkt T_{dew} ja absoluutne rõhk p_{total};

e) kondenseerumise vältimiseks ülekandetorudes, liitmikes või ventiilides x_{H2O} mõõtmise kohast kuni analüsaatorini järgitakse head inseneritava;

f) analüsaatori näidul lastakse teatud aeg stabiliseeruda;

g) sel ajal, kui analüsaator mõõdab proovi kontsentratsiooni, registreeritakse selle väljundit 30 sekundi jooksul. Arvutatakse nende andmete aritmeetiline keskmine;

h) analüsaator on läbinud segava toime kontrolli, kui punkti g alusel saadud tulemus vastab käesolevas jaos sätestatud tolerantsile;

i) üksikute interferentsgaaside segava toime võib määrata ka eraldi katsetes. Kui kasutatav interferentsgaaside sisaldus ületab katse ajal eeldatavaid suurimaid väärtusi, siis võib kõiki täheldatud segava toime väärtusi vähendada sel teel, et määratud segav toime korrutatakse eeldatava maksimaalse kontsentratsiooni ja katse ajal tegelikult kasutatud väärtuse suhtega. Segava toime eraldi kontrollimistel saadud H_2O kontsentratsioone (H_2O sisaldus kuni kõige vähem 0,025 mol/mol), mis on väiksemad kui katse ajal eeldatavad suurimad väärtused, võib kasutada, kuid siis suurendatakse H_2O täheldatud segavat toimet, korrutades täheldatud segava toime väärtused H_2O eeldatava maksimaalse kontsentratsiooni ja katse ajal tegelikult kasutatud väärtuse suhtega. Mõlema kohandatud segava toime väärtuse summa peab jääma käesoleva punkti alapunktis j kindlaks määratud tolerantsi piiresse.

▼**M1**

j) Analüsaatori kombineeritud segava toime väärtus peab jääma ± 2 % piiresse heite puhul eeldatavast vooluhulgaga kaalutud keskmisest NH_3 kontsentratsioonist.

5. Alternatiivsed süsteemid

Tüübikinnitusasutus võib heaks kiita ka muid süsteeme või analüsaatoreid, kui näidatakse, et need annavad samaväärseid tulemusi vastavalt käesoleva lisa punktile 5.1.1. Antud juhul viitab kõnealuses punktis kasutatud mõiste „tulemused“ asjaomase töötsükli puhul arvutatud keskmisele NH_3 kontsentratsioonile.

▼M1

5. liide

Süsteemi reaktsioonide kirjeldus

1. Käesolevas liites on kirjeldatud aega, millega väljendatakse analüütiliste süsteemide ja muude mõõtesüsteemide reageeringut sisendsignaalile.

2. Kasutatakse järgmisi joonisel 6.11 näidatud aegu:

2.1. „viiteaeg“ – aeg võrdluspunktis mõõdetava komponendi muutumisest hetkeni, mil saavutatakse 10 % süsteemi reageeringu lõppväärtusest (t_{10}), kusjuures võrdluspunktiks on proovivõttur;

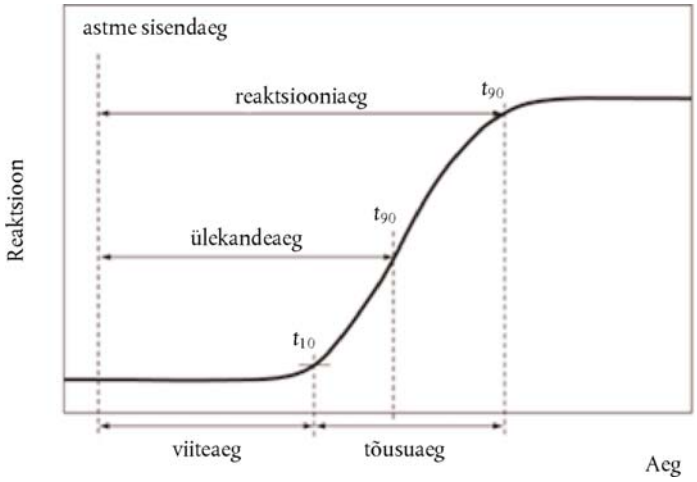
2.2. „reaktsiooniaeg“ – aeg võrdluspunktis mõõdetava komponendi muutumisest hetkeni, mil saavutatakse 90 % süsteemi reageeringu lõppväärtusest (t_{90}), kusjuures võrdluspunktiks on proovivõttur;

2.3. „tõusuaeg“ – ajavahe 10 % ja 90 % vahel reageeringu lõppväärtusest ($t_{90} - t_{10}$);

2.4. „ülekandeaeg“ – aeg võrdluspunktis mõõdetava komponendi muutumisest hetkeni, mil saavutatakse 50 % süsteemi reageeringu lõppväärtusest (t_{50}), kusjuures võrdluspunktiks on proovivõttur.

Joonis 6.11

Süsteemi reaktsioonide näitlik kujutis



▼B

VII LISA

Andmete hindamis- ja arvutusmeetod

1. **Üldnõuded**

Heite arvutamine toimub vastavalt 2. jaole (Massipõhised arvutused) või 3. jaole (Molaarsuspõhised arvutused). Nende kahe meetodi ühendamine on keelatud. Mõlema jao kohaseid arvutusi ei ole vaja teha.

Erinõuded tahkete osakeste arvu määramiseks, kui seda on vaja, on esitatud 5. liites.

1.1. Üldised tähised

2. jagu	3. jagu	Ühik	Tähendus
	A	m^2	pindala
	A_t	m^2	Venturi toru ahendi ristlõikepindala
b, D_0	a_0	t.m. ([3])	regressioonisirge y-telglõik
A/F_{st}		—	stöhhiomeetriline õhu ja kütuse suhe
	C	—	tegur
C_d	C_d	—	vooluhulgategur
	C_f	—	voolutegur
c	x	ppm, mahuprotsent	kontsentratsioon / moolosa (µmol/mol = ppm)
c_d	([1])	ppm, mahuprotsent	kontsentratsioon kuivas gaasis
c_w	([1])	ppm, mahuprotsent	kontsentratsioon niiskes gaasis
c_b	([1])	ppm, mahuprotsent	taustkontsentratsioon
D	x_{dil}	—	lahjendustegur ([2])
D_0		m^3/pööre	mahtpumba (PDP) kalibreerimiskõvera telglõik
d	d	m	läbimõõt
d_V		m	Venturi toru ahendi läbimõõt
e	e	g/kWh	pidurdamisega seotud heide
e_{gas}	e_{gas}	g/kWh	gaasiliste osakeste eriheide
e_{PM}	e_{PM}	g/kWh	tahkete osakeste eriheide
E	1 – PF	%	muundamisefektiivsus (PF = läbivoolu osa)
F_s		—	stöhhiomeetriline tegur
	f	Hz	sagedus
f_c		—	süsinikutegur
	γ	—	erisoojuste suhe
H		g/kg	absoluutne niiskus
	K	—	parandustegur

▼B

2. jagu	3. jagu	Ühik	Tähendus
K_V		$[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$	CFV kalibreerimisfunktsioon
k_f		m^3 / kütuse kg	kütuse eritegur
k_h		—	diiselmootorite NO_x niiskuskorrektsioonitegur
k_{Dr}	k_{Dr}	—	allapoole korrigeerimise tegur
k_r	k_r	—	multiplikatiivne regenereerimistegur
k_{Ur}	k_{Ur}	—	ülespoole korrigeerimise tegur
$k_{w,a}$		—	sisselastava õhu kuivalt niiskele korrigeerimise tegur
$k_{w,d}$		—	lahjendusõhu kuivalt niiskele korrigeerimise tegur
$k_{w,e}$		—	lahjendatud heitgaasi kuivalt niiskele korrigeerimise tegur
$k_{w,r}$		—	lahjendamata heitgaasi kuivalt niiskele korrigeerimise tegur
μ	μ	kg/(m·s)	dünaamiline viskoossus
M	M	g/mol	molaarmass ([3])
M_a	([1])	g/mol	sisselastava õhu molaarmass
M_e	v	g/mol	heitgaasi molaarmass
M_{gas}	M_{gas}	g/mol	gaasiliste osakeste molaarmass
m	m	kg	mass
m	a_1	t.m. ([3])	regressioonisirge tõus
	v	m^2/s	kinemaatiline viskoossus
m_d	v	kg	kübemefiltrid läbinud lahjendusõhuproovi mass
m_{ed}	([1])	kg	tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi kogumass
m_{edf}	([1])	kg	lahjendatud heitgaasi ekvivalentmass tsükli jooksul
m_{ew}	([1])	kg	tsükli jooksul tekkinud heitgaasi kogumass
m_f	([1])	mg	kogutud tahkete osakeste proovi mass
$m_{f,d}$	([1])	mg	lahjendusõhust kogutud tahkete osakeste proovi mass
m_{gas}	m_{gas}	g	katsetsükli jooksul tekkinud gaasilise heite mass
m_{PM}	m_{PM}	g	katsetsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste heite mass
m_{se}	([1])	kg	katsetsükli jooksul tekkinud heitgaasiproovi mass
m_{sed}	([1])	kg	lahjendustunnelit läbiva lahjendatud heitgaasi mass

▼B

2. jagu	3. jagu	Ühik	Tähendus
m_{sep}	(1)	kg	kübemefiltreid läbiva lahjendatud heitgaasi mass
m_{ssd}		kg	sekundaarse lahjendusõhu mass
	N	—	seeria üldarv
	n	mol	ainehulk moolides
	$\dot{n}$	mol/s	ainehulk moolides sekundis
n	f_n	min^{-1}	mootori pöörlemissagedus
n_p		r/s	PDP töökiirus
P	P	kW	võimsus
P	P	kPa	rõhk
p_a		kPa	kuiva õhu rõhk
p_b		kPa	õhu kogurõhk
p_d		kPa	küllastunud auru rõhk lahjendusõhus
p_p	p_{abs}	kPa	absoluutne rõhk
p_r	p_{H2O}	kPa	veeauru rõhk
p_s		kPa	kuiva õhu rõhk
$1 - E$	PF	%	läbivoolu osa
qm	$\dot{m}$	kg/s	massivooluhulk
q_{mad}	$\dot{m}$ (1)	kg/s	kuiva sisselastava õhu massivooluhulk
q_{maw}	(1)	kg/s	niiske sisselastava õhu massivooluhulk
q_{mCe}	(1)	kg/s	süsiniku massivooluhulk lahjendamata heitgaasis
q_{mCf}	(1)	kg/s	süsiniku massivooluhulk mootorisse
q_{mCf}	(1)	kg/s	süsiniku massivooluhulk osavoolahjendussüsteemis
q_{mdew}	(1)	kg/s	lahjendatud niiske heitgaasi massivooluhulk
q_{mdw}	(1)	kg/s	niiske lahjendusõhu massivooluhulk
q_{mdw}	(1)	kg/s	niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent
q_{mew}	(1)	kg/s	niiske heitgaasi massivooluhulk
q_{mex}	(1)	kg/s	lahjendustunnelist saadud proovi massivooluhulk
q_{mf}	(1)	kg/s	kütuse massivooluhulk
q_{mp}	(1)	kg/s	heitgaasiproovi massivooluhulk osavoolahjendussüsteemi
q_V	$\dot{V}$	m^3/s	mahuline vooluhulk
q_{VCVS}	(1)	m^3/s	püsimahuproovivõtu mahuline vooluhulk

▼B

2. jagu	3. jagu	Ühik	Tähendus
q_{Vs}	(1)	dm^3/min	heitgaasi analüsaatorisüsteemi vooluhulk
q_{Vt}	(1)	cm^3/min	märgistusgaasi vooluhulk
r	*r*	kg/m^3	massitihedus
ρ_e		kg/m^3	heitgaasi tihedus
	r	—	rõhkude suhe
ρ_d	*DR*	—	lahjendusaste (2)
	Ra	µm	keskmine pinnakaredus
RH		%	suhteline niiskus
r_D	β	m/m	läbimõõtude suhe (CVS-süsteemid)
r_p		—	SSV rõhkude suhe
Re	$Re^{\#}$	—	Reynoldsi arv
	S	K	Sutherlandi konstant
s	*s*	—	standardhälve
T	*T*	°C	temperatuur
	T	Nm	mootori pöördemoment
T_a		K	absoluutne temperatuur
t	t	s	aeg
Δt	Δt	s	ajavahemik
u		—	gaasikomponendi ja heitgaasi tiheduste suhe
V	*V*	m^3	maht
q_V	$\dot{V}$	m^3/s	mahuline vooluhulk
V_0		m^3/r	mahtpumba ühele pumbapöördele vastav pumbatava gaasi ruumala
W	*W*	kWh	töö
W_{act}	W_{act}	kWh	katsetsüklis tehtud tegelik töö
WF	*WF*	—	kaalutegur
w	*w*	g/g	massiosa
	$\bar{x}$	(mol/mol)	vooluhulgaga kaalutud keskmine kontsentratsioon
X_0	K_s	s/pööre	mahtpumba kalibreerimisfunktsioon
	y	—	üldmuutuja
$\bar{y}$	$\bar{y}$		aritmeetiline keskmine
	Z	—	kokkusurutavustegur

(1) Vt allindekseid; nt: on kuiva õhu massivooluhulk, kütuse massivooluhulk jms.
(2) Lahjendusaste on 2. jaos r_d ja 3. jaos *DR*: erinevad tähised, kuid sama tähendus ja samad valemid. Lahjendusaste on 2. jaos *D* ja 3. jaos x_{dil}: erinevad tähised, kuid sama füüsikaline tähendus; valem (A.7-47) (7-124) näitab suhet x_{dil} ja *DR* vahel.
(3) 3t.m. = tuleb määrata

▼B

1.2. Allindeksid

2. jagu ([1])	3. jagu	Tähendus
act	act	tegelik väärtus
i		hetkeväärtus (nt 1 Hz)
	i	seeria osa

([1]) 2. jaos sõltub allindeksi tähendus sellest, millise suurusega see on seotud; näiteks võib allindeks „d“ tähistada kuiva gaasi, nagu „c_d = kontsentratsioon kuivas gaasis“, lahjendusõhku, nagu „p_d = küllastunud veeauru rõhk lahjendusõhus“, või „$k_{w,d}$ = lahjendusõhu kuivalt niiskele korrigeerimise tegur“ või lahjendusastet nagu „r_d“ puhul.

1.3. Keemiliste komponentide tähised ja lühendid (kasutatakse ka allindeksitena)

2. jagu	3. jagu	Tähendus
Ar	Ar	Argoon
C1	C1	Süsivesinike C1-ekvivalent
CH_4	CH_4	Metaan
C_2H_6	C_2H_6	Etaan
C_3H_8	C_3H_8	Propaan
CO	CO	Süsinikmonooksiid
CO_2	CO_2	Süsinikdioksiid
	H	Atomaarne vesinik
	H_2	Molekulaarne vesinik
HC	HC	Süsivesinik
H_2O	H_2O	Vesi
	He	Heelium
	N	Atomaarne lämmastik
	N_2	Molekulaarne lämmastik
NO_x	NO_x	Lämmastikoksiidid
NO	NO	Lämmastikoksiid
NO_2	NO_2	Lämmastikdioksiid
	O	Atomaarne hapnik
PM	PM	Tahked osakesed
S	S	Väävel

▼B

1.4. Kütuse koostise tähised ja lühendid

2. jagu (1)	3. jagu (2)	Tähendus
w_C (4)	w_C (4)	kütuse süsinikusisaldus, massiosa [g/g või massiprotsent]
w_H	w_H	kütuse vesinikusisaldus, massiosa [g/g või massiprotsent]
w_N	w_N	kütuse lämmastikusisaldus, massiosa [g/g või massiprotsent]
w_O	w_O	kütuse hapnikusisaldus, massiosa [g/g või massiprotsent]
w_S	w_S	kütuse väävlisisaldus, massiosa [g/g või massiprotsent]
α	α	vesiniku-süsiniku aatomite arvuline suhe (H/C)
ε	β	hapniku-süsiniku aatomite arvuline suhe (O/C) (3)
γ	γ	väävli-süsiniku aatomite arvuline suhe (S/C)
δ	δ	lämmastiku-süsiniku aatomite arvuline suhe (N/C)

(1) Kehtib kütuse kohta, mille keemiline valem on $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$
(2) Kehtib kütuse kohta, mille keemiline valem on $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$
(3) Tähelepanu tuleks pöörata tähise β erinevale tähendusele kahes heite arvutamise jaos: 2. jaos kehtib see kütuse puhul, mille keemiline valem on $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (st valem $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$, kus $\beta = 1$, eeldades ühte süsinikuaatomit molekuli kohta) ning 3. jaos viitab see hapniku-süsiniku suhtele valemiga $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$. Seega vastab 3. jao β 2. jao ε-le.
(4) Massiosa *w*, millele on allindeksina lisatud keemilise komponendi tähis.

2. **Massipõhised heitearvutused**

2.1. Gaasiline heide lahjendamata heitgaasis

2.1.1. Üksikrežiimis NRSC katsed

Gaasilise heite kogus $q_{mgas,i}$ [g/h] igas püsikatserežiimis *i* saadakse gaasilise heite kontsentratsiooni korrutamisel vastava vooluhulgaga:

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

kus:

k = 1, kui $c_{gasr,w,i}$ mõõtühikuks on [ppm], ja k = 10 000, kui $c_{gasr,w,i}$ mõõtühikuks on [mahuprotsent]

k_h = NO_x korrektsioonitegur [-] NO_x heite arvutamiseks (vt punkt 2.1.4)

u_{gas} = komponendispetsiifiline tegur ehk gaasilise komponendi ja heitgaasi tiheduste suhe [-]

$q_{mew,i}$ = niiske heitgaasi massivooluhulk režiimis *i* [kg/s]

$c_{gas,i}$ = heite kontsentratsioon lahjendamata niiskes heitgaasis režiimis *i* [ppm või mahuprotsent]

▼B

2.1.2. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelised katsetsüklid (RMC)

Arvutada tuleb gaasilise heite kogumass katse kohta m_{gas} [g/katse], korrutades ajahetkedele vastavad hetkekontsentratsioonid ja heitgaasi vooluhulgad ning summeerides need üle kogu katsetsükli valemi (7-2) alusel:

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

kus:

f = andmevõtusagedus [Hz]

k_h = NO_x korrektsioonitegur [-], kasutatakse ainult NO_x heite arvutamisel

k = 1, kui $c_{gasr,w,i}$ mõõtühikuks on [ppm], ja k = 10 000, kui $c_{gasr,w,i}$ mõõtühikuks on [mahuprotsent]

u_{gas} = komponendispetsiifiline tegur [-] (vt punkt 2.1.5)

N = mõõtmiste arv [-];

$q_{mew,i}$ = niiske heitgaasi hetke massivooluhulk [kg/s]

$c_{gas,i}$ = hetkeheite kontsentratsioon niiskes lahjendamata heitgaasis [ppm või mahuprotsent]

2.1.3. Kontsentratsiooni teisendamine kuivalt niiskele gaasile

Kui heidet mõõdetakse kuivas gaasis, tuleb kuivas gaasis mõõdetud kontsentratsioon c_d teisendada kontsentratsiooniks c_w niiskes gaasis valemi (7-3) kohaselt:

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

kus:

k_w = kuivalt niiskele gaasile teisendamise tegur [-]

c_d = heite kontsentratsioon kuivas gaasis [ppm või mahuprotsent]

Täieliku põlemise puhul kirjutatakse kuivalt lahjendamata heitgaasilt niiskele gaasile teisendamise tegur kujul $k_{w,a}$ [-] ning see tuleb arvutada valemi (7-4) abil:

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

kus:

H_a = sisselastava õhu niiskus (g H_2O/kg, kuiv õhk)

$q_{mf,i}$ = kütuse vooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

$q_{mad,i}$ = kuiva sisselastava õhu vooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

p_r = vee rõhk pärast jahutit [kPa]

p_b = baromeetriline kogurõhk [kPa]

w_H = kütuse vesinikusisaldus (massiprotsent)

k_f = täiendav põlemisgaaside ruumala (m^3/kg kütus)

▼B

ning:

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

kus:

w_H = kütuse vesinikusisaldus (massiprotsent)

w_N = kütuse lämmastikusisaldus (massiprotsent)

w_O = kütuse hapnikusisaldus (massiprotsent)

Valemis (7-4) võib eeldada suhet p_r/p_b:

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

Mittetäieliku põlemise puhul (rikas kütuse-õhu segu) ning ilma otsese õhuvooluhulga mõõtmiseta heitekatsete puhul eelistatakse teist $k_{w,a}$ arvutamise meetodit:

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

kus:

c_{CO2} = CO_2 kontsentratsioon lahjendamata heitgaasis [mahuprotsentides]

c_{CO} = kuiva CO kontsentratsioon lahjendamata heitgaasis [ppm]

p_r = vee rõhk pärast jahutit [kPa]

p_b = baromeetriline kogurõhk [kPa]

α = süsiniku-vesiniku molaarne suhe [-]

k_{w1} = sisselastava õhu niiskus [-]

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

2.1.4. NO_x korrigeerimine niiskuse ja temperatuuri suhtes

Kuna NO_x heide sõltub ümbritseva õhu tingimustest, tuleb NO_x kontsentratsiooni korrigeerida ümbritseva õhu temperatuuri ja niiskuse suhtes valemites (7-9) ja (7-10) esitatud teguri $k_{h,D}$ või $k_{h,G}$ [-] abil. Need tegurid kehtivad niiskusvahemikus 0–25 g H_2O/kg, kuiva õhu kohta.

a) Diiselmootorite puhul

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

b) Sädesüütemootorite puhul

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

kus:

H_a = sisselastava õhu niiskus (g H_2O/kg, kuiv õhk)

▼B

2.1.5. Komponendi eritegur u

Kaht arvutusmeetodit on kirjeldatud punktides 2.1.5.1 ja 2.1.5.2. Punktis 2.1.5.1 esitatud menetlus on lihtsam, sest selles kasutatakse tabeldatud u väärtusi saasteaine ja heitgaasi tiheduse suhte kirjeldamiseks. Punktis 2.1.5.2 esitatud menetlus on VIII lisa spetsifikatsioonidest kõrvale kalduvate kütuste kvaliteedi hindamisel täpsem, kuid eeldab kütuse koostise elemendilist analüüsi.

2.1.5.1. Tabelisse kantud väärtused

Punktis 2.1.5.2 esitatud valemite lihtsustamisel (s.o eeldades, et väärtus ja sisselastava õhu tingimused vastavad tabelile 7.1) saadud väärtused u_{gas} on esitatud tabelis 7.1.

Tabel 7.1.

Lahjendamata heitgaasi u ja komponentide tihedused (kui heite kontsentratsioon on ühikutes ppm)

Kütus	r_e	Gaas					
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				r_{gas} (kg/m^3)			
		2,053	1,250	u_{gas} [b]	1,9636	1,4277	0,716
				[a]			
Diisli-kütus (maantee-välistel liikurmasinatel kasutatav gaasiõli)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Eriots-tarbelistes diisel-mootorites kasutatav etanool (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Maagaas/biometaan [c]	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 [d]	0,001551	0,001128	0,000565
Propaan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butaan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
LPG [e]	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Bensiin (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Etanool (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

[a] sõltuvalt kütusest
[b] tingimustes, kus l = 2, kuiv õhk, 273 K, 101,3 kPa
[c] u väärtused täpsusega 0,2 massiprotsenti järgmise koostise puhul: C = 66–76 %; H = 22–25 %; N = 0–12 %
[d] NMHC leitakse $CH_{2,93}$ põhjal (kogu HC leidmiseks kasutatakse CH_4 u_{gas}-koefitsienti)
[e] u väärtused täpsusega 0,2 massiprotsenti järgmise koostise puhul: C3 = 70–90 %; C4 = 10–30 %

2.1.5.2. Arvutatud väärtused

Komponendi eriteguri ($u_{gas,i}$) saab arvutada komponendi ja heitgaasi tihedussuhte abil või teise võimalusena vastava molaarmasside suhte abil (valem (7-11) või (7-12)):

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

või

▼B

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

kus:

M_{gas} = gaasikomponendi molaarmass [g/mol]

$M_{\text{e},i}$ = niiske lahjendamata heitgaasi molaarne hetkemass [g/mol]

ρ_{gas} = gaasikomponendi tihedus (kg/m^3)

$\rho_{\text{e,i}}$ = niiske lahjendamata heitgaasi hetketihedus (kg/m^3)

Heitgaasi molaarmass $M_{\text{e,i}}$ tuletatakse kütuse üldisest koostisest , eeldades täielikku põlemist, ning arvutatakse valemi (7-13) põhjal:

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

kus:

$q_{mf,i}$ = niiske kütuse massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

$q_{maw,i}$ = niiske sisselastava õhu massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

α = vesiniku-süsiniku molaarne suhe [-]

δ = lämmastiku-süsiniku molaarne suhe [-]

ε = hapniku-süsiniku molaarne suhe [-]

γ = väävli-süsiniku aatomite arvuline suhe [-]

H_{a} = sisselastava õhu niiskus (g H_2O/kg, kuiv õhk)

M_{a} = kuiva sisselastava õhu molekulmass = 28,965 g/mol

Lahjendamata heitgaasi hetketihedus $r_{\text{e},i}$ (kg/m^3) arvutatakse valemi (7-14) kohaselt:

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

kus:

$q_{mf,i}$ = kütuse massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

$q_{mad,i}$ = kuiva sisselastava õhu massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

H_{a} = sisselastava õhu niiskus (g H_2O/kg, kuiv õhk)

k_{f} = täiendav põlemisgaaside ruumala [m^3/kg kütus] (vt valem (7-5))

2.1.6. Heitgaasi massivooluhulk

▼B

2.1.6.1. Õhu ja kütuse mõõtmise meetod

Meetod hõlmab õhuvooluhulga ja kütusevooluhulga mõõtmist sobivate vooluhulgamõõturitega. Heitgaasi vooluhulga hetkeväärtus $q_{mew,i}$ [kg/s] arvutatakse valemi (7-15) kohaselt:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \tag{7-15}$$

kus:

$q_{maw,i}$ = sisselastava õhu massivoolu hetkkiirus [kg/s]

$q_{mf,i}$ = kütuse massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

2.1.6.2. Märgistusgaasi mõõtmise meetod

See hõlmab märgistusgaasi kontsentratsiooni mõõtmist heitgaasis. Heitgaasi vooluhulga hetkeväärtus $q_{mew,i}$ [kg/s] arvutatakse valemi (7-16) kohaselt:

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

kus:

q_{Vt} = märgistusgaasi vooluhulk (m^3/s)

$c_{mix,i}$ = märgistusgaasi hetkekontsentratsioon pärast segunemist [ppm]

r_e = lahjendamata heitgaasi tihedus (kg/m^3)

c_b = märgistusgaasi taustkontsentratsioon sisselastavas õhus [ppm]

Märgistusgaasi taustkontsentratsiooni (c_b) määramiseks võib leida vahetult enne ja pärast katset mõõdetud taustkontsentratsioonide keskmise väärtuse. Kui taustkontsentratsioon on väiksem kui 1 % märgistusgaasi kontsentratsioonist pärast segunemist ($c_{mix,i}$) maksimaalse heitgaasivoo juures, võib taustkontsentratsiooni jätta arvestamata.

2.1.6.3. Õhuvooluhulga ning õhu ja kütuse suhte mõõtmise meetod

See hõlmab heitgaasi massi arvutamist õhuvoolu ning õhu ja kütuse suhte abil. Heitgaasi vooluhulga hetkeväärtus $q_{mew,i}$ [kg/s] arvutatakse valemi (7-17) kohaselt:

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

ning:

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

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

kus:

$q_{maw,i}$ = niiske sisselastava õhu massivooluhulk [kg/s]

A/F_{st} = stöhhiomeetriline õhu ja kütuse suhe [-]

▼B

l_i = õhu ülejäägi suhtarvu hetkeväärtus [-]

c_{COd} = CO kontsentratsioon kuivas lahjendamata heitgaasis [ppm]

c_{CO2d} = CO_2 kontsentratsioon kuivas lahjendamata heitgaasis [%]

c_{HCw} = HC kontsentratsioon niiskes lahjendamata heitgaasis (ppm C1)

α = vesiniku-süsiniku molaarne suhe [-]

δ = lämmastiku-süsiniku molaarne suhe [-]

ε = hapniku-süsiniku molaarne suhe [-]

γ = väävli-süsiniku aatomite arvuline suhe [-]

2.1.6.4. Süsinikubilansi meetod, üheetapiline menetlus

Niiske heitgaasi massivooluhulga $q_{mew,i}$ [kg/s] arvutamiseks võib kasutada üheetapilist valemit (7-20):

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

kus süsiniku tegur f_c [-] on esitatud järgmiselt:

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

kus:

$q_{mf,i}$ = kütuse massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

w_C = kütuse süsinikusisaldus (massiprotsent)

H_a = sisselastava õhu niiskus (g H_2O/kg, kuiv õhk)

k_{fd} = täiendav kuiva põlemisgaasi ruumala (m^3/kg, kütus)

c_{CO2d} = CO_2 kontsentratsioon kuivas lahjendamata heitgaasis [%]

$c_{CO2d,a}$ = CO_2 kontsentratsioon kuivas ümbritsevas õhus [%]

c_{COd} = CO kontsentratsioon kuivas lahjendamata heitgaasis [%]

c_{HCw} = HC kontsentratsioon niiskes lahjendamata heitgaasis [ppm]

ning tegur k_{fd} [m^3/kg kütus] arvutatakse valemiga (7-22) kuiva gaasi põhjal, lahutades väärtusest k_f põlemisel tekkinud vee koguse:

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

kus:

k_f = kütuse eritegur valemis (7-5) [m^3/kg kütus]

w_H = kütuse vesinikusisaldus (massiprotsent)

▼B

2.2. Lahjendatud gaasiline heide

2.2.1. Gaasilise heite mass

Heitgaasi massivooluhulka mõõdetakse püsimahuproovivõtusüsteemi (CVS) abil, milles võidakse kasutada mahtpumpa (PDP), kriitilise voolurežiimiga Venturi toru (CFV) või eelhelikiirusega Venturi toru (SSV).

Püsiva massivooluhulgaga süsteemide puhul (st soojusvahetiga) määratakse saasteainete mass m_{gas} [g/katse] valemi (7-23) abil:

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

kus:

u_{gas} on heitgaasi komponendi tiheduse ja õhu tiheduse suhe, nagu see on esitatud tabelis 7.2 või arvutatud valemiga (7-34) [-]

c_{gas} = komponendi keskmine taustkorrigeeritud kontsentratsioon (vastavalt ppm või mahuprotsent) niiskes heitgaasis

k_h = NO_x korrektsioonitegur [-], kasutatakse ainult NO_x heite arvutamisel

k = 1, kui $c_{gasr,w,i}$ mõõtühikuks on [ppm], ja k = 10 000, kui $c_{gasr,w,i}$ mõõtühikuks on [mahuprotsent]

m_{ed} = tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi kogumass [kg/katse]

Vooluhulga kompenseerimisega süsteemide (ilma soojusvahetita) kasutamisel määratakse saasteainete mass m_{gas} [g/katse] heite hetkemassi arvutamise, summeerimise ja taustkorrigeerimise abil valemiga (7-24):

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

kus:

c_e = heite kontsentratsioon niiskes lahjendatud heitgaasis [ppm või mahuprotsent]

c_d = heite kontsentratsioon niiskes lahjendusõhus [ppm või mahuprotsent]

$m_{ed,i}$ = lahjendatud heitgaasi mass ajavahemikul i [kg]

m_{ed} = tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi kogumass [kg]

u_{gas} = väärtus tabelist 7.2 [-]

D = lahjendustegur (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2) [-]

k_h = NO_x korrektsioonitegur [-], kasutatakse ainult NO_x heite arvutamisel

k = 1, kui c mõõtühikuks on [ppm], ja k = 10 000, kui c mõõtühikuks on [mahuprotsent]

Kontsentratsioonid c_{gas}, c_e ja c_d võivad olla kas perioodilise proovivõtu (kott, kuid ei ole lubatud NO_x ja HC puhul) käigus saadud väärtused või pidevate mõõtmistega saadud väärtuste summeeritud keskmine. $m_{ed,i}$ keskmine väärtus leitakse üle kogu katsetsükli integreerimise teel.

Järgmised valemid näitavad, kuidas leitakse vajalikud suurused (c_e, u_{gas} ja m_{ed}).

▼B

2.2.2. Kontsentratsiooni teisendamine kuivalt niiskele gaasile

Kõigi punktis 2.2.1 esitatud kontsentratsioonide puhul tehakse ümberarvutus niiskele gaasile vastavalt valemile (7-3).

2.2.2.1. Lahjendatud heitgaas

Kuivas gaasis mõõdetud kontsentratsioonid teisendatakse kontsentratsiooniks niiskes gaasis valemi (7-25) või (7-26) rakendamisel valemile:

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

või

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

kus:

α = kütuse vesiniku-süsiniku molaarne suhe [-]

c_{CO2w} = CO_2 kontsentratsioon niiskes lahjendatud heitgaasis [mahuprotsent]

c_{CO2d} = CO_2 kontsentratsioon kuivas lahjendatud heitgaasis [mahuprotsent]

Kuivalt niiskele korrigeerimise tegur k_{w2} arvestab vee sisaldust nii sisselastavas kui ka lahjendusõhus ning see arvutatakse valemiga (7-27):

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

kus:

H_a = sisselastava õhu niiskus (g H_2O/kg kuiva õhku)

H_d = lahjendusõhu niiskus (g H_2O/kg kuiva õhku)

D = lahjendustegur (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2) [-]

2.2.2.2. Lahjendustegur

Lahjendustegur D [-] (mis on vajalik taustkorrektsiooniks ja k_{w2} arvutamiseks) leitakse valemiga (7-28):

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

kus:

F_S = stöhhiomeetriline tegur [-]

$c_{CO2,e}$ = CO_2 kontsentratsioon niiskes lahjendatud heitgaasis [mahuprotsent]

$c_{HC,e}$ = HC kontsentratsioon niiskes lahjendatud heitgaasis [ppm C1]

$c_{CO,e}$ = CO kontsentratsioon niiskes lahjendatud heitgaasis [ppm]

▼B

Stöhhiomeetriline tegur arvutatakse valemi (7-29) põhjal:

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

kus:

α = vesiniku-süsiniku molaarne suhe kütuses [-]

Kui kütuse koostis ei ole teada, võib alternatiivina kasutada järgmisi stöhhiomeetrilisi tegureid:

F_S (diislikütus) = 13,4

F_S (LPG) = 11,6

F_S (NG) = 9,5

F_S (E10) = 13,3

F_S (E85) = 11,5

Kui heitgaasi vooluhulka mõõdetakse vahetult, võib lahjendusteguri D [-] arvutada valemiga (7-30):

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

kus:

$q_{V\mathrm{CVS}}$ = lahjendatud heitgaasi vooluhulk (m^3/s)

$q_{V\mathrm{ew}}$ = lahjendamata heitgaasi vooluhulk (m^3/s)

2.2.2.3. Lahjendusõhk

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

ning

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

kus:

H_d = lahjendusõhu niiskus (g H_2O/kg, kuiv õhk)

2.2.2.4. Taustkorrigeeritud kontsentratsiooni määramine

Saasteainete tegelike kontsentratsioonide saamiseks lahutatakse lahjendusõhu gaasiliste saasteainete keskmised taustkontsentratsioonid mõõdetud kontsentratsioonidest. Saasteainete taustkontsentratsioonide keskmised väärtused võib määrata nn proovikoti meetodil või pideva mõõtmise ja integreerimise abil. Kasutatakse valemit (7-33):

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

kus:

c_{gas} = gaasilise heite tegelik kontsentratsioon [ppm või mahuprotsent]

$c_{gas,e}$ = heite kontsentratsioon niiskes lahjendatud heitgaasis [ppm või mahuprotsent]

c_d = heite kontsentratsioon niiskes lahjendusõhus [ppm või mahuprotsent]

D = lahjendustegur (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2) [-]

▼B

2.2.3. Komponendi eritegur u

Lahjendatud gaasi komponendi eriteguri u_{gas} saab arvutada kas valemiga (7-34) või võtta tabelist 7.2; tabelis 7.2 on lähtutud eeldusest, et lahjendatud heitgaasi tihedus on võrdne õhu tihedusega.

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

kus:

M_{gas} = gaasikomponendi molaarmass [g/mol]

$M_{d,w}$ = lahjendatud gaasi molaarmass [g/mol]

$M_{da,w}$ = lahjendusõhu molaarmass [g/mol]

$M_{r,w}$ = heitgaasi molaarmass [g/mol]

D = lahjendustegur (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2) [-]

Tabel 7.2.

Lahjendamata heitgaasi u väärtused (kui heite kontsentratsioon on ühikutes ppm) ja komponentide tihedused

Kütus	r_e	Gaas					
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				ρ_{gas} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	(1)	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} (2)			
Diisli-kütus (maanteevälistel liikur-masinatel kasutatav gaasiõli)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Eriots-tarbelistes diiselmootorites kasutatav etanool (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Maagaas/biometaan (3)	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 (4)	0,001551	0,001128	0,000565
Propaan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butaan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
LPG (5)	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Bensiin (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Etanool (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(1) sõltuvalt kütusest
(2) tingimustes, kus λ = 2, kuiv õhk, 273 K, 101,3 kPa
(3) *u* väärtused täpsusega 0,2 massiprotsenti järgmise koostise puhul: C = 66–76 %; H = 22–25 %; N = 0–12 %
(4) NMHC leitakse $CH_{2,93}$ põhjal (kogu HC leidmiseks kasutatakse CH_4 u_{gas}-koefitsienti)
(5) *u* väärtused täpsusega 0,2 massiprotsenti järgmise koostise puhul: C3 = 70–90 %; C4 = 10–30 %

2.2.4. Heitgaasi massivooluhulga arvutamine

2.2.4.1. PDP-CVS-süsteem

Tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi mass [kg/katse] arvutatakse valemiga (7-35), kui lahjendatud heitgaasi m_{ed} temperatuur hoitakse soojusvaheti abil kogu tsükli vältel ± 6 K piires:

▼B

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

kus:

V_0 = pumba ühe pöördega pumbatava gaasi maht katsetingimustes (m^3/pööre)

n_P = pumba pöörete koguarv katse kohta [pööret/katse]

p_p = absoluutne rõhk pumba sisselaskeava juures [kPa]

$\overline{T}$ = lahjendatud heitgaasi keskmine temperatuur pumba sisselaskeava juures [K]

1,293 kg/m^3 = õhu tihedus 273,15 K ja 101,325 kPa juures

Kui kasutatakse vooluhulga kompenseerimisega süsteemi (soojusvahetita süsteem), arvutatakse lahjendatud heitgaasi mass $m_{ed,i}$ [kg] ajavahemiku kohta valemi (7-36) kohaselt:

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

kus:

V_0 = pumba ühe pöördega pumbatava gaasi maht katsetingimustes (m^3/pööre)

p_p = absoluutne rõhk pumba sisselaskeava juures [kPa]

$n_{P,i}$ = pumba pöörete koguarv ajavahemikus i [rev/Δt]

$\overline{T}$ = lahjendatud heitgaasi keskmine temperatuur pumba sisselaskeava juures [K]

1,293 kg/m^3 = õhu tihedus 273,15 K ja 101,325 kPa juures

2.2.4.2. CFV-CVS-süsteem

Tsükli jooksul tekkinud massivooluhulk m_{ed} [g/katse] arvutatakse valemiga (7-37), kui lahjendatud heitgaasi temperatuur hoitakse soojusvaheti abil kogu tsükli vältel ± 11 K piires:

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

kus:

t = tsükli kestus [s]

K_V = kriitilise voolurežiimiga Venturi toru kalibreerimistegur standardtingimustel $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

p_p = absoluutne rõhk Venturi toru sisselaskeava juures [kPa]

T = absoluutne temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

1,293 kg/m^3 = õhu tihedus 273,15 K ja 101,325 kPa juures

Kui kasutatakse vooluhulga kompenseerimisega süsteemi (soojusvahetita süsteem), arvutatakse lahjendatud heitgaasi mass $m_{ed,i}$ [kg] ajavahemiku kohta valemi (7-38) kohaselt:

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

▼B

kus:

Δt_i = katse ajavahemik [s]

K_V = kriitilise voolurežiimiga Venturi toru kalibreerimistegur standardtingimustel $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

p_p = absoluutne rõhk Venturi toru sisselaskeava juures [kPa]

T = absoluutne temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

1,293 kg/m^3 = õhu tihedus 273,15 K ja 101,325 kPa juures

2.2.4.3. SSV-CVS-süsteem

Tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi mass m_{ed} [kg/katse] arvutatakse valemiga (7-39), kui lahjendatud heitgaasi temperatuur hoitakse tsükli käigus soojusvaheti abil ± 11 K piires:

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

kus:

1,293 kg/m^3 = õhu tihedus 273,15 K ja 101,325 kPa juures

Δt = sükli kestus [s]

q_{VSSV} = õhuvooluhulk standardtingimustes (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

ning

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

kus:

A_0 = konstantide ja ühikute teisendamise kogum = 0,0056940 $\left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

d_V = SSV ahendi läbimõõt [mm]

C_d = SSV vooluhulgategur [-]

p_p = absoluutne rõhk Venturi toru sisselaskeava juures [kPa]

T_{in} = temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

r_p = SSV ahendi ja sisselaskeava absoluutse staatilise rõhu suhe, $\left(1 - \frac{\Delta P}{P_a}\right)$ [-]

r_D = SSV ahendi läbimõõdu ja sisselasketoru siseläbimõõdu suhe $\frac{d}{D}$ [–]

Kui kasutatakse vooluhulga kompenseerimisega süsteemi (soojusvahetita süsteem), arvutatakse lahjendatud heitgaasi mass $m_{ed,i}$ [kg] ajavahemiku kohta valemi (7-41) kohaselt:

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

kus:

1,293 kg/m^3 = õhu tihedus 273,15 K ja 101,325 kPa juures

Δt_i = ajavahemik [s]

q_{VSSV} = SSV vooluhulk [m^3/s]

▼B

2.3. Tahkete osakeste heite arvutamine

2.3.1. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelised katsetsüklid (RMC)

Tahkete osakeste mass arvutatakse pärast tahkete osakeste proovi massi korrigeerimist üleslükkejõu suhtes vastavalt punktile 8.1.12.2.5.

2.3.1.1. Osavoolahjendussüsteem

2.3.1.1.1. Proovivõtusuhtel põhinev arvutus

Tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste heide m_{PM} [g] arvutatakse valemi (7-42) kohaselt:

$$m_{PM} = \frac{m_f}{r_s \cdot 1\,000} \quad (7\text{-}42)$$

kus:

m_f = tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste mass [mg]

r_s = keskmine proovivõtusuhe tsükli jooksul [-]

ning:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \cdot \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (7\text{-}43)$$

kus:

m_{se} = tsükli jooksul tekkinud lahjendamata heitgaasi proovi mass [kg]

m_{ew} = tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi kogumass [kg]

m_{sep} = kübemefiltreid läbiva lahjendatud heitgaasi mass [kg]

m_{sed} = lahjendustunnelit läbiva lahjendatud heitgaasi mass [kg]

Täisproovivõtusüsteemi puhul on m_{sep} ja m_{sed} identsed.

2.3.1.1.2. Lahjendusastmel põhinev arvutus

Tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste heide m_{PM} [g] arvutatakse valemi (7-44) kohaselt:

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{edf}}{1\,000} \quad (7\text{-}44)$$

kus:

m_f = tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste mass [mg]

m_{sep} = kübemefiltreid läbiva lahjendatud heitgaasi mass [kg]

m_{edf} = tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi ekvivalentmass [kg]

Tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi kogumassi ekvivalent m_{edf} [kg] määratakse valemiga (7-45):

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

ning:

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} - q_{mdw,i} \quad (7\text{-}46)$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{q_{mdew,i} - q_{mdw,i}} \quad (7\text{-}47)$$

▼B

kus:

$q_{medf,i}$ = lahjendatud heitgaasi hetke massivooluhulga ekvivalent [kg/s]

$q_{mew,i}$ = niiske heitgaasi hetke massivooluhulk [kg/s]

$r_{d,i}$ = lahjendusastme hetkeväärtus [-]

$q_{mdew,i}$ = niiske heitgaasi hetke massivooluhulk [kg/s]

$q_{mdw,i}$ = lahjendusõhu massivooluhulga hetkeväärtus [kg/s]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

2.3.1.2. Täisvoolahjendussüsteem

Heite mass arvutatakse valemi (7-48) põhjal:

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

kus:

m_f = on tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste proovi mass [mg]

m_{sep} = on kübemefiltreid läbiva lahjendatud heitgaasi mass [kg]

m_{ed} = on tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi mass [kg]

ning

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

kus:

m_{set} = tahkete osakeste kogumisfiltreid läbiva kaheastmeliselt lahjendatud heitgaasi mass [kg]

m_{ssd} = sekundaarse lahjendusõhu mass [kg]

2.3.1.2.1. Taustkorrigeerimine

Tahkete osakeste massi $m_{PM,c}$ [g] taustkorrektsiooni võib teha valemiga (7-50):

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

kus:

m_f = tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste mass [mg]

m_{sep} = kübemefiltreid läbiva lahjendatud heitgaasi mass [kg]

m_{sd} = taustosakeste proovivõtturiga kogutud lahjendusõhu mass [kg]

m_b = lahjendusõhust kogutud taustosakeste mass [mg]

m_{ed} = tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi mass [kg]

D = lahjendustegur (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2) [-]

▼B

2.3.2. Arvutamine üksikrežiimis NRSC katse puhul

2.3.2.1. Lahjendussüsteem

Kõik arvutused põhinevad proovivõtuaja individuaalsete režiimide *i* keskmistel väärtustel.

a) osavoolahjenduse puhul määratakse lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent valemi (7-51) ja joonisel 9.2 näidatud vooluhulga mõõtmise süsteemi abil:

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

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

kus:

q_{medf} = lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent [kg/s]

q_{mew} = niiske heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

r_d = lahjendusaste [-]

q_{mdew} = lahjendatud niiske heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

q_{mdw} = lahjendusõhu massivooluhulk [kg/s]

b) Täisvoolahjendussüsteemides kasutatakse suurust q_{mdew} suurusena q_{medf}.

2.3.2.2. Tahkete osakeste massivooluhulga arvutamine

Tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste heide q_{mPM} [g/h] arvutatakse valemiga (7-53), (7-56), (7-57) või (7-58):

a) ühefiltrimeetodi korral

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

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

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

kus:

q_{mPM} = tahkete osakeste massivooluhulk [g/h]

m_f = tsükli jooksul tekkinud tahkete osakeste mass [mg]

$\overline{q_{medf}}$ = keskmine niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent [kg/s]

$q_{medf,i}$ = niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent režiimis *i* [kg/s]

WF_i = kaalutegur režiimis *i* [-]

m_{sep} = kübemefiltreid läbiva lahjendatud heitgaasi mass [kg]

$m_{sep,i}$ = kübemefiltri läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass režiimis *i* [kg]

N = mõõtmiste arv [-];

▼B

b) mitmefiltrimeetodi korral

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

kus:

q_{mPMi} = tahkete osakeste massivooluhulk režiimis i [g/h]

m_{fi} = režiimis i kogutud tahkete osakeste proovi mass [mg]

q_{medfi} = niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent režiimis i [kg/s]

m_{sepi} = kübemefiltri läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass režiimis i [kg]

Tahkete osakeste mass katsetsüklis määratakse proovivõtuaja individuaalsete režiimide i keskmiste väärtuste summeerimise teel

Tahkete osakeste massivooluhulga q_{mPM} [g/h] või q_{mPMi} [g/h] puhul võib teha taustkorrektsiooni järgmiselt:

c) ühefiltrimeetodi korral

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

kus:

q_{mPM} = tahkete osakeste massivooluhulk [g/h]

m_f = kogutud tahkete osakeste proovi mass [mg]

m_{sep} = kübemefiltri läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass [kg]

$m_{f,d}$ = lahjendusõhust kogutud tahkete osakeste proovi mass [mg]

m_d = kübemefiltrid läbinud lahjendusõhuproovi mass [kg]

D_i = lahjendustegur režiimis i (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2.) [-]

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

$\overline{q_{medf}}$ = keskmine niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent [kg/s]

d) mitmefiltrimeetodi korral

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

kus:

q_{mPMi} = tahkete osakeste massivooluhulk režiimis i [g/h]

m_{fi} = režiimis i kogutud tahkete osakeste proovi mass [mg]

m_{sepi} = kübemefiltri läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass režiimis i [kg]

$m_{f,d}$ = lahjendusõhust kogutud tahkete osakeste proovi mass [mg]

m_d = kübemefiltrid läbinud lahjendusõhuproovi mass [kg]

▼B

D = lahjendustegur (vt valem (7-28) punktis 2.2.2.2) [-]

q_{medfi} = lahjendatud niiske heitgaasi massivooluhulga ekvivalent režiimis i [kg/s]

Enam kui ühe mõõtmise puhul asendatakse liige $m^{f,d}/m^{d}$ liikmega $\overline{m_{f,d}/m_{d}}$.

2.4. Tsükli töö ja eriheide

2.4.1. Gaasiline heide

2.4.1.1. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelised katsetsüklid (RMC)

Lahjendamata ja lahjendatud heitgaasi puhul tuleb lähtuda vastavalt punktidest 2.1 ja 2.2. Võimsuse P [kW] tuletatud väärtused summeeritakse üle kogu katsefaasi. Kogutöö W_{act} [kWh] arvutatakse valemiga (7-59):

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

kus:

P_i = mootori hetkevõimsus [kW]

n_i = mootori hetkkiirus [p/min]

T_i = mootori pöördemomendi hetkeväärtus (Nm)

W_{act} = tsükli tegelik töö [kWh]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

Kui VI lisa 2. liite kohaselt on paigaldatud lisaseadmeid, ei ole valemis (7-59) mootori pöördemomendi hetkeväärtust lubatud kohandada. Kui käesoleva määruse VI lisa punkti 6.3.2 või 6.3.3 kohaselt on katse jaoks vajalikud lisaseadmed jäetud paigaldamata või kui on paigaldatud lisaseadmeid, mis tulnuks katse ajaks eemaldada, kohandatakse valemis (7-59) kasutatud T_i väärtust valemiga (7-60):

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

kus:

$T_{i,meas}$ = mootori pöördemomendi mõõdetud hetkeväärtus

$T_{i,AUX}$ = lisaseadmete käitamiseks vajaliku pöördemomendi vastav väärtus, mis määratakse käesoleva määruse VI lisa punkti 7.7.2.3.2 kohaselt.

Eriheide e_{gas} [g/kWh] arvutatakse sõltuvalt katsetsükli liigist järgmiselt.

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

kus:

m_{gas} = heite kogumass [g/katse]

W_{act} = tsükli töö [kWh]

▼B

NRTC katsel peab muu kui CO_2 heite puhul lõplik katsetulemus e_{gas} [g/kWh] olema külmkäivituskatse ja kuumkäivituskatse kaalutud keskmine, mis arvutatakse valemiga (7-62):

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

kus:

m_{cold} on NRTC külmkäivituskatse heite mass [g]

$W_{act,\ cold}$ on NRTC külmkäivituskatse tegelik tsükli töö [kWh]

m_{hot} on NRTC kuumkäivituskatse heite mass [g]

$W_{act,\ hot}$ on NRTC kuumkäivituskatse tegelik tsükli töö [kWh]

NRTC katsel arvutatakse CO_2 puhul lõplik katsetulemus e_{CO2} [g/kWh] NRTC kuumkäivituskatse põhjal valemiga (7-63):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}63)$$

kus:

$m_{CO2,\ hot}$ on NRTC kuumkäivituskatse CO_2 heite mass [g]

$W_{act,\ hot}$ on NRTC kuumkäivituskatse tegelik tsükli töö [kWh]

2.4.1.2. Üksikrežiimis NRSC katse

Eriheide e_{gas} [g/kWh] arvutatakse valemiga (7-64):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{mgasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}64)$$

kus:

$q_{mgas,i}$ = keskmine heite massivooluhulk režiimis i [g/h]

P_i = mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = P_{m,i} + P_{aux\,i}$ (vt punktid 6.3 ja 7.7.1.3)

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

2.4.2. Tahkete osakeste heide

2.4.2.1. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelised katsetsüklid (RMC)

Tahkete osakeste eriheide arvutatakse valemiga (7-61), kus näitajad e_{gas} [g/kWh] ja m_{gas} [g/katse] asendatakse näitajatega e_{PM} [g/kWh] ja m_{PM} [g/katse]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}65)$$

kus:

m_{PM} = tahkete osakeste heite kogumass, mis on arvutatud vastavalt punktile 2.3.1.1 või 2.3.1.2 [g/katse]

W_{act} = tsükli töö [kWh]

▼B

Kombineeritud siirdetsükli (st kuum- ja külmkäivitusega NRTC katse) heide arvutatakse nii, nagu esitatud punktis 2.4.1.1.

2.4.2.2. Üksikrežiimis NRSC katse

Tahkete osakeste eriheide e_{PM} [g/kWh] arvutatakse valemiga (7-66) või (7-67):

a) ühefiltrimeetodi korral

$$e_{PM} = \frac{q_{mPM}}{\sum_{i=1}^{N}(P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}66)$$

kus:

P_i = mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = P_{m,i} + P_{auxi}$ (vt VI lisa punktid 6.3 ja 7.7.1.3)

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

q_{mPM} = tahkete osakeste massivooluhulk [g/h]

b) mitmefiltrimeetodi korral

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(q_{mPMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N}(P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}67)$$

kus:

P_i = mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = P_{m,i} + P_{auxi}$ (vt punktid 6.3 ja 7.7.1.3)

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

q_{mPMi} = tahkete osakeste massivooluhulk režiimis i [g/h]

Ühefiltrimeetodi puhul arvutatakse iga režiimi efektiivne kaalutegur WF_{ei} valemiga (7-68):

$$WF_{ei} = \frac{m_{sepi} \cdot \overline{q_{medf}}}{m_{sep} \cdot \overline{q_{medfi}}} \quad (7\text{-}68)$$

kus:

m_{sepi} = kübemefiltrid läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass režiimis i [kg]

$\overline{q_{medf}}$ = keskmine lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent [kg/s]

q_{medfi} = lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent režiimis i [kg/s]

m_{sep} = kübemefiltrid läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass [kg]

Efektiivsete kaalutegurite väärtuse erinevus XVII lisa 1. liites loetletud kaalutegurite väärtustest võib olla kuni 0,005 (absoluutväärtus).

▼B

2.4.3. Perioodilise (harva toimuva) regenereerimisega heitekontrollisüsteemi arvestav korrektsioon

Muude kui RLL-kategooria mootorite puhul, mis on varustatud heitgaaside järeltöötlussüsteemiga, mille regenereerimine toimub perioodiliselt (harva) (vt VI lisa punkt 6.6.2), korrigeeritakse punktide 2.4.1 ja 2.4.2 kohaselt arvutatud gaasiliste ja tahkete osakeste eriheidet multiplikatiivse korrektsiooniteguriga või sobiva ülespoole korrigeerimise teguriga. Kui katse ajal ei toimunud perioodilist regenereerimist, kasutatakse ülespoole korrigeerimise tegurit ($k_{ru,m}$ või $k_{ru,a}$). Kui katse ajal toimus perioodiline regenereerimine, kasutatakse allapoole korrigeerimise tegurit ($k_{rd,m}$ või $k_{rd,a}$). Kui üksikrežiimis NRSC katsetsükli puhul on iga režiimi jaoks määratud kindlaks korrektsiooni tegurid, kasutatakse neid igas režiimis heite kaalutud väärtuse arvutamisel.

2.4.4. Halvendustegurit arvestav korrektsioon

Punktide 2.4.1 ja 2.4.2 kohaselt arvutatud gaasiliste ja tahkete osakeste eriheidet, mis on vajaduse korral saadud punktis 2.4.3 sätestatud perioodilise regenereerimise korrektsiooni tegurit kasutades, korrigeeritakse sobiva multiplikatiivse või aditiivse halvendusteguriga, mis on määratud vastavalt III lisa nõuetele.

2.5. Lahjendatud heitgaasivoolu (CVS) kalibreerimine ja sellega seotud arvutused

Püsimahuproovivõtu süsteem (CVS) kalibreeritakse täpse vooluhulgamõõturi ja voolutakistust reguleeriva seadme abil. Süsteemi läbivat vooluhulka mõõdetakse erinevate voolutakistuste korral ning määratakse kindlaks süsteemi juhtparameetrid ja need seostatakse vooluhulgaga.

Kasutada võib eri tüüpi vooluhulgamõõtureid, näiteks kalibreeritud Venturi toru, kalibreeritud laminaarset vooluhulgamõõturit, kalibreeritud turbiinmõõturit.

2.5.1. Mahtpump (PDP)

Kõik pumbaga seotud parameetrid mõõdetakse samaaegselt pumbaga jadaühenduses oleva kalibreerimiseks kasutatava Venturi toru parameetritega. Arvutatud vooluhulk (m^3/s pumba sisselaskeava juures, absoluutsel rõhul ja temperatuuril) esitatakse graafiliselt korrelatsioonifunktsioonina, mis vastab pumba parameetrite teatavale kombinatsioonile. Seejärel koostatakse lineaarvalem, mis väljendab seost pumba vooluhulga ja korrelatsioonifunktsiooni vahel. Kui CVS-süsteemil on mitu käituskiirust, siis kalibreeritakse kõik kasutatavad vahemikud.

Kalibreerimise ajal tuleb hoida temperatuur muutumatuna.

Lekked kõigis ühendustes ja torudes kalibreerimiseks kasutatava Venturi toru ja CVS-süsteemi pumba vahel peavad jääma alla 0,3 % kõige väiksema vooluga punkti väärtusest (suurima piiranguga ja väikseima mahtpumba töökiirusega punkt).

Õhuvoolu kiirus (q_{VCVS}) iga voolutakistuse väärtuse korral (vähemalt 6 väärtust) arvutatakse tootja poolt ette nähtud meetodil vooluhulgamõõturi andmete põhjal standardühikutes (m^3/s). Õhuvooluhulk teisendatakse seejärel pumba väljundvooluhulgaks (V_0) [m^3/pööre] pumba sisselaskeavas oleva absoluuttemperatuuri ja -rõhu juures valemiga (7-69):

▼B

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273{,}15} \cdot \frac{101{,}325}{p_p} \quad (7\text{-}69)$$

kus:

q_{VCVS} = õhuvooluhulk standardtingimustes (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

T = temperatuur pumba sisselaskeava juures [K]

p_p = absoluutne rõhk pumba sisselaskeava juures [kPa]

n = pumba pöörlemissagedus [pööret/s]

Et võtta arvesse pumbas esinevate rõhuerinevuste ja pumbas tekkiva libisemise vastastikust mõju, kasutatakse korrelatsioonifunktsiooni (X_0 [s/pööre], mis seob pumba pöörlemissagedust, pumba sisse- ja väljalaskeava rõhkude vahet ja pumba väljalaskeava absoluutset rõhku ning mis arvutatakse valemiga (7-70):

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (7\text{-}70)$$

kus:

Dp_p = pumba sisse- ja väljalaskeava vaheline rõhkude erinevus [kPa]

p_p = absoluutne rõhk pumba väljalaskeava juures [kPa]

n = pumba pöörlemissagedus [pööret/s]

Kalibreerimiskõvera koostamiseks kasutatakse lineaarset lähendust vähimruutude meetodil valemiga (7-71):

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \quad (7\text{-}71)$$

D_0 [m^3/pööre] ja m [m^3/s] on vastavalt telglõik ning tõus, mis kirjeldavad regressioonisirget.

Mitme kiirusega CVS-süsteemi puhul peavad pumba erinevatele vooluhulkadele vastavad kalibreerimiskõverad olema ligikaudu paralleelsed ning telglõikudele vastavad väärtused (D_0) peavad pumba vooluhulga vähenemisel suurenema.

Valemi abil arvutatud väärtused peavad vastama mõõdetud väärtustele V_0 täpsusega ± 0,5 %. m väärtused on iga pumba puhul erinevad. Tahkete osakeste juurdevoolu tõttu väheneb aja jooksul pumba libisemismäär, mida näitab m väärtuste vähenemine. Seetõttu tuleb pumpa kalibreerida nii kasutuselevõtmisel, pärast suuremaid hooldustöid kui ka siis, kui kogu süsteemi kontrollimisel ilmneb libisemismäära muutus.

2.5.2. Kriitilise voolurežiimiga Venturi toru (CFV)

Kriitilise voolurežiimiga Venturi toru kalibreerimisel võetakse aluseks Venturi toru kriitilise vooluhulga valem. Gaasi voolukiirust väljendatakse Venturi toru sisselaskerõhu ja temperatuuri funktsioonina.

Kriitilise vooluhulga määramiseks koostatakse graafik K_V ja Venturi toru sisselaskerõhu vahelise sõltuvuse kohta. Kriitilise (drosseldatud) vooluhulga korral on K_V väärtus suhteliselt konstantne. Rõhu langedes (vaakumi suurenedes) voolutõkestus Venturi torus kaob ning K_V väheneb, mis näitab, et CFV töötab väljaspool lubatavat vahemikku.

▼B

Õhuvoolu kiirus (q_{VCVS}) iga voolutakistuse väärtuse korral (vähemalt 8 väärtust) arvutatakse tootja poolt ette nähtud meetodil vooluhulgamõõturi andmete põhjal standardühikutes (m^3/s). Kalibreerimistegur K_V $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ arvutatakse iga seade kohta kalibreerimisandmete põhjal valemiga (7-72):

$$K_V = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \quad (7\text{-}72)$$

kus:

q_{VSSV} = õhuvooluhulk standardtingimustes (101,325 kPa, 273,15 K) $[m^3/s]$

T = temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

p_p = absoluutne rõhk Venturi toru sisselaskeava juures [kPa]

Tuleb arvutada keskmine K_V ja standardhälve. Standardhälbe erinevus ei tohi olla suurem kui ± 0,3 % K_V keskmisest väärtusest.

2.5.3. Eelhelikiirusega Venturi toru (SSV)

SSV kalibreerimisel võetakse aluseks eelhelikiirusega Venturi toru vooluhulga valem. Gaasivool on sisselaskeava rõhu ja temperatuuri ning SSV sisselaskeava ja ahendi vahelise rõhulanguse funktsioon, nagu on näha valemist (7-40).

Õhuvoolu kiirus (q_{VSSV}) iga voolutakistuse väärtuse korral (vähemalt 16 väärtust) arvutatakse tootja poolt ette nähtud meetodil vooluhulgamõõturi andmete põhjal standardühikutes (m^3/min). Vooluhulgategur iga seade kohta arvutatakse kalibreerimisandmete põhjal valemiga (7-73):

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{\frac{A_0}{60} d_V^2 p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T_{in,V}} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}} \quad (7\text{-}73)$$

kus:

A_0 = konstantide ja ühikute teisendamise kogum $= 0{,}0056940 \left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

q_{VSSV} = õhuvooluhulk standardtingimustes (101,325 kPa, 273,15 K) $[m^3/s]$

$T_{in,V}$ = temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

d_V = SSV ahendi läbimõõt [mm]

r_p = SSV ahendi ja sisselaskeava absoluutse staatilise rõhu suhe $= 1 - \Delta p/p_p$ [-]

r_D = SSV ahendi läbimõõdu d_V ja sisselasketoru siseläbimõõdu D suhe [-]

Eelhelikiirusega voo vooluhulga vahemiku määramiseks esitatakse C_d Reynoldsi arvu Re funktsioonina SSV ahendis. Re SSV ahendis arvutatakse valemi (7-74) põhjal:

$$Re = A_1 \cdot 60 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_V \cdot \mu} \quad (7\text{-}74)$$

ning

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (7\text{-}75)$$

▼B

kus:

A_1 = konstantide ja ühikute teisendamise kogum = 27,43831 $\left[\frac{Kg}{m^3} \cdot \frac{min}{s} \cdot \frac{mm}{m}\right]$

q_{VSSV} = õhuvooluhulk standardtingimustes (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

d_V = SSV ahendi läbimõõt [mm]

μ = gaasi absoluutne või dünaamiline viskoossus [kg/(m · s)]

b = $1{,}458 \times 10^6$ (empiiriline konstant) [kg/(m · s · $K^{0,5}$)]

S = 110,4 (empiiriline konstant) [K]

Kuna q_{VSSV} on *Re* valemi sisendiks, tuleb arvutusi alustada esialgse oletusega kalibreerimiseks kasutatava Venturi toru q_{VSSV} või C_d väärtuste kohta; arvutusi korratakse, kuni q_{VSSV} väärtused kokku langevad. See konvergentsimeetod peab andma täpsuseks vähemalt 0,1 % punkti väärtusest.

Vähemalt kuueteist punkti puhul eelhelikiirusega voolu alas peavad C_d kalibreerimiskõvera valemist arvutatud väärtused jääma iga kalibreerimispunkti puhul vahemikku ± 0,5 % mõõdetud C_d väärtusest.

2.6. Korrigeerimine triivi suhtes

2.6.1. Üldine menetlus

Käesolevas jaos esitatud arvutused on ette nähtud selleks, et teha kindlaks, kas gaasianalüsaatori triiv muudab katsefaasi tulemused kehtetuks. Kui triiv ei muuda katsefaasi tulemusi kehtetuks, tuleb katsefaasis saadud gaasianalüsaatori näitusid korrigeerida triivi suhtes vastavalt punktile 2.6.2. Kõikides järgnevates heitearvestustes tuleb kasutada triivi suhtes korrigeeritud gaasianalüsaatori näitusid. Gaasianalüsaatori triivi lubatud künnis katsefaasi käigus on esitatud VI lisa punktis 8.2.2.2.

Üldises katsemenetluses järgitakse 1. liite sätteid, nii et kontsentratsioonid x_i või $\overline{x}$ asendatakse kontsentratsioonidega c_i või $\overline{c}$.

2.6.2. Arvutamismenetlus

Korrektsioon triivi suhtes arvutatakse valemi (7-76) põhjal:

$$c_{\,i\text{driftcor}} = c_{\,\text{refzero}} + (c_{\,\text{refspan}} - c_{\,\text{refzero}}) \frac{2c_{\,i} - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})}{(c_{\,\text{prespan}} + c_{\,\text{postspan}}) - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})} \quad (7\text{-}76)$$

kus:

$c_{idriftcor}$ = triivi suhtes korrigeeritud kontsentratsioon [ppm]

$c_{refzero}$ = nullgaasi etalonkontsentratsioon, mis on harilikult null, kui ei ole ette nähtud teisiti [ppm]

$c_{refspan}$ = võrdlusgaasi etalonkontsentratsioon [ppm]

$c_{prespan}$ = gaasianalüsaatori katsefaasieelne reageering võrdlusgaasi kontsentratsioonile [ppm]

$c_{postspan}$ = gaasianalüsaatori katsefaasijärgne reageering võrdlusgaasi kontsentratsioonile [ppm]

▼B

c_i or $\overline{c}$ = katse ajal registreeritud, s.t mõõdetud kontsentratsioon enne korrigeerimist triivi suhtes ppm]

$c_{prezero}$ = gaasianalüsaatori katsefaasieelne reageering nullgaasi kontsentratsioonile [ppm]

$c_{postzero}$ = gaasianalüsaatori katsefaasijärgne reageering nullgaasi kontsentratsioonile [ppm]

3. **Molaarsuspõhised heitearvutused**

3.1. Allindeksid

	Tähendus
abs	absoluutne kogus
act	tegelik kogus
air	õhk, kuiv
atmos	atmosfääriline
bkgnd	taust
C	süsinik
cal	kalibreerimiskogus
CFV	kriitilise voolurežiimiga Venturi toru
cor	korrigeeritud kogus
dil	lahjendusõhk
dexh	lahjendatud heitgaas
dry	kuiv kogus
exh	lahjendamata heitgaas
exp	eeldatav kogus
eq	ekvivalentkogus
fuel	kütus
	hetkeväärtus (nt 1 Hz)
i	seeria osa
idle	tühikäigu olek
in	sisendkogus
init	algkogus, tavaliselt enne heitekatset
max	maksimaalne (st tipp-) väärtus
meas	mõõdetud kogus
min	miinimumväärtus
mix	õhu molaarmass
out	väljuv kogus

▼B

	Tähendus
part	osakogus
PDP	mahtpump
raw	lahjendamata heitgaas
ref	võrdluskogus
rev	pööre
sat	küllastunud olek
slip	PDP libisemine
smpl	proovivõtt
span	kalibreerimiskogus
SSV	eelhelikiirusega Venturi toru
std	standardkogus
test	katsekogus
total	üldkogus
uncor	korrigeerimata kogus
vac	kogus vaakumi korral
weight	kalibreerimiskaal
wet	kogus niiskes heitgaasis
zero	nullkogus

3.2. Keemilise tasakaalu tähised

$x_{dil/exh}$ = lahjendusgaasi või liigse õhu kogus heitgaasi mooli kohta;

x_{H2Oexh} = vee kogus heitgaasis heitgaasi mooli kohta;

$x_{Ccombdry}$ = kütusest pärinev süsinikukogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta

$x_{H2Oexhdry}$ = vee kogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta

$x_{prod/intdry}$ = kuivade stöhhiomeetriliste ainete kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta

$x_{dil/exhdry}$ = lahjendusgaasi ja/või liigse õhu kogus kuiva heitgaasi mooli kohta

$x_{int/exhdry}$ = sisselastava õhu kogus, mis on vajalik tegelike põlemissaaduste tekitamiseks, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta

$x_{raw/exhdry}$ = lahjendamata heitgaasi kogus, ilma õhu ülejäägita, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta

$x_{O2intdry}$ = sisselastava õhu O_2 kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta;

$x_{CO2intdry}$ = sisselastava õhu CO_2 kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta;

▼B

$x_{H2Ointdry}$ = sisselastava õhu H_2O kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta;

x_{CO2int} = sisselastava õhu CO_2 kogus sisselastava õhu mooli kohta;

x_{CO2dil} = lahjendusgaasi CO_2 kogus lahjendusgaasi mooli kohta;

$x_{CO2dildry}$ = lahjendusgaasi CO_2 kogus kuiva lahjendusgaasi mooli kohta;

$x_{H2Odildry}$ = lahjendusgaasi H_2O kogus kuiva lahjendusgaasi mooli kohta;

x_{H2Odil} = lahjendusgaasi H_2O kogus lahjendusgaasi mooli kohta;

$x_{[emission]meas}$ = vastava gaasianalüsaatori proovis mõõdetud heite kogus;

$x_{[emission]dry}$ = heite kogus kuiva proovi kuiva mooli kohta;

$x_{H2O[emission]meas}$ = vee kogus proovis heite määramise kohas

x_{H2Oint} = vee kogus sisselastavas õhus sisselastava õhu niiskuse mõõtmisandmete põhjal

3.3. Peamised parameetrid ja seosed

3.3.1. Kuiv õhk ja keemilised ühendid

Käesolevas jaos kasutatakse kuiva õhu koostise kohta järgmisi väärtusi:

$x_{O2airdry}$ = 0,209445 mol/mol

$x_{Arairdry}$ = 0,00934 mol/mol

$x_{N2airdry}$ = 0,78084 mol/mol

$x_{CO2airdry}$ = 375 μmol/mol

Käesolevas jaos kasutatakse järgmisi keemiliste ühendite molaarmasse või efektiivseid molaarmasse:

M_{air} = 28,96559 g/mol (kuiv õhk)

M_{Ar} = 39,948 g/mol (argoon)

M_{C} = 12,0107 g/mol (süsinik)

M_{CO} = 28,0101 g/mol (süsinikmonooksiid)

M_{CO2} = 44,0095 g/mol (süsinikdioksiid)

M_{H} = 1,00794 g/mol (atomaarne vesinik)

M_{H2} = 2,01588 g/mol (molekulaarne vesinik)

M_{H2O} = 18,01528 g/mol (vesi)

M_{He} = 4,002602 g/mol (heelium)

M_{N} = 14,0067 g/mol (atomaarne lämmastik)

M_{N2} = 28,0134 g/mol (molekulaarne lämmastik)

M_{Nox} = 46,0055 g/mol (lämmastikoksiidid (*))

M_{O} = 15,9994 g/mol (atomaarne hapnik)

M_{O2} = 31,9988 g/mol (molekulaarne hapnik)

▼B

M_{C3H8} = 44,09562 g/mol (propaan)

M_S = 32,065 g/mol (väävel)

M_{HC} = 13,875389 g/mol (süsivesinike koguheide (**))

(**) HC efektiivne molaarmass määratakse vesiniku-süsiniku aatomite arvulise suhte α (1,85) põhjal;

(*) NO_x efektiivne molaarmass määratakse lämmastikdioksiidi molaarmassi NO_2 põhjal.

Käesolevas jaos kasutatakse ideaalgaaside puhul universaalset gaasikonstanti R:

R = 8,314472J (mol · K)

Käesolevas jaos kasutatakse lahjendusõhu ja lahjendatud heitgaasi puhul järgmisi erisoojuse suhteid γ [J/(kg · K)]/[J/(kg · K)]:

γ_{air} = 1,399 (sisselastava õhu või lahjendusõhu erisoojuste suhe)

γ_{dil} = 1,399 (lahjendatud heitgaasi erisoojuste suhe)

γ_{exh} = 1,385 (lahjendamata heitgaasi erisoojuste suhe)

3.3.2. Niiske õhk

Käesolevas jaos kirjeldatakse, kuidas määrata vee kogust ideaalgaasis:

3.3.2.1. Veeauru rõhk

Veeauru rõhk p_{H2O} [kPa] arvutatakse antud küllastustemperatuuri tingimuste T_{sat} [K] puhul valemiga (7-77) või (7-78):

a) kui niiskust mõõdetakse ümbritseva õhu temperatuuril vahemikus 0 kuni 100 °C või kui niiskust mõõdetakse allajahutatud vee kohal ümbritseval temperatuuril vahemikus – 50 kuni 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = 10{,}79574 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) - 5{,}02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) + 1{,}50475 \cdot 10^{-4} \cdot \left(1 - 10^{-8{,}2969 \cdot \left(\frac{T_{sat}}{273{,}16} - 1\right)}\right) + 0{,}42873 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10^{4{,}76955 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right)} - 1\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}77)$$

kus:

p_{H2O} = veeauru rõhk küllastustemperatuuri tingimustes [kPa]

T_{sat} = vee küllastustemperatuur mõõdetud tingimusel [K]

b) kui niiskust mõõdetakse jää kohal ümbritseva õhu temperatuuril vahemikus – 100 kuni 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = -9{,}096853 \cdot \left(\frac{273{,}16}{T_{sat}} - 1\right) - 3{,}566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) + 0{,}876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}78)$$

kus:

T_{sat} = vee küllastustemperatuur mõõdetud tingimusel [K]

▼B

3.3.2.2. Kastepunkt

Kui niiskust mõõdetakse kastepunktina, saadakse vee kogus ideaalgaasis x_{H2O} [mol/mol] valemiga (7-79):

$$x_{H2O} = \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \quad (7\text{-}79)$$

kus:

x_{H2O} = vee kogus ideaalgaasis [mol/mol]

p_{H2O} = veeauru rõhk mõõdetud kastepunktis, $T_{sat}=T_{dew}$ [kPa]

p_{abs} = niiske staatiline absoluutrõhk kastepunkti mõõtmiskohas [kPa]

3.3.2.3. Suhteline niiskus

Kui niiskust mõõdetakse suhtelise õhuniiskusena *RH %*, arvutatakse ideaalgaasi vee kogus x_{H2O} [mol/mol] valemiga (7-80):

$$x_{H2O} = \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{P_{H2O}}{P_{abs}} \quad (7\text{-}80)$$

kus:

RH % = suhteline niiskus [%]

p_{H2O} = veeauru rõhk 100 %-lise suhtelise niiskuse juures suhtelise õhuniiskuse mõõtmiskoha juures, $T_{sat}=T_{amb}$ [kPa]

p_{abs} = niiske staatiline absoluutrõhk suhtelise õhuniiskuse mõõtmiskohas [kPa]

3.3.2.4. Kastepunkti määramine suhtelise niiskuse ja kuivtermomeetriga mõõdetud temperatuuri põhjal

Kui niiskust mõõdetakse suhtelise õhuniiskusena *RH %*, määratakse kastepunkt T_{dew} kuivtermomeetriga mõõdetud temperatuuri ja *RH %* põhjal valemiga (7-81):

$$T_{dew} = \frac{2{,}0798233 \cdot 10^{2} - 2{,}0156028 \cdot 10^{1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 4{,}6778925 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{2} - 9{,}2288067 \cdot 10^{-6} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{3}}{1 - 1{,}3319669 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 5{,}6577518 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\,(p_{H2O}^{2}) - 7{,}517286510 \cdot 10^{-5} \ln\,(p_{H2O}^{3})} \quad (7\text{-}81)$$

kus:

p_{H2O} = veeauru rõhk suhtelise niiskusena suhtelise õhuniiskuse mõõtmiskoha juures, $T_{sat} = T_{amb}$

T_{dew} = suhtelise niiskuse ja kuivtermomeetriga mõõdetud temperatuuri põhjal määratud kastepunkt

3.3.3. Kütuse omadused

Kütuse üldine keemiline valem on CHαOβS, kus α on vesiniku-süsiniku aatomite arvuline suhe (H/C), β hapniku-süsiniku aatomite arvuline suhe (O/C), γ väävli-süsiniku aatomite arvuline suhe (S/C) ja δ lämmastiku-süsiniku aatomite arvuline suhe (N/C). Selle valemi põhjal saab arvutada kütuse süsiniku massiosa w_C. Diislikütuse korral võib kasutada lihtsat valemit. Kütuse koostise vaikeväärtused võib võtta tabelist 7.3:

▼B

Tabel 7.3.

Vesiniku-süsiniku aatomite arvulise suhte (*α*), hapniku-süsiniku aatomite arvulise suhte (*β*), väävli-süsiniku aatomite arvulise suhte (γ) ja lämmastiku-süsiniku aatomite arvulise suhte (δ) vaikeväärtused ning kütuse süsiniku massiosa (w_C) võrdluskütuste puhul

Kütus	Vesiniku-, hapniku-, väävli- ja lämmastiku-süsiniku aatomite arvulised suhted $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$	Süsiniku massikontsentratsioon, w_C [g/g]
Diislikütus (maanteevälistel liikurmasinatel kasutatav gaasiõli)	$CH_{1.80}O_0S_0N_0$	0,869
Eriotstarbelistes diiselmootorites kasutatav etanool (ED95)	$CH_{2.92}O_{0,46}S_0N_0$	0,538
Bensiin (E10)	$CH_{1.92}O_{0,03}S_0N_0$	0,833
Bensiin (E0)	$CH_{1.85}O_0S_0N_0$	0,866
Etanool (E85)	$CH_{2.73}O_{0,36}S_0N_0$	0,576
LPG	$CH_{2.64}O_0S_0N_0$	0,819
Maagaas/biometaan	$CH_{3.78}O_{0\ 016}S_0N_0$	0,747

3.3.3.1. Süsiniku massikontsentratsiooni w_C arvutamine

Alternatiivina tabeli 7.3 vaikeväärtustele või juhul, kui kasutatud etalonkütuse kohta vaikeväärtused puuduvad, võib süsiniku massikontsentratsiooni w_C arvutada kütuse mõõdetud omaduste põhjal valemiga (7-82). Määratakse kütuse α ja β väärtused ja sisestatakse kõigil juhtudel valemisse, kuid γ ja δ võivad soovi korral jääda nulli, kui nende väärtus tabeli 7.3 vastaval real on null:

$$W_{\,C} = \frac{1 \cdot M_C}{M_{\,C} + \alpha \cdot M_{\,H} + \beta M_{\,o} + \gamma \cdot M_{\,S} + \delta M_{\,N}} \qquad (7\text{-}82)$$

kus:

M_C = süsiniku molaarmass.

α = põlevkütusesegu(de) vesiniku-süsiniku aatomite arvuline suhe, kaalutud molaarse kuluga

M_H = vesiniku molaarmass.

β = põlevkütusesegu(de) hapniku-süsiniku aatomite arvuline suhe, kaalutud molaarse kuluga

M_O = hapniku molaarmass.

γ = põlevkütusesegu(de) väävli-süsiniku aatomite arvuline suhe, kaalutud molaarse kuluga

M_S = väävli molaarmass.

δ = põlevkütusesegu(de) lämmastiku-süsiniku aatomite arvuline suhe, kaalutud molaarse kuluga

M_N = lämmastiku molaarmass.

▼B

3.3.4. Kogu HC (THC) kontsentratsiooni korrigeerimine algse saaste suhtes

HC mõõtmisel kasutatakse $x_{THC[THC\text{-}FID]}$ arvutamiseks VI lisa punktis 7.3.1.2 osutatud algse THC-saaste kontsentratsiooni $x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ väärtust ja valemit (7-83):

$$x_{THC[THC-FID]_{cor}} = x_{THC[THC-FID]_{uncorr}} - x_{THC[THC-FID]_{init}} \quad (7\text{-}83)$$

kus:

$x_{THC(THC\text{-}FID)cor}$ = saaste suhtes korrigeeritud THC kontsentratsioon [mol/mol]

$x_{THC(THC\text{-}FID)uncorr}$ = THC korrigeerimata kontsentratsioon [mol/mol]

$x_{THC(THC\text{-}FID)init}$ = algse THC-saaste kontsentratsioon [mol/mol]

3.3.5. Vooluhulgaga kaalutud keskmine kontsentratsioon

Käesoleva jao mõnes punktis võib teatud sätete kohaldatavuse kindlakstegemiseks olla vaja arvutada vooluhulgaga kaalutud keskmine kontsentratsioon. Vooluhulgaga kaalutud keskmine on suuruse keskmine väärtus pärast selle võrdelist kaalumist vastava vooluhulgaga. Näiteks kui mootori lahjendamata heitgaasist mõõdetakse gaasi kontsentratsiooni pidevalt, on selle vooluhulgaga kaalutud keskmine kontsentratsioon heitgaasi molaarsete vooluhulkade ja registreeritud kontsentratsioonide korrutiste summa, mis on jagatud registreeritud vooluhulkade summaga. Teise näitena on CVS-süsteemiga võetud proovi kontsentratsioon kotis sama nagu vooluhulgaga kaalutud keskmine kontsentratsioon, kuna CVS-süsteem määrab ise kotis oleva proovi vooluhulgaga kaalutud kontsentratsiooni. Standardse heite teatud vooluhulgaga kaalutud keskmist kontsentratsiooni võib tavaliselt juba eeldada, lähtudes varasematest sarnaste mootoritega või sarnase varustuse ja seadmetega tehtud katsetest.

3.4. Kütuse, sisselastava õhu ja heitgaasi keemiline tasakaal

3.4.1. Üldsätted

Kütuse, sisselastava õhu ja heitgaasi keemilist tasakaalu saab kasutada vooluhulga, vooluhulgas sisalduva vee ning vooluhulgas esinevate niiskete koostisosade kontsentratsiooni arvutamiseks. Kui üks vooluhulk – kütuse, sisselastava õhu või heitgaasi vooluhulk – on teada, saab keemilist tasakaalu kasutada ülejäänud kahe vooluhulga arvutamiseks. Näiteks võib lahjendamata heitgaasi vooluhulga arvutamiseks kasutada sisselastava õhu või kütuse vooluhulga keemilisi tasakaale.

3.4.2. Toimingud, mis nõuavad keemilist tasakaalu

Keemiline tasakaal on vajalik selleks, et määrata järgmist:

a) vee kogus lahjendamata või lahjendatud heitgaasi voolus (x_{H2Oexh}), kui ei mõõdeta vee kogust, et teha proovivõtusüsteemi poolt eemaldatava vee hulka arvestav korrektsioon;

b) lahjendatud heitgaasis oleva lahjendusõhu vooluhulgaga kaalutud keskmine $x_{dil/exh,}$ kui ei mõõdeta lahjendusõhu vooluhulka, et teha taustheidet arvestav korrektsioon. Tuleb silmas pidada, et kui selleks kasutatakse keemilisi tasakaale, loetakse heitgaasi stöhhiomeetriliseks isegi siis, kui see seda pole.

▼B

3.4.3. Keemilise tasakaalu arvutamismenetlus

Keemilise tasakaalu leidmiseks lahendatakse valemisüsteem iteratsiooni meetodil. Algväärtused valitakse kuni kolmele suurusele: vee kogus mõõdetud vooluhulgas x_{H2Oexh}, lahjendusõhu osa lahjendatud heitgaasis (või liigne õhk lahjendamata heitgaasis) $x_{dil/exh}$ ning ainete kogus C1 järgi, väljendatuna kuiva mõõdetud vooluhulga kuiva mooli kohta ($x_{Ccombdry}$). Keemilise tasakaalu korral võib kasutada põlemisõhu niiskuse ja lahjendusõhu niiskuse ajaga kaalutud keskmisi väärtusi, tingimusel, et põlemisõhu ja lahjendusõhu niiskus jäävad kogu katsefaasi vältel nende vastavate keskmiste väärtuste ± 0,0025 mol/mol tolerantsi piiresse. Iga heite kontsentratsiooni x ja vee koguse x_{H2Oexh} puhul tuleb määrata nende täiesti kuivad kontsentratsioonid x_{dry} ja $x_{H2Oexhdry}$. Kasutatakse ka kütuse vesiniku-süsiniku aatomite arvulist suhet α, hapniku-süsiniku aatomite suhet β ning kütuse süsinikuühendite massiosa w_C. Katsekütuse puhul võib kasutada α ja β või tabelis 7.3 esitatud vaikeväärtusi.

Keemiline tasakaal arvutatakse järgmiselt:

a) mõõdetud kontsentratsioonid, nagu $x_{CO2meas}$, x_{NOmeas} ja x_{H2Oint}, tuleb teisendada kuivadeks kontsentratsioonideks, jagades need vahega, kus ühest on lahutatud vee kogus vastavate suuruste mõõtmise ajal; näiteks: $x_{H2OxCO2meas}$, $x_{H2OxNOmeas}$ ja x_{H2Oint}. Kui vee kogus, mis on olemas niiskes gaasis mõõtmise ajal, on sama suur kui teadmata vee kogus heitgaasi vooluhulgas (x_{H2Oexh}), tuleb selle suuruse leidmiseks lahendada valemisüsteem iteratsiooni meetodil. Kui mõõdetakse ainult üldist NO_x kontsentratsiooni ning mitte NO ja NO_2 eraldi, tuleb keemilise tasakaalu arvutamiseks kasutada head inseneritava, et hinnata, kuidas NO_x kontsentratsioon jaguneb NO ja NO_2 vahel. NO_x molaarse kontsentratsiooni x_{NOx} võivad hinnanguliselt moodustada 75 % NO ja 25 % NO_2. NO_2 salvestavate järeltöötlemissüsteemide puhul võib x_{NOx} hinnanguliselt olla 25 % ulatuses NO ja 75 % ulatuses NO_2. NO_x heite massi arvutamiseks tuleb kasutada NO_2 molaarmassi kõikide lämmastikoksiidide (NO_x) efektiivse molaarmassi kohta, hoolimata sellest, kui palju NO_2 tegelikult NO_x-s on;

b) suuruste x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ ja $x_{dil/exh}$ leidmiseks lahendatakse käesoleva punkti alapunktis d esitatud valemitest (7-82) kuni (7-99) koosnev valemisüsteem arvutiga iteratsiooni meetodil. Suuruste x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ ja $x_{dil/exh}$ algväärtuste eeldamiseks kasutatakse head inseneritava. Vee eeldatavaks algkoguseks on soovitatav võtta kogus, mis on umbes kaks korda suurem kui veekogus sisselastavas õhus või lahjendusõhus. $x_{Ccombdry}$ eeldatavaks algväärtuseks on soovitatav võtta CO_2, CO ja THC mõõdetud väärtuste summa. Suuruse x_{dil} eeldatavaks algväärtuseks on soovitatav võtta väärtus vahemikus 0,75 kuni 0,95, näiteks 0,8. Iteratsiooni tehakse nii kaua, kuni kahe viimase lähendi erinevus on ± 1 protsenti vastavatest viimati arvutatud väärtustest;

c) käesoleva punkti alapunktis d esitatud valemisüsteemis kasutatakse järgmisi tähiseid ja allindekseid, kus x ühik on mol/mol:

Tähis	Kirjeldus
$x_{dil/exh}$	lahjendusgaasi või liigse õhu kogus heitgaasi mooli kohta
x_{H2Oexh}	H_2O kogus heitgaasis heitgaasi mooli kohta

▼B

Tähis	Kirjeldus
$x_{Ccombdry}$	kütusest pärineva süsiniku kogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta
$x_{H2Oexhdry}$	vee kogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta
$x_{prod/intdry}$	kuivade stöhhiomeetriliste ainete kogus sisselastava õhu kuiva mooli kohta
$x_{dil/exhdry}$	lahjendusgaasi ja/või liigse õhu kogus kuiva heitgaasi mooli kohta
$x_{int/exhdry}$	sisselastava õhu kogus, mis on vajalik tegelike põlemissaaduste tekitamiseks, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta
$x_{raw/exhdry}$	lahjendamata heitgaasi kogus, ilma õhu ülejäägita, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta
$x_{O2intdry}$	sisselastava õhu O_2 kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta; $x_{O2intdry}$ = 0,209445 mol/mol võib eeldada
$x_{CO2intdry}$	sisselastava õhu O_2 kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta; $x_{CO2intdry}$ = 375 µmol/mol võib kasutada, kuid soovitatav on mõõta tegelikku kontsentratsiooni sisselastavas õhus.
$x_{H2Ointdry}$	sisselastava õhu H_2O kogus kuiva sisselastava õhu mooli kohta
x_{CO2int}	sisselastava õhu CO_2 kogus sisselastava õhu mooli kohta
x_{CO2dil}	lahjendusgaasi CO_2 kogus lahjendusgaasi mooli kohta
$x_{CO2dildry}$	lahjendusgaasi CO_2 kogus kuiva lahjendusgaasi mooli kohta. Õhuga lahjendamisel võib kasutada $x_{CO2dildry}$ = 375 µmol/mol, kuid soovitatav on mõõta tegelikku kontsentratsiooni sisselastavas õhus.
$x_{H2Odildry}$	lahjendusgaasi H_2O kogus kuiva lahjendusgaasi mooli kohta
x_{H2Odil}	lahjendusgaasi H_2O kogus lahjendusgaasi mooli kohta
$x_{(emission)meas}$	vastava gaasianalüsaatori proovis mõõdetud heite kogus
$x_{(emission)dry}$	heite kogus kuiva proovi kuiva mooli kohta
$x_{H2O(emission)meas}$	vee kogus proovis heite kindlaksmääramise kohas. Neid väärtusi tuleb mõõta või hinnata vastavalt punktile 9.3.2.3.1.

▼B

Tähis	Kirjeldus
x_{H2Oint}	vee kogus sisselastavas õhus sisselastava õhu niiskuse mõõtmisandmete põhjal;
K_{H2Ogas}	vee-gaasi reageeringu tasakaalukoefitsient. 3,5 või muu arvutuslik väärtus hea inseneritava kohaselt.
α	põlevkütusesegu(de) ($CH_\alpha O_\beta$) vesiniku-süsiniku aatomite arvuline suhe, kaalutud molaarse kuluga
β	põlevkütusesegu(de) ($CH_\alpha O_\beta$) hapniku-süsiniku aatomite arvuline suhe, kaalutud molaarse kuluga

d) $x_{dil/exh}$, x_{H2Oexh} ja $x_{Ccombdry}$ tuletatakse valemitest (7-84) kuni (7-101) iteratsiooni meetodil:

$$x_{\,dil/exh} = 1 - \frac{x_{\,raw/exhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \tag{7-84}$$

$$x_{\,H2Oexh} = \frac{x_{\,H2Oexhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \tag{7-85}$$

$$x_{\,Ccombdry} = x_{\,CO2dry} + x_{\,COdry} + x_{\,THCdry} - x_{\,CO2dil} \cdot x_{\,dil/exhdry} - x_{\,CO2int} \cdot x_{\,int/exhdry} \tag{7-86}$$

$$x_{\,H2dry} = \frac{x_{\,COdry} \cdot (x_{\,H2Oexhdry} - x_{\,H2Odil} \cdot x_{\,dil/exhdry})}{K_{\,H2Ogas} \cdot (x_{\,CO2dry} - x_{\,CO2dil} \cdot x_{\,dil/exhdry})} \tag{7-87}$$

$$x_{\,H2Oexhdry} = \frac{\alpha}{2}(x_{\,Ccombdry} - x_{\,THCdry}) + x_{\,H2Odil} \cdot x_{\,dil/exhdry} + x_{\,H2Oint} \cdot x_{\,int/exhdry} - x_{\,H2dry} \tag{7-88}$$

$$x_{\,dil/exhdry} = \frac{x_{\,dil/exh}}{1 - x_{H2Oexh}} \tag{7-89}$$

$$x_{\,int/exhdry} = \frac{1}{2 \cdot x_{O2int}}\left[\left(\frac{\alpha}{2} - \beta + 2 + 2\gamma\right)(x_{\,Ccombdry} - x_{\,THCdry}) - (x_{COdry} - x_{NOdry} - 2x_{NO2dry} + x_{H2dry})\right] \tag{7-90}$$

$$x_{\,raw/exhdry} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{2} + \beta + \delta\right)(x_{\,Ccombdry} - x_{\,THCdry}) + (2x_{THCdry} + x_{COdry} - x_{NO2dry} + x_{H2dry})\right] + x_{\,int/exhdry} \tag{7-91}$$

$$x_{\,O2int} = \frac{0{,}209820 - x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \tag{7-92}$$

$$x_{\,CO2int} = \frac{x_{\,CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \tag{7-93}$$

$$x_{\,H2Ointdry} = \frac{x_{\,H2Oint}}{1 - x_{H2Oint}} \tag{7-94}$$

$$x_{\,CO2dil} = \frac{x_{\,CO2dildry}}{1 + x_{H2Odildry}} \tag{7-95}$$

$$x_{\,H2Odildry} = \frac{x_{\,H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \tag{7-96}$$

$$x_{\,COdry} = \frac{x_{\,COmeas}}{1 - x_{H2OCOmeas}} \tag{7-97}$$

▼B

$$x_{\text{CO2dry}} = \frac{x_{\text{CO2meas}}}{1 - x_{\text{H2OCO2meas}}} \quad (7\text{-}98)$$

$$x_{\text{NOdry}} = \frac{x_{\text{NOmeas}}}{1 - x_{\text{H2ONOmeas}}} \quad (7\text{-}99)$$

$$x_{\text{NO2dry}} = \frac{x_{\text{NO2meas}}}{1 - x_{\text{H2ONO2meas}}} \quad (7\text{-}100)$$

$$x_{\text{THCdry}} = \frac{x_{\text{THCmeas}}}{1 - x_{\text{H2OTHCmeas}}} \quad (7\text{-}101)$$

Keemilise tasakaalu arvutamise järel arvutatakse molaarne vooluhulk, nagu on kirjeldatud punktides 3.5.3. ja 3.6.3.

3.4.4. NO_x korrigeerimine niiskuse suhtes

Kõik NO_x kontsentratsioonid, kaasa arvatud lahjendusõhu taustkontsentratsioonid, tuleb korrigeerida sisselastava õhu niiskuse suhtes, kasutades valemit (7-102) või (7-103):

(a) Diiselmootorid

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (9{,}953 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}832) \quad (7\text{-}102)$$

(b) Sädesüütega mootorid

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (18{,}840 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}68094) \quad (7\text{-}103)$$

kus:

x_{NOxuncor} = korrigeerimata NO_x molaarne kontsentratsioon heitgaasis [µmol/mol]

x_{H2O} = vee kogus sisselastavas õhus [mol/mol];

3.5. Gaasiline heide lahjendamata heitgaasis

3.5.1. Gaasilise heite mass

Selleks et arvutada gaasilise heite kogumass katse kohta m_{gas} [g/katse], tuleb selle molaarne kontsentratsioon korrutada vastava molaarse vooluhulgaga ja heitgaasi molaarmassiga; seejärel integreeritakse väärtused üle kogu katsetsükli (valem (7-104)):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{gas} \cdot \mathrm{d}t \quad (7\text{-}104)$$

kus:

M_{gas} = üldise gaasilise heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = niiske heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

x_{gas} = niiske gaasi üldine molaarne hetkekontsentratsioon [mol/mol]

t = aeg [s]

Kuna võrrand (7-104) tuleb lahendada numbrilise integreerimisega, teisendatakse see valemiks (7-105):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot \mathrm{d}t \Rightarrow \quad (7\text{-}105)$$
$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^{\text{N}} \dot{n}_{\text{exh}i} \cdot x_{\text{gas}i}$$

▼B

kus:

M_{gas} = üldine heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = niiske heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

x_{gasi} = niiske gaasi üldine molaarne hetkekontsentratsioon [mol/mol]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

Üldvalemit võib teisendada vastavalt kasutatavale mõõtmise süsteemile (perioodiline või pidev proovivõtt) ning vastavalt sellele, kas proove võetakse pigem muutuva või püsiva vooluhulga kohta.

a) Pideva proovivõtu puhul, kui vooluhulk on üldjuhul muutuv, leitakse gaasilise heite mass m_{gas} [g/katse] valemiga (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad (7\text{-}106)$$

kus:

M_{gas} = üldine heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = niiske heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

x_{gasi} = niiske heitgaasi molaarosa hetkeväärtus [mol/mol]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

b) Pideva proovivõtu puhul, kui tegemist on püsiva vooluhulgaga, leitakse heitgaasi mass m_{gas} [g/katse] valemiga (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}107)$$

kus:

M_{gas} = üldine heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = niiske heitgaasi molaarne vooluhulk [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = niiske heitgaasi keskmine molaarosa [mol/mol]

Δt = katsefaasi ajaline kestus

c) Perioodilise proovivõtu korral saab hoolimata sellest, kas vooluhulk on muutuv või püsiv, kasutada valemi (7-104) asemel lihtsamat valemit (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \quad (7\text{-}108)$$

kus:

M_{gas} = üldine heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = niiske heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = niiske heitgaasi keskmine molaarosa [mol/mol]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

▼B

3.5.2. Kontsentratsiooni teisendamine kuivalt niiskele gaasile

Selle punkti parameetrid saadakse punktis 3.4.3 arvutatud keemilise tasakaalu tulemustest. Gaasi molaarne kontsentratsioon mõõdetud vooluhulgas x_{gasdry} ja x_{gas} [mol/mol], mida väljendatakse vastavalt kuiva ja niiske gaasi alusel (valemid (7-109) ja (7-110)), on omavahel järgmises suhtes:

$$x_{\text{gasdry}} = \frac{x_{\text{gas}}}{1 - x_{\text{H2O}}} \quad (7\text{-}109)$$

$$x_{\text{gas}} = \frac{x_{\text{gasdry}}}{1 + x_{\text{H2Odry}}} \quad (7\text{-}110)$$

kus:

x_{H2O} = vee molaarne osa niiske gaasi vooluhulga mõõtmisel [mol/mol]

x_{H2Odry} = vee molaarne osa kuiva gaasi vooluhulga mõõtmisel [mol/mol]

Heitgaasi puhul tehakse üldises kontsentratsioonis x [mol/mol] korrektsioon eemaldatud vee arvestamiseks valemiga (7-111):

$$x = x_{\text{[emission]meas}} \left[\frac{(1 - x_{\text{H2Oexh}})}{1 - x_{\text{H2O[emission]meas}}} \right] \quad (7\text{-}111)$$

kus:

$x_{(emission)meas}$ = heite molaarne osa mõõdetud vooluhulgas mõõtmiskohas [mol/mol]

$x_{H2O(emission)meas}$ = vee kogus mõõdetud vooluhulgas kontsentratsiooni mõõtmisel [mol/mol];

x_{H2Oexh} = vee kogus vooluhulgamõõturi juures [mol/mol].

3.5.3. Heitgaasi molaarne vooluhulk

Lahjendamata heitgaasi vooluhulka saab vahetult mõõta või arvutada punktis 3.4.3 kirjeldatud keemilise tasakaalu põhjal. Lahjendamata heitgaasi molaarne vooluhulk arvutatakse mõõdetud sisselastava õhu molaarse vooluhulga või kütuse massivooluhulga põhjal. Lahjendamata heitgaasi vooluhulka saab arvutada heiteproovis $\dot{n}_{exh}$ mõõdetud sisselastava õhu molaarse vooluhulga $\dot{n}_{int}$ põhjal või mõõdetud kütuse massivooluhulga $\dot{m}_{fuel}$ põhjal ning punktis 3.4.3 kirjeldatud keemilise tasakaalu järgi arvutatud väärtuste põhjal. Punktis 3.4.3 kirjeldatud keemiline tasakaal tuleb määrata sama sagedusega, kui $\dot{n}_{int}$ või $\dot{m}_{fuel}$ ajakohastatakse ja registreeritakse.

a) Karterigaaside vooluhulk. Lahjendamata heitgaasi vooluhulka saab arvutada suuruse $\dot{n}_{int}$ või $\dot{m}_{fuel}$ põhjal ainult siis, kui vähemalt üks järgmistest asjaoludest on karterist pärit heite vooluhulga kohta tõene:

   i) katsemootoril on suletud karteriga heitekontrollisüsteem (tehasetoodang), mis suunab karterist pärit heitgaasi voolu tagasi sisselastavasse õhku sisselastava õhu vooluhulgamõõturist allavoolu;

   ii) heite kontrollimise käigus suunatakse avatud karteri vool heitgaasisüsteemi vastavalt VI lisa punktile 6.10;

▼B

iii) karterist eralduv heide ja vooluhulk mõõdetakse ning lisatakse pidurdamisega seotud heite arvutuste hulka;

iv) heiteandmeid või tehnilist analüüsi kasutades on võimalik näidata, et karterist eralduva heite vooluhulga arvestamata jätmine ei halvenda vastavust kehtivatele standarditele.

b) Sisselastaval õhul põhinev molaarse vooluhulga arvutamine.

$\dot{n}_{int}$ põhjal arvutatakse heitgaasi molaarne vooluhulk $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] valemiga (7-112):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{n}_{\text{int}}}{1 + \frac{(x_{\text{int/exhdry}} - x_{\text{raw/exhdry}})}{(1+x_{\text{H2Oexhdry}})}} \quad (7\text{-}112)$$

kus:

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = lahjendamata heitgaasi molaarne vooluhulk, millest mõõdetakse heide [mol/s]

$\dot{n}_{\text{ind}}$ = sisselastava õhu molaarne vooluhulk, kaasa arvatud niiskus sisselastavas õhus [mol/s]

$x_{\text{int/exhdry}}$ = sisselastava õhu kogus, mis on vajalik tegelike põlemissaaduste tekitamiseks, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta [mol/mol]

$x_{\text{raw/exhdry}}$ = lahjendamata heitgaasi kogus, ilma õhu ülejäägita, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta [mol/mol]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = vee kogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta [mol/mol]

c) Molaarse vooluhulga arvutamine kütuse massivooluhulga põhjal

$\dot{m}_{fuel}$ põhjal arvutatakse $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] järgmiselt.

Laborikatsetes võib seda arvutust kasutada ainult üksikrežiimis NRSC katsete ja astmeliste katsetsüklite puhul (valem (7-113)):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{m}_{\text{fuel}} \cdot (1 + x_{\text{H2Oexhdry}})}{M_{\text{C}} \cdot x_{\text{Ccombdry}}} \quad (7\text{-}113)$$

kus:

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = lahjendamata heitgaasi molaarne vooluhulk, millest mõõdetakse heide

$\dot{m}_{\text{fuel}}$ = kütuse vooluhulk koos sisselastava õhu niiskusega [g/s]

w_{C} = süsiniku massiosa konkreetses kütuses [g/g]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = H_2O kogus mõõdetud vooluhulga kuiva mooli kohta [mol/mol]

M_{C} = süsiniku molaarmass 12,0107 g/mol

x_{Ccombdry} = kütusest lähtuv süsinikukogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta [mol/mol]

▼B

d) Heitgaasi molaarse vooluhulga arvutamine sisselastava õhu molaarse vooluhulga, lahjendatud heitgaasi molaarse vooluhulga ja lahjendatud heitgaasi keemilise tasakaalu põhjal

Heitgaasi molaarset vooluhulka $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] võib arvutada sisselastava õhu molaarse vooluhulga $\dot{n}_{int}$ põhjal, lahjendatud heitgaasi mõõdetud molaarse vooluhulga $\dot{n}_{dexh}$ põhjal ning punktis 3.4.3 kirjeldatud keemilise tasakaalu järgi arvutatud väärtuste põhjal. Keemiline tasakaal peab põhinema lahjendatud heitgaasi kontsentratsioonidel. Punktis 3.4.3 kirjeldatud keemiline tasakaal tuleb pidevvooluhulga arvutustes määrata sama sagedusega, kui $\dot{n}_{int}$ ja $\dot{n}_{dexh}$ ajakohastatakse ja registreeritakse. Seda arvutatud $\dot{n}_{dexh}$ väärtust võib kasutada tahkete osakeste lahjendusastme kontrollimiseks, lahjendusõhu molaarse vooluhulga arvutamiseks punkti 3.6.1 kohasel taustkorrigeerimisel ning heite massi arvutamiseks punkti 3.5.1 kohaselt lahjendamata heitgaasis mõõdetud ühendite puhul.

Lahjendatud heitgaasi ja sisselastava õhu molaarse vooluhulga põhjal arvutatakse heitgaasi molaarne vooluhulk $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] järgmiselt:

$$\dot{n}_{exh} = (x_{raw/exhdry} - x_{int/exhdry}) \cdot (1 - x_{H2Oexh}) \cdot \dot{n}_{dexh} + \dot{n}_{int} \quad (7\text{-}114)$$

kus:

$\dot{n}_{exh}$ = lahjendamata heitgaasi molaarne vooluhulk, millest mõõdetakse heide [mol/s];

$x_{int/exhdry}$ = sisselastava õhu kogus, mis on vajalik tegelike põlemissaaduste tekitamiseks, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta [mol/mol];

$x_{raw/exhdry}$ = lahjendamata heitgaasi kogus, ilma õhu ülejäägita, kuiva (lahjendamata või lahjendatud) heitgaasi mooli kohta [mol/mol];

x_{H2Oexh} = vee sisaldus heitgaasis heitgaasi mooli kohta [mol/mol];

$\dot{n}_{dexh}$ = lahjendatud heitgaasi molaarne vooluhulk, millest mõõdetakse heide [mol/s];

$\dot{n}_{int}$ = sisselastava õhu molaarne vooluhulk, kaasa arvatud niiskus sisselastavas õhus [mol/s].

3.6. Lahjendatud gaasiline heide

3.6.1. Heite massi arvutamine ja taustkorrigeerimine

Gaasilise heite massi m_{gas} [g/katse] arvutamine molaarse heite vooluhulga funktsioonina toimub järgmiselt:

a) Pideva proovivõtu ja muutuva vooluhulga korral kasutatakse valemit (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad \text{(vt valem (7-106))}$$

kus:

M_{gas} = üldine heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = niiske heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

x_{gasi} = niiske gaasi üldine molaarne hetkekontsentratsioon [mol/mol]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

▼B

Perioodilise proovivõtu ja püsiva vooluhulga korral kasutatakse valemit (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \Delta t \qquad \text{(vt valem (7-107))}$$

kus:

M_{gas} = $\dot{n}_{exh}$

üldine heite molaarmass [g/mol] = niiske heitgaasi molaarne vooluhulk [mol/s]

$\overline{x}_{gas}$ = Δt

niiske heitgaasi keskmine molaarosa [mol/mol] = katsefaasi ajaline kestus

b) Perioodilise proovivõtu korral tuleb olenemata sellest, kas vooluhulk on muutuv või püsiv, kasutada valemit (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exh,i} \qquad \text{(vt valem (7-108))}$$

kus:

Mgas = üldine heite molaarmass [g/mol]

$\dot{n}_{exh,i}$ = niiske heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

$\overline{x}_{gas}$ = niiske heitgaasi keskmine molaarosa [mol/mol]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

c) Lahjendatud heitgaaside korral tuleb saasteainete massi arvutatud väärtused korrigeerida, lahutades lahjendusõhust pärineva taustheite massi:

i) kõigepealt tehakse katsefaasi jooksul kindlaks lahjendusõhu molaarne vooluhulk $\dot{n}_{airdil}$ [mol/s]. See võib olla mõõdetud kogus või kogus, mis on arvutatud lahjendatud heitgaasi vooluhulgast ning lahjendusõhu vooluhulgaga kaalutud keskmisest osast lahjendatud heitgaasis $\overline{x}_{dil/exh}$;

ii) lahjendusõhu koguvool n_{airdil} [mol] korrutatakse taustheite keskmise kontsentratsiooniga. See võib olla ajaga kaalutud keskmine väärtus või vooluhulgaga kaalutud keskmine väärtus (nt proportsionaalse proovivõtu teel saadud taustaväärtus). Suuruse n_{airdil} ja taustheite keskmise kontsentratsiooni põhjal saadakse taustheite üldkogus;

iii) kui tulemus on molaarne kogus, tuleb see teisendada taustheite massiks m_{bkgnd} [g], korrutades selle heite molaarmassiga M_{gas} [g/mol];

iv) taustheitekorrektsiooni tegemiseks lahutatakse kogu taustamass lahutada kogumassist;

v) lahjendusõhu koguvooluhulka saab määrata vooluhulga vahetu mõõtmise abil. Sel juhul arvutatakse üldine taustamass lahjendusõhu vooluhulga n_{airdil} abil. Taustamass lahutatakse kogumassist. Tulemust kasutatakse pidurdamisega seotud heite arvutustes;

▼B

vi) lahjendusõhu koguvooluhulka saab määrata lahjendatud heitgaasi koguvooluhulga ning kütuse, sisselastava õhu ja heitgaaside keemilise tasakaalu põhjal, nagu on kirjeldatud punktis 3.4. Sel juhul arvutatakse taustheite kogumass lahjendatud heitgaasi koguvooluhulga n_{dexh} abil. Seejärel tuleb see tulemus korrutada lahjendusõhu vooluhulga kaalutud keskmise osaga lahjendatud heitgaasis, $\overline{x}_{dil/exh}$.

Juhtudel v ja vi kasutatakse valemeid (7-115) ja (7-116):

$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot x_{gasdil} \cdot n_{airdil} \text{ või} \quad (7\text{-}115)$$
$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot \overline{x}_{dil/exh} \cdot \overline{x}_{bkgnd} \cdot n_{dexh}$$

$$m_{gascor} = m_{gas} - m_{bkgnd} \quad (7\text{-}116)$$

või

kus: $= m_{gas}$

gaasilise heite kogumass [g] $= m_{bkgnd}$

taustheite kogumass [g] $= m_{gascor}$

taustheite suhtes korrigeeritud gaasi mass [g] $= M_{gas}$

üldine gaasilise heite molekulmass [g/mol] $= x_{gasdil}$

gaasilise heite kontsentratsioon lahjendusõhus [mol/mol] = lahjendusõhu molaarne vooluhulk [mol]

$\overline{x}_{dil/exh}$ = lahjendusõhu vooluhulgaga kaalutud keskmine osa lahjendatud heitgaasis [mol/mol]

$\overline{x}_{bkgnd}$ = taustheite gaasiosa [mol/mol]

n_{dexh} = lahjendatud heitgaasi koguvooluhulk [mol]

3.6.2. Kuivalt kontsentratsioonilt niiskele teisendamine

Lahjendatud proovide teisendamisel kuivalt niiskele kasutatakse samu suhteid nagu lahjendamata gaaside korral (punkt 3.5.2). Lahjendusõhu puhul mõõdetakse õhuniiskust, et arvutada lahjendusõhu veeauruosa $x_{H2Odildry}$ [mol/mol] valemiga (7-96):

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad \text{(vt valem (7-96))}$$

kus:

x_{H2Odil} = vee molaarne osa lahjendusõhu vooluhulgas [mol/mol]

3.6.3. Heitgaasi molaarne vooluhulk

a) Arvutamine keemilise tasakaalu kaudu

Molaarse vooluhulga $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] saab arvutada kütuse massivooluhulga $\dot{m}_{fuel}$ põhjal valemiga (7-113):

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_C \cdot (1 + x_{H2Oexhdry})}{M_C \cdot x_{Ccombdry}} \quad \text{(vt valem (7-113))}$$

▼B

kus:

$\dot{n}_{exh}$ = lahjendamata heitgaasi molaarne vooluhulk, millest mõõdetakse heide

$\dot{m}_{fuel}$ = kütuse vooluhulk koos sisselastava õhu niiskusega [g/s]

w_C = süsiniku massiosa konkreetses kütuses [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = H_2O kogus mõõdetud vooluhulga kuiva mooli kohta [mol/mol]

M_C = süsiniku molaarmass 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = kütusest lähtuv süsinikukogus heitgaasis kuiva heitgaasi mooli kohta [mol/mol]

b) Mõõtmine

Heitgaasi molaarset vooluhulka võib mõõta kolme menetluse abil:

i) PDP molaarne vooluhulk. Molaarse vooluhulga $\dot{n}$ [mol/s] arvutamiseks valemiga (7-117) tuleb kasutada pöörlemissagedust, millega mahtpump (PDP) katsefaasis töötab, vastavat tõusu a_1 ja telglõiku a_0 [-], nagu arvutatud 1. liites kirjeldatud kalibreerimismenetluse teel:

$$\dot{n} = f_{n,PDP} \cdot \frac{p_{in} \cdot V_{rev}}{R \cdot T_{in}} \quad (7\text{-}117)$$

ning:

$$V_{rev} = \frac{a_1}{f_{n,PDP} \cdot \sqrt{\frac{p_{out} - p_{in}}{p_{in}}} + a_0} \quad (7\text{-}118)$$

kus:

a_1 = kalibreerimistegur [m^3/s]

a_0 = kalibreerimistegur [m^3/pööre]

p_{in}, p_{out} = rõhk pumba sisse-/väljalaskeava juures [Pa]

R = universaalne gaasikonstant (J/(mol K))

T_{in} = temperatuur sisselaskeava juures [K]

V_{rev} = PDP pumbatud maht [m^3/pööre]

$f_{n.,PDP}$ = PDP pöörlemissagedus [pööret/s]

ii) SSV molaarne vooluhulk. C_d ja $R_e^{\#}$ seose valemi põhjal, mis on koostatud vastavalt 1. liitele, arvutatakse molaarne vooluhulk $\dot{n}$ heitekatse ajal [mol/s] eelhelikiirusega Venturi torus (SSV) valemiga (7-119):

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}119)$$

kus:

p_{in} = rõhk sisselaskeava juures [Pa]

A_t = Venturi toru ahendi ristlõikepindala (m^2)

R = universaalne gaasikonstant [J/(mol K)]

T_{in} = temperatuur sisselaskeava juures [K]

Z = kokkusurutavustegur

▼B

M_{mix} = lahjendatud gaasi molaarmass [kg/mol]

C_d = SSV vooluhulgategur [-]

C_f = SSV voolutegur [-]

iii) CFV molaarne vooluhulk. Ühe Venturi toru või ühe Venturi torude kombinatsiooni molaarse vooluhulga arvutamiseks määratakse selle vastav keskmine väärtus C_d ja teised konstandid vastavalt 1. liitele. Selle molaarne vooluhulk $\dot{n}$ [mol/s] heitekatse ajal arvutatakse valemiga (7-120):

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}120)$$

kus:

p_{in} = rõhk sisselaskeava juures [Pa]

A_t = Venturi toru ahendi ristlõikepindala (m^2)

R = universaalne gaasikonstant (J/(mol K))

T_{in} = temperatuur sisselaskeava juures [K]

Z = kokkusurutavustegur

M_{mix} = lahjendatud gaasi molaarmass [kg/mol]

C_d = CFV vooluhulgategur [-]

C_f = CFV voolutegur [-]

3.7. Tahkete osakeste määramine

3.7.1. Proovivõtt

a) Proovivõtt muutuva vooluhulga korral

Kui toimub perioodiline proovivõtt muutuva vooluhulgaga heitgaasist, tuleb võtta proov, mis on proportsionaalne heitgaasi muutuva vooluhulga suhtes. Koguvooluhulga määramiseks tuleb vooluhulk summeerida üle kogu katsefaasi. Keskmine tahkete osakeste kontsentratsioon $\overline{M}_{PM}$ (mis on juba massiühikutes proovi mooli kohta) korrutatakse tahkete osakeste kogumassi m_{PM} [g] saamiseks koguvooluhulgaga valemi (7-121) abil:

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^{N} (\dot{n}_i \cdot \Delta t_i) \quad (7\text{-}121)$$

kus:

$\dot{n}_i$ = heitgaasi molaarse vooluhulga hetkeväärtus [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = PM keskmine kontsentratsioon [g/mol]

Δt_i = proovivõtmise intervall [s]

b) Proovivõtt püsiva vooluhulga korral

Kui võetakse perioodilisi proove püsiva vooluhulgaga heitgaasist, tuleb määrata keskmine molaarne vooluhulk, millest proov võetakse. Keskmine tahkete osakeste kontsentratsioon korrutatakse tahkete osakeste kogumassi m_{PM} [g] saamiseks koguvooluhulgaga valemi (7-122) abil:

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}122)$$

▼B

kus:

$\dot{n}$ = heitgaasi molaarne vooluhulk [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = PM keskmine kontsentratsioon [g/mol]

Δt = katsefaasi ajaline kestus [s]

Proovivõtul konstantse lahjendusastme (*DR*) juures leitakse m_{PM} [g] valemiga (7-123):

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \quad (7\text{-}123)$$

kus:

m_{PMdil} = PM mass lahjendusõhus [g]

DR = lahjendusaste [-] on määratletud kui vahekord heite massi *m* ja lahjendatud heitgaasi massi $m_{dil/exh}$ ($DR = m/m_{dil/exh}$) vahel.

Lahjendusastet *DR* saab väljendada $x_{dil/exh}$ funktsioonina (valem (7-124)):

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \quad (7\text{-}124)$$

3.7.2. Taustkorrigeerimine

Tahkete osakeste massi korrigeerimiseks tausta suhtes kasutatakse sama meetodit nagu punktis 3.6.1. Korrutades $\overline{M}_{PMbkgnd}$ lahjendusõhu koguvooluhulgaga, saadakse tahkete osakeste üldine taustamass ($m_{PMbkgnd}$ [g]). Üldise taustamassi lahutamine kogumassist annab tahkete osakeste taustkorrigeeritud massi m_{PMcor} [g] (valem (7-125)):

$$m_{PMcor} = m_{PMuncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \quad (7\text{-}125)$$

kus:

$m_{PMuncor}$ = korrigeerimata PM mass [g]

$\overline{M}_{PMbkgnd}$ = PM keskmine kontsentratsioon lahjendusõhus [g/mol]

n_{airdil} = lahjendusõhu molaarne vooluhulk [mol]

3.8. Tsükli töö ja eriheide

3.8.1. Gaasiline heide

3.8.1.1. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelised katsetsüklid (RMC)

Lahjendamata ja lahjendatud heitgaasi puhul tuleb lähtuda vastavalt punktidest 3.5.1 ja 3.6.1. Võimsuse P_i [kW] tuletatud väärtused summeeritakse üle kogu katsefaasi. Kogutöö W_{act} [kWh] arvutatakse valemiga (7-126):

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \quad (7\text{-}126)$$

kus:

P_i = mootori hetkevõimsus [kW]

n_i = mootori hetkkiirus [p/min]

T_i = mootori pöördemomendi hetkeväärtus [N·m]

▼B

W_{act} = tsükli tegelik töö [kWh]

f = andmevõtusagedus [Hz]

N = mõõtmiste arv [-];

Kui VI lisa 2. liite kohaselt on paigaldatud lisaseadmeid, ei ole mootori pöördemomendi hetkeväärtust valemis (7-126) lubatud kohandada. Kui käesoleva määruse VI lisa punkti 6.3.2 või 6.3.3 kohaselt on katse jaoks vajalikud lisaseadmed jäetud paigaldamata või kui on paigaldatud lisaseadmeid, mis tulnuks katse ajaks eemaldada, kohandatakse valemis (7-126) kasutatud T_i väärtust valemiga (7-127):

$$T_{\mathrm{i}} = T_{\mathrm{i,meas}} + T_{\mathrm{i,AUX}} \tag{7-127}$$

kus:

$T_{i,\mathrm{meas}}$ = mootori pöördemomendi mõõdetud hetkeväärtus

$T_{i,\mathrm{AUX}}$ = lisaseadmete käitamiseks vajaliku pöördemomendi vastav väärtus, mis määratakse käesoleva määruse VI lisa punkti 7.7.2.3.2 kohaselt.

Eriheide e_{gas} [g/kWh] arvutatakse sõltuvalt katsetsükli liigist järgmiselt.

$$e_{\mathrm{gas}} = \frac{m_{\mathrm{gas}}}{W_{\mathrm{act}}} \tag{7-128}$$

kus:

m_{gas} = heite kogumass [g/katse]

W_{act} = tsükli töö [kWh]

NRTC katsel peab muu kui CO_2 heite puhul lõplik katsetulemus e_{gas} [g/kWh] olema külmkäivituskatse ja kuumkäivituskatse kaalutud keskmine, mis arvutatakse valemiga (7-129):

$$e_{\mathrm{gas}} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{\mathrm{cold}}) + (0{,}9 \cdot m_{\mathrm{hot}})}{(0{,}1 \cdot W_{\mathrm{actcold}}) + (0{,}9 \cdot W_{\mathrm{acthot}})} \tag{7-129}$$

kus:

m_{cold} on NRTC külmkäivituskatse heite mass [g]

$W_{act,\ cold}$ on NRTC külmkäivituskatse tegelik tsükli töö [kWh]

m_{hot} on NRTC kuumkäivituskatse heite mass [g]

$W_{act,\ hot}$ on NRTC kuumkäivituskatse tegelik tsükli töö [kWh]

NRTC katsel arvutatakse CO_2 puhul lõplik katsetulemus e_{CO2} [g/kWh] NRTC kuumkäivituskatse põhjal valemiga (7-130):

$$e_{\mathrm{CO2,hot}} = \frac{m_{\mathrm{CO2,hot}}}{W_{\mathrm{act,hot}}} \tag{7-130}$$

kus:

$m_{CO2,\ hot}$ on NRTC kuumkäivituskatse CO_2 heite mass [g]

$W_{act,\ hot}$ on NRTC kuumkäivituskatse tegelik tsükli töö [kWh]

▼B

3.8.1.2. Üksikrežiimis NRSC katse

Eriheide e_{gas} [g/kWh] arvutatakse valemiga (7-131):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{gasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}131)$$

kus:

$\dot{m}_{gas,i}$ = keskmine heite massivooluhulk režiimis i [g/h]

P_i = mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = P_{mi} + P_{aux\,i}$ (vt VI lisa punktid 6.3 ja 7.7.1.3)

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

3.8.2. Tahkete osakeste heide

3.8.2.1. Siirdekatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelised katsetsüklid (RMC)

Tahkete osakeste eriheide arvutatakse valemi (7-128) muundamisega valemiks (7-132), kus suurused e_{gas} [g/kWh] ja m_{gas} [g/katse] asendatakse suurustega e_{PM} [g/kWh] ja m_{PM} [g/katse]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}132)$$

kus:

m_{PM} = tahkete osakeste heite kogumass, mis on arvutatud vastavalt punktile 3.7.1 [g/katse]

W_{act} = tsükli töö [kWh]

Kombineeritud siirdetsükli (st kuum- ja külmkäivitusega NRTC katse) heide arvutatakse nii, nagu esitatud punktis 3.8.1.1.

3.8.2.2. Üksikrežiimis NRSC katse

Tahkete osakeste eriheide e_{PM} [g/kWh] arvutatakse järgmiselt:

3.8.2.2.1. ühefiltrimeetodi korral valemiga (7-133):

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^{N} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}133)$$

kus:

P_i = mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = P_{mi} + P_{aux\,i}$ (vt VI lisa punktid 6.3 ja 7.7.1.3)

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

$\dot{m}_{PM}$ = tahkete osakeste massivooluhulk [g/h]

3.8.2.2.2. mitmefiltrimeetodi korral valemiga (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

kus:

P_i = mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = P_{mi} + P_{auxi}$ (vt VI lisa punktid 6.3 ja 7.7.1.3)

WF_i = kaalutegur režiimis i [-]

$\dot{m}_{PMi}$ = tahkete osakeste massivooluhulk režiimis i [g/h]

Ühefiltrimeetodi puhul arvutatakse iga režiimi efektiivne kaalutegur WF_{effi} valemiga (7-135):

$$WF_{effi} = \frac{m_{smpldexhi} \cdot \overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}}{m_{smpldex} \cdot \dot{m}_{eqdexhweti}} \quad (7\text{-}135)$$

kus:

$m_{smpldexhi}$ = kübemefiltrid läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass režiimis i [kg]

$m_{smpldexh}$ = kübemefiltrid läbinud lahjendatud heitgaasiproovi mass [kg]

$\dot{m}_{eqdexhweti}$ = lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent režiimis i [kg/s]

$\overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}$ = keskmine lahjendatud heitgaasi massivooluhulga ekvivalent [kg/s]

Efektiivsete kaalutegurite väärtuse erinevus XVII lisa 1. liites loetletud kaalutegurite väärtustest võib olla kuni 0,005 (absoluutväärtus).

3.8.3. Perioodilise (harva toimuva) regenereerimisega heitekontrollisüsteemi arvestav korrektsioon

Muude kui RLL kategooria mootorite puhul, mis on varustatud heitgaaside järeltöötlussüsteemiga, mille regenereerimine toimub perioodiliselt (harva) (vt VI lisa punkt 6.6.2), korrigeeritakse punktide 3.8.1 ja 3.8.2 kohaselt arvutatud gaasiliste ja tahkete osakeste eriheidet multiplikatiivse korrektsiooniteguriga või sobiva ülespoole korrigeerimise teguriga. Kui katse ajal ei toimunud perioodilist regenereerimist, kasutatakse ülespoole korrigeerimise tegurit ($k_{ru,m}$ või $k_{ru,a}$). Kui katse ajal toimus perioodiline regenereerimine, kasutatakse allapoole korrigeerimise tegurit ($k_{rd,m}$ või $k_{rd,a}$). Kui üksikrežiimis NRSC katsetsükli puhul on iga režiimi jaoks kindlaks määratud korrektsioonitegurid, kasutatakse neid igas režiimis heite kaalutud väärtuse arvutamisel.

3.8.4. Halvendustegurit arvestav korrektsioon

Punktide 3.8.1 ja 3.8.2 kohaselt arvutatud gaasiliste ja tahkete osakeste eriheidet, mis on vajaduse korral saadud punktis 3.8.3 sätestatud perioodilise regenereerimise korrektsioonitegurit kasutades, korrigeeritakse sobiva multiplikatiivse või aditiivse halvendusteguriga, mis on määratud kindlaks vastavalt III lisa nõuetele.

3.9. Lahjendatud heitgaasivoolu (CVS) kalibreerimine ja sellega seotud arvutused

Käesolevas jaos kirjeldatakse arvutusi erinevate vooluhulgamõõturite kalibreerimiseks. Kõigepealt kirjeldatakse punktis 3.9.1 seda, kuidas teisendada võrdlusvooluhulgamõõturi väljundandmeid kalibreerimisvalemites kasutamiseks, mis on esitatud molaarsuhte alusel. Ülejäänud punktides kirjeldatakse kalibreerimisarvutusi, mis on omased teatud tüüpi vooluhulgamõõturitele.

▼B

3.9.1. Võrdlusmõõturi teisendused

Siin punktis esitatud kalibreerimisvalemites kasutatakse võrdluskogusena molaarset vooluhulka $\dot{n}_{ref}$. Kui kohandatud võrdlusmõõtur näitab vooluhulka teistsuguses suuruses, näiteks standardse mahulise vooluhulgana $\dot{V}_{stdref}$, tegeliku mahulise vooluhulgana $\dot{V}_{actdref}$ või massivooluhulgana $\dot{m}_{ref}$, tuleb võrdlusmõõturi väljundandmed teisendada valemite (7-136), (7-137) ja (7-138) abil molaarseks vooluhulgaks, pidades silmas, et ehkki mahulise vooluhulga, massivooluhulga, rõhu, temperatuuri ja molaarmassi väärtused võivad heitekatse käigus muutuda, tuleks neid vooluhulgamõõturi kalibreerimise käigus hoida iga konkreetse seadepunkti puhul nii muutumatuna kui praktikas võimalik:

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \quad (7\text{-}136)$$

kus:

$\dot{n}_{ref}$ = molaarne võrdlusvooluhulk [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$ = mahulise vooluhulga võrdlusväärtus korrigeerituna standardrõhu ja -temperatuuriga [m^3/s]

$\dot{V}_{actref}$ = mahulise vooluhulga võrdlusväärtus tegeliku rõhu ja temperatuuri juures [m^3/s]

$\dot{m}_{ref}$ = massivooluhulga võrdlusväärtus [g/s]

p_{std} = standardrõhk [Pa]

p_{act} = gaasi tegelik rõhk [Pa]

T_{std} = standardtemperatuur [K]

T_{act} = gaasi tegelik temperatuur [K]

R = universaalne gaasikonstant

M_{mix} = gaasi molaarmass [g/mol]

3.9.2. PDP kalibreerimise arvutused

Iga voolutakisti asendi kohta tuleb VI lisa punkti 8.1.8.4 kohaselt määratud keskmistest väärtustest arvutada järgmised väärtused:

a) PDP pumbatud gaasi ruumala ühe pöörde kohta, V_{rev} [m^3/pööre]:

$$V_{rev} = \frac{\overline{\dot{n}_{ref}} \cdot R \cdot \overline{T}_{in}}{\overline{p}_{in} \cdot \overline{f}_{nPDP}} \quad (7\text{-}137)$$

kus:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = molaarse vooluhulga keskmine võrdlusväärtus [mol/s]

R = universaalne gaasikonstant

$\overline{T}_{in}$ = keskmine temperatuur pumba sisselaskeava juures [K]

$\overline{P}_{in}$ = keskmine rõhk pumba sisselaskeava juures [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = keskmine pöörlemissagedus [pööret/s]

b) PDP libisemise korrektsioonitegur, K_s [s/pööre]:

$$K_s = \frac{1}{\overline{f}_{nPDP} \cdot \sqrt{\frac{\overline{p}_{out} - \overline{p}_{in}}{\overline{p}_{out}}}} \quad (7\text{-}138)$$

kus:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = molaarse vooluhulga keskmine võrdlusväärtus [mol/s]

▼B

$\overline{T}_{in}$ = keskmine temperatuur pumba sisselaskeava juures [K]

$\overline{P}_{in}$ = keskmine rõhk pumba sisselaskeava juures [Pa]

$\overline{P}_{out}$ = keskmine rõhk pumba väljalaskeava juures [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = PDP keskmine pöörlemissagedus (pööret/s)

R = universaalne gaasikonstant

c) mahtpumba ühe pöörde kohta pumbatud gaasimahu ja mahtpumba libisemise korrektsiooniteguri K_s vaheline regressioon V_{rev} leitakse vähimruutude meetodil, määrates tõusu a_1 ja telglõigu a_0 väärtused, nagu on kirjeldatud 4. liites;

d) käesoleva punkti alapunktides a–c kirjeldatud toiminguid tuleb korrata iga kiiruse puhul, millega mahtpump töötab;

e) tabel 7.4 näitlikustab neid arvutusi erinevate $\overline{f}_{nPDP}$ väärtuste puhul:

Tabel 7.4.

Näide mahtpumba kalibreerimisandmete kohta

$\overline{f}_{nPDP}$ (pööret/min)	$\overline{f}_{nPDP}$ (pööret/s)	a_1 [m^3/min]	a_1 [m^3/s]	a_0 [m^3/pööre]
755,0	12,58	50,43	0,8405	0,056
987,6	16,46	49,86	0,831	– 0,013
1254,5	20,9	48,54	0,809	0,028
1401,3	23,355	47,30	0,7883	– 0,061

f) heitekatse käigus vooluhulga arvutamiseks, nagu on kirjeldatud punkti 3.6.3 alapunktis b, tuleb iga kiiruse puhul, millega mahtpump töötab, kasutada vastavat tõusu a_1 ja telglõiku a_0.

3.9.3. Venturi toru põhivalemid ja lubatavad eeldused

Käesolevas punktis kirjeldatakse põhivalemeid ja lubatavaid eeldusi Venturi toru kalibreerimiseks ja vooluhulga arvutamiseks Venturi toru kasutades. Kuna eelhelikiirusega Venturi toru (SSV) ja kriitilise voolurežiimiga Venturi toru (CFV) töötavad mõlemad sarnaselt, on nendega seotud põhivalemid peaaegu samad, välja arvatud nende rõhusuhet kirjeldav valem r (s.t r_{SSV} ja r_{CFV} vaheline seos). Need põhivalemid eeldavad ideaalgaasi ühemõõtmelist isentroopilist, ilma hõõrdumiseta kokkusurutavat voolu. Punkti 3.9.3 alapunktis d kirjeldatakse teisi võimalikke eeldusi. Kui mõõdetud vooluhulga puhul ei ole lubatud teha ideaalgaasi eeldust, tuleb nendesse valemitesse lisada reaalse gaasi käitumist iseloomustav esimese astme parandustegur, nimelt kokkusurutavustegur Z. Kui hea inseneritava kohaselt on nõutav muu väärtuse kui $Z = 1$ kasutamine, võib teguri Z väärtused mõõdetud rõhkude ja temperatuuride funktsioonina leida vastavast olekuvalemist või töötada hea inseneritava põhjal välja spetsiaalsed kalibreerimisvalemid. Tuleb märkida, et vooluteguri C_f valem põhineb ideaalgaasi eeldusel, mille puhul isentroopiline astendaja γ on võrdne erisoojuste suhtega c_p/c_V. Kui hea inseneritava nõuab reaalsele gaasile vastavat isentroopilist astendajat, võib γ väärtuste määramiseks mõõdetud rõhkude ja temperatuuride funktsioonina kasutada vastavat olekuvalemit või välja töötada spetsiaalsed kalibreerimisvalemid. Molaarne vooluhulk arvutatakse valemiga (7-139):

▼B

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}139)$$

kus:

C_d = vooluhulgategur, nagu see on määratud punkti 3.9.3 alapunktis a [-]

C_f = vooluhulgategur, nagu see on määratud punkti 3.9.3 alapunktis b [-]

A_t = Venturi toru ahendi ristlõikepindala (m^2)

p_{in} = absoluutne staatiline rõhk Venturi toru sisselaskeava juures [Pa]

Z = kokkusurumtavustegur [-]

M_{mix} = gaasisegu molaarmass [kg/mol]

R = universaalne gaasikonstant

T_{in} = absoluutne temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

a) VI lisa punktis 8.1.8.4 kogutud andmeid kasutades saadakse C_d valemiga (7-140):

$$C_d = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}{C_f \cdot A_t \cdot p_{in}} \quad (7\text{-}140)$$

kus:

$\dot{n}_{ref}$ = molaarne võrdlusvooluhulk [mol/s]

Teised tähised vastavalt valemile (7-139).

b) C_f määratakse ühte järgmist meetodit kasutades:

i) Ainult CFV vooluhulgamõõturite puhul tuletatakse C_{fCFV} tabelist 7.5 β (Venturi toru ahendi ja sisselaskeava läbimõõtude suhe) ja γ väärtuste (gaasisegu erisoojuste suhe) põhjal, kasutades vaheväärtuste leidmiseks lineaarset interpoleerimist:

Tabel 7.5

C_{fCFV} β ning γ vaheline seos CFV vooluhulgamõõturite puhul

C_{fCFV}		
β	γ_{exh} = 1,385	γ_{dexh} =γ_{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	γ_{dexh} =γ_{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) Iga CFV või SSV vooluhulgamõõturi puhul võib C_f arvutamiseks kasutada valemit (7-141):

$$C_f = \left[\frac{2 \cdot \gamma \cdot (r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1)}{(\gamma - 1) \cdot (\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}})}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (7\text{-}141)$$

kus:

γ = isentroopiline astendaja [-]. Ideaalgaasi puhul on see gaasisegu erisoojuste suhe, c_p/c_V

r = rõhusuhe, nagu on määratud käesoleva punkti alapunktis c (3)

β = Venturi toru ahendi ja sisselaskeava läbimõõtude suhe

c) rõhusuhe r arvutatakse järgmiselt:

i) ainult SSV süsteemide puhul arvutatakse r_{SSV} valemiga (7-142):

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \quad (7\text{-}142)$$

kus:

Δp_{ssv} = staatiliste rõhkude vahe; rõhk Venturi toru sisselaskeava juures miinus rõhk Venturi toru ahendi juures [Pa]

ii) ainult CFV süsteemide puhul arvutatakse r_{CFV} iteratsiooni meetodil valemiga (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) katseteks sobivamate väärtuste loomiseks võib teha järgmisi põhivalemeid lihtsustavaid eeldusi või kasutada head inseneritava:

i) heitekatsel kogu lahjendamata heitgaasi, lahjendatud heitgaasi ja lahjendusõhuga võib eeldada, et gaasisegu käitub ideaalgaasina: Z = 1;

▼B

ii) kogu lahjendamata heitgaasi kohta võib eeldada, et erisoojuste suhe on konstantne, γ = 1,385;

iii) kogu lahjendatud heitgaasi ja õhu kohta (st kalibreerimisõhk ja lahjendusõhk) võib eeldada, et erisoojuste suhe on konstantne, γ =1,399;

iv) kogu lahjendatud heitgaasi ja õhu puhul võib lugeda, et segu molaarmass M_{mix} [g/mol] on pelgalt lahjendusõhu või kalibreerimisõhu veekoguse funktsioon x_{H2O}, mis määratakse nii, nagu on kirjeldatud punktis 3.3.2, ja arvutatakse valemiga (7-144):

$$M_{mix} = M_{air} \cdot (1 - x_{H2O}) + M_{H2O} \cdot (x_{H2O}) \quad (7\text{-}144)$$

kus:

M_{air} = 28,96559 g/mol

M_{H2O} = 18,01528 g/mol

x_{H2O} = vee kogus lahjendus- või kalibreerimisõhus [mol/mol]

v) kalibreerimisel ja katsetamisel kogu lahjendatud heitgaasi ja õhuga võib eeldada, et segu molaarmass M_{mix} on konstantne, kuni eeldatud molaarmass ei erine kalibreerimise ja katsetamise ajal eeldatavast minimaalsest ja maksimaalsest molaarmassist üle ±1 protsendi. Selle eelduse võib teha siis, kui tagatakse piisav veekoguse kontrollimine kalibreerimis- ja lahjendusõhus või kui kalibreerimis- ja lahjendusõhust eemaldatakse piisavalt vett. Tabelis 7.6 esitatakse näited lahjendusõhu kastepunkti ja kalibreerimisõhu kastepunkti lubatud vahemike kohta.

Tabel 7.6

Näited lahjendus- ja kalibreerimisõhu kastepunktide kohta, mille juures võib eeldada konstantset M_{mix} väärtust

Kui kalibreerimisõhu T_{dew} (°C) on ...	eeldatakse, et M_{mix} (g/mol) on konstantselt	kui T_{dew} (°C) on heitekatse käigus järgmises vahemikus ([a])
kuiv	28,96559	kuiv kuni 18
0	28,89263	kuiv kuni 21
5	28,86148	kuiv kuni 22
10	28,81911	kuiv kuni 24
15	28,76224	kuiv kuni 26
20	28,68685	– 8 kuni 28
25	28,58806	12 kuni 31
30	28,46005	23 kuni 34

([a]) Vahemik kehtib kõikide kalibreerimis- ja heitekatsete puhul õhurõhu vahemikus 80,000–103,325 kPa.

▼B

3.9.4. SSV kalibreerimine

a) Molaarsuspõhine meetod. SSV vooluhulgamõõturi kalibreerimiseks tuleb toimida nii:

i) Venturi toru ahendi läbimõõdu d_t abil tuleb arvutada iga molaarse võrdlusvooluhulga kohta Reynoldsi arv $Re^{\#}$ (valem (7-145)). Kuna $Re^{\#}$ arvutamiseks on vajalik dünaamiline viskoossus μ, võib kalibreerimisgaasi (tavaliselt õhk) puhul μ määramiseks kasutada erilist viskoossusmudelit, lähtudes heast inseneritavast (valem 7-146). Teine võimalus on kasutada μ ümardamiseks Sutherlandi kolmetegurilist viskoossusmudelit (tabel 7.7):

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{mix} \cdot \dot{n}_{ref}}{\pi \cdot d_t \cdot \mu} \quad (7\text{-}145)$$

kus:

d_t = SSV ahendi läbimõõt [m]

M_{mix} = segu molaarmass [kg/mol]

$\dot{n}_{ref}$ = molaarne võrdlusvooluhulk [mol/s]

ning Sutherlandi kolmetegurilist viskoossusmudelit kasutades:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T_{in}}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{T_0 + S}{T_{in} + S}\right) \quad (7\text{-}146)$$

kus:

μ = kalibreerimisgaasi dünaamiline viskoossus [kg /(m•s)]

μ_0 = Sutherlandi võrdlusviskoossus [kg /(m·s)]

S = Sutherlandi konstant [K]

T_0 = Sutherlandi võrdlustemperatuur [K]

T_{in} = absoluutne temperatuur Venturi toru sisselaskeava juures [K]

Tabel 7.7

Sutherlandi kolmetegurilise viskoossusmudeli parameetrid

Gaas (a)	μ_0	T_0	S	Temperatuuri-vahemik ±2 %	Rõhu piirnorm
	kg /(m·s)	K	K	K	kPa
Õhk	$1{,}716 \times 10^{-5}$	273	111	170 kuni 1 900	≤ 1 800
CO_2	$1{,}370 \times 10^{-5}$	273	222	190 kuni 1 700	≤ 3 600
H_2O	$1{,}12 \times 10^{-5}$	350	1,064	360 kuni 1 500	≤ 10 000
O_2	$1{,}919 \times 10^{-5}$	273	139	190 kuni 2 000	≤ 2 500
N_2	$1{,}663 \times 10^{-5}$	273	107	100 kuni 1 500	≤ 1 600

(a) Kasutada võib ainult loetletud puhaste gaaside kohta tabelis esitatud parameetreid. Parameetreid ei tohi gaasisegude viskoossuse arvutamiseks kombineerida.

▼B

ii) seotud väärtuste ($Re^{\#}$, C_d) abil koostatakse valem C_d ja $Re^{\#}$ seose kohta. C_d arvutatakse valemiga (7-140) valemist (7-141) saadud C_f abil, aga võib kasutada ka mis tahes muud matemaatilist avaldist, sealhulgas polünoomi või võimsusseeriat. Valem (7-147) on näide tavaliselt kasutatava matemaatilise avaldise kohta, mis seob suurusi C_d ja $Re^{\#}$:

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \quad (7\text{-}147)$$

iii) valemile kõige sobivamate tegurite määramiseks tuleb teha vähimruutude regressioonanalüüs ning arvutada valemi regressioonistatistika, regressiooni standardviga *SEE* ja determinatsioonikordaja r^2 vastavalt 3. liitele;

iv) kui valem vastab kriteeriumidele $SEE < 0{,}5\ \%\ n_{ref\ max}$ (või $1E41_{refmax}$) ja $r^2 \geq 0{,}995$, võib seda kasutada C_d määramiseks heitekatsete jaoks, nagu on kirjeldatud punkti 3.6.3. alapunktis b;

v) kui valem ei vasta *SEE* ja r^2 kriteeriumidele, võib regressioonistatistika täitmiseks jätta kalibreerimisel mõõtepunkte välja hea inseneritava kohaselt. Kriteeriumidele vastamiseks tuleb kasutada vähemalt seitset kalibreerimise andmepunkti;

vi) kui punktide vahelejätmine võõrväärtuste probleemi ei lahenda, tuleb rakendada parandusmeetmeid. Näiteks tuleb valida C_d ja $Re^{\#}$ seost näitava valemi jaoks teine matemaatiline avaldis, kontrollida lekete puudumist või korrata kalibreerimisprotsessi. Kui protsessi korratakse, tuleb mõõteandmete puhul kasutada rangemaid tolerantse ning voolu stabiliseerumiseks tuleb anda rohkem aega;

vii) kui valem vastab regressiooni kriteeriumidele, võib seda kasutada ainult nende vooluhulkade määramiseks, mis on C_d ja $Re^{\#}$ seost näitava valemi regressiooni kriteeriumide täitmiseks kasutatud võrdlusvooluhulkade vahemikus.

3.9.5. CFV kalibreerimine

a) Mõned CFV vooluhulgamõõturid koosnevad ühest Venturi torust ja teised mitme Venturi toru kombinatsioonist, kusjuures erinevaid Venturi torude kombinatsioone kasutatakse erinevate vooluhulkade mõõtmiseks. Mitmest Venturi torust koosnevate CFV vooluhulgamõõturite puhul võib eraldi vooluhulgateguri C_d määramiseks kalibreerida iga Venturi toru eraldi või kalibreerida kõik Venturi torude kombinatsioonid ühe Venturi torude süsteemina. Juhul kui kalibreeritakse Venturi torude kombinatsiooni, kasutatakse $A_t$väärtusena aktiivsete Venturi torude ahendite pindalade summat, d_t väärtusena aktiivsete Venturi torude ahendite läbimõõtude ruutude summa ruutjuurt ning aktiivsete Venturi torude ahendite läbimõõtude summa ruutjuure d_t ja kõikide Venturi torude ühise sisselaskeava läbimõõdu D suhtena Venturi toru ahendi ja sisselaskeava läbimõõtude suhet. C_d määramiseks ühe Venturi toru või Venturi torude ühe kombinatsiooni puhul tuleb toimida nii:

▼B

i) igast kalibreerimise seadepunktist kogutud andmete abil arvutatakse iga punkti individuaalne C_d valemiga (7-140);

ii) kõikide C_d väärtuste keskmine ja standardhälve arvutatakse valemite (7-155) ja (7-156) abil;

iii) kui kõikide C_d väärtuste standardhälve on 0,3 % või vähem keskmisest C_d väärtusest, kasutatakse valemis (7-120) keskmist C_d väärtust ning CFV-d tohib kasutada ainult kuni kõige madalama kalibreerimise käigus mõõdetud r väärtuseni;

$$r = 1 - (\Delta p/p_{in}) \quad (7\text{-}148)$$

iv) kui kõikide C_d väärtuste standardhälve on üle 0,3 % keskmisest C_d-st, tuleb kalibreerimise käigus kõige madalama mõõdetud r väärtuse juures saadud andmepunktile vastavad C_d väärtused vahele jätta;

v) kui alles jäänud andmepunkte on alla seitsme, tuleb rakendada parandusmeetmeid:, kontrollida kalibreerimisandmeid või korrata kalibreerimisprotsessi. Kui korratakse kalibreerimisprotsessi, on soovitatav kontrollida lekete puudumist, kasutada mõõtmistulemuste suhtes rangemaid tolerantse ja anda vooluhulga stabiliseerumiseks rohkem aega;

vi) kui alles jäänud C_d väärtuste arv on seitse või üle selle, tuleb alles jäänud C_d väärtuste keskmine ja standardhälve uuesti arvutada;

vii) kui alles jäänud C_d väärtuste standardhälve on 0,3 % või vähem alles jäänud C_d väärtuste keskmisest, kasutatakse seda keskmist C_d väärtust valemis (7-120) ning CFV-väärtusi tohib kasutada ainult kuni kõige madalama r väärtuseni, mis on seotud alles jäänud C_d väärtustega;

viii) kui alles jäänud C_d väärtuste standardhälve on siiski kõrgem kui 0,3 % alles jäänud C_d väärtuste keskmisest, tuleb korrata käesoleva alapunkti e alapunktides 4–8 kirjeldatud etappe.

▼B

1. liide

Korrigeerimine triivi suhtes

1. **Kohaldamisala ja sagedus**

Käesolevas liites esitatud arvutused on ette nähtud selleks, et teha kindlaks, kas gaasianalüsaatori triiv muudab katsefaasi tulemused kehtetuks. Kui triiv ei muuda katsefaasi tulemusi kehtetuks, tuleb katsefaasis saadud gaasianalüsaatori näite korrigeerida triivi suhtes vastavalt käesolevale liitele. Kõikides järgnevates heitearvestustes tuleb kasutada triivi suhtes korrigeeritud gaasianalüsaatori näite. Gaasianalüsaatori triivi lubatud künnis katsefaasi käigus on esitatud VI lisa punktis 8.2.2.2.

2. **Korrigeerimispõhimõtted**

Käesolevas liites esitatud arvutustes kasutatakse näite, mis gaasianalüsaator on andnud analüütiliste gaaside null- ja võrdluskontsentratsioonide kohta, nagu need määratakse enne ja pärast katsefaasi. Arvutustega korrigeeritakse gaasianalüsaatori näite, mis on salvestatud katsefaasi käigus. Korrigeerimine põhineb analüsaatori keskmistel null- ja võrdlusgaaside näitudel ning see rajaneb null- ja võrdlusgaaside endi võrdluskontsentratsioonidel. Triivi valideerimine ja selle suhtes korrigeerimine toimub järgmiselt.

3. **Triivi valideerimine**

Pärast kõikide teiste korrektsioonide (välja arvatud korrigeerimine triivi suhtes) kohaldamist kõikide gaasianalüsaatori signaalide puhul arvutatakse punkti 3.8 põhjal pidurdamisega seotud heide. Seejärel tuleb vastavalt käesolevale liitele korrigeerida kõik gaasianalüsaatori signaalid triivi suhtes. Pidurdamisega seotud heite kogused arvutatakse uuesti, kasutades kõiki triivi suhtes korrigeeritud gaasianalüsaatori signaale. Pidurdamisega seotud heite tulemused tuleb valideerida ja esitada enne ja pärast triivi suhtes korrigeerimist vastavalt VI lisa punktile 8.2.2.2.

4. **Korrigeerimine triivi suhtes**

Kõik gaasianalüsaatori signaalid tuleb korrigeerida järgmiselt:

a) iga salvestatud kontsentratsiooni x_i tuleb korrigeerida pideva või perioodilise proovivõtu suhtes, $\bar{x}$;

b) korrektsioon triivi suhtes arvutatakse valemi (7-149) põhjal:

$$x_{i\text{driftcor}} = x_{\text{refzero}} + (x_{\text{refspan}} - x_{\text{refzero}}) \frac{2x_i - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})}{(x_{\text{prespan}} + x_{\text{postspan}}) - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})} \quad (7\text{-}149)$$

kus:

$x_{i\text{driftcor}}$ = triivi suhtes korrigeeritud kontsentratsioon (µmol/mol)

x_{refzero} = nullgaasi etalonkontsentratsioon, mis on harilikult null, kui ei ole ette nähtud teisiti [µmol/mol]

x_{refspan} = etalonkontsentratsioon võrdlusgaasis [µmol/mol]

x_{prespan} = gaasianalüsaatori katsefaasieelne reageering võrdlusgaasi kontsentratsioonile [µmol/mol]

x_{postspan} = gaasianalüsaatori katsefaasijärgne reageering võrdlusgaasi kontsentratsioonile [µmol/mol]

x_i või $\bar{x}$ = katse ajal registreeritud, s.t mõõdetud kontsentratsioon enne korrigeerimist triivi suhtes (µmol/mol)

▼B

$x_{prezero}$ = gaasianalüsaatori katsefaasieelne reageering nullgaasi kontsentratsioonile [µmol/mol]

$x_{postzero}$ = gaasianalüsaatori katsefaasijärgne reageering nullgaasi kontsentratsioonile (µmol/mol)

c) katsefaasieelsete kontsentratsioonide puhul tuleb kasutada viimatist enne katsefaasi määratud kontsentratsiooni. Mõne katsefaasi puhul võib viimatine null- või etalonkontsentratsiooni mõõtmine olla toimunud enne ühte või mitut eelmist katsefaasi;

d) kõikide katsefaasijärgsete kontsentratsioonide puhul tuleb kasutada viimatisena pärast katsefaasi määratud kontsentratsiooni. Mõne katsefaasi puhul võib viimatine null- või etalonkontsentratsiooni mõõtmine olla toimunud pärast ühte või mitut eelmist katsefaasi;

e) kui ühtegi katsefaasieelset analüsaatori näitu võrdlusgaasi kontsentratsiooni kohta $x_{prespan}$ ei ole salvestatud, tuleb $x_{prespan}$ seada võrdseks võrdlusgaasi etalonkontsentratsiooniga: $x_{prespan} = x_{refspan}$;

f) kui ühtegi katsefaasieelset analüsaatori näitu nullgaasi kontsentratsiooni kohta $x_{prezero}$ ei ole salvestatud, tuleb $x_{prezero}$ seada võrdseks nullgaasi etalonkontsentratsiooniga: $x_{prezero} = x_{refzero}$;

g) tavaliselt on nullgaasi $x_{refzero}$ etalonkontsentratsioon null: $x_{refzero} = 0$ µmol/mol. Kuid mõnel juhul võib olla teada, et $x_{refzero}$ kontsentratsioon ei ole null. Näiteks kui CO_2 analüsaator nullitakse ümbritseva õhu abil, võib kasutada CO_2 ümbritseva õhu vaikekontsentratsiooni, mis on 375 µmol/mol. Sel juhul $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol. Kui analüsaator nullitakse nullist erineva $x_{refzero}$ väärtusega, tuleb analüsaatori võimsus seada tegelikule $x_{refzero}$ kontsentratsioonile. Näiteks kui $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol, tuleb analüsaator seada nii, et kui nullgaas voolab analüsaatorisse, oleks väärtuseks 375 µmol/mol.

▼B

2. liide

Süsinikuvoolu kontroll

1. **Sissejuhatus**

Ainult väga väike osa heitgaasides sisalduvast süsinikust on pärit kütusest ja sellest minimaalne osa on heitgaasis CO_2-na. See on CO_2 mõõtmistel põhineva süsteemi vastavustõendamise kontrolli aluseks. Sädesüütemootorite puhul, millel puudub kontroll õhu ülejäägi suhtarvu λ üle või mis töötavad väljaspool vahemikku $0{,}97 \leq \lambda \leq 1{,}03$, hõlmab menetlus ka HC ja CO mõõtmist.

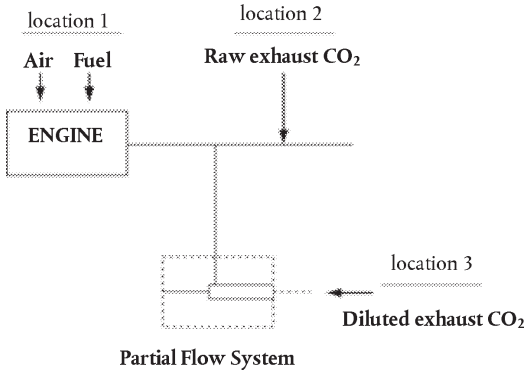
Süsinikuvool heitgaasi mõõtmise süsteemidesse määratakse kütuse vooluhulga põhjal. CO_2 (või CO_2, HC ja CO) kontsentratsiooni ja gaasivoolu kiiruse alusel määratakse süsinikuvool erinevates heiteproovivõtukohtades ja tahkete osakeste proovivõtusüsteemides.

Mootorist lähtub teadaolev süsinikuvool ning kui jälgida sama süsinikuvoolu väljalasketorus ja osavooga tahkete osakeste proovivõtusüsteemi väljalaskeavas, on võimalik kindlaks teha lekke ulatus ja vooluhulga mõõtmise täpsus. Sellise kontrolli eeliseks on see, et komponendid töötavad temperatuuri ja voo osas mootori tegelikes katsetingimustes.

Joonisel 7.1 on kujutatud proovivõtukohad, kus kontrollitakse süsinikuvoolu. Süsinikuvooluhulga arvutamise erivalemid iga punkti kohta on esitatud allpool.

Joonis 7.1

Süsinikuvoolu kontrolli mõõtepunktid



2. **Süsiniku vooluhulk mootorisse (asukoht 1)**

Süsiniku massivooluhulk mootorisse q_{mCf} [kg/s] kütuse CHαOε puhul arvutatakse valemiga (7-150):

$$q_{mCF} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon} \cdot g_{mf} \qquad (7\text{-}150)$$

kus:

q_{mf} = kütuse massivooluhulk [kg/s]

▼B

3. **Süsiniku vooluhulk lahjendamata heitgaasis (asukoht 2)**

3.1. CO_2 põhjal

Süsiniku massivooluhulk mootori väljalasketorus q_{mCe} [kg/s] määratakse lahjendamata CO_2 kontsentratsiooni ja heitgaasi massivooluhulga alusel valemiga (7-151):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \quad (7\text{-}151)$$

kus:

$c_{CO2,r}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon lahjendamata heitgaasis [%]

$c_{CO2,a}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

q_{mew} = niiske heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

M_e = heitgaasi molaarmass [g/mol]

Kui CO_2 kontsentratsiooni mõõdetakse kuivas heitgaasis, tehakse ümberarvutus niiskele gaasile vastavalt punktile 2.1.3 või 3.5.2.

3.2. CO_2, HC ja CO põhjal

Alternatiivina süsinikuvooluhulga arvutamisele punkti 3.1 kohaselt üksnes CO_2 alusel, määratakse süsiniku vooluhulk mootori väljalasketorus q_{mCe} [kg/s] lahjendamata CO_2, HC ja CO kontsentratsiooni ning heitgaasi massivooluhulga alusel valemiga (7-152):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),r} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,r} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \quad (7\text{-}152)$$

kus:

$c_{CO2,r}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon lahjendamata heitgaasis [%]

$c_{CO2,a}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

$c_{THC(C1),r}$ = niiske THC(C1) kontsentratsioon lahjendamata heitgaasis [%]

$c_{THC(C1),a}$ = THC(C1) kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

$c_{CO,r}$ = niiske CO kontsentratsioon lahjendamata heitgaasis [%]

$c_{CO,a}$ = niiske CO kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

q_{mew} = niiske heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

M_e = heitgaasi molaarmass [g/mol]

Kui CO_2 või CO kontsentratsiooni mõõdetakse kuivas heitgaasis, tehakse ümberarvutus niiskele gaasile vastavalt punktile 2.1.3 või 3.5.2.

▼B

4. **Süsiniku vooluhulk lahjendussüsteemis (asukoht 3)**

4.1. CO_2 põhjal

Osavoolahjendussüsteemi korral tuleb arvesse võtta ka jaotussuhet. Süsiniku vooluhulk samaväärses lahjendussüsteemis $q_{m\mathrm{Cp}}$ [kg/s] (st samaväärne täisvoosüsteemiga, kus kogu vool lahjendatakse) määratakse lahjendatud CO_2 kontsentratsiooni, heitgaasi massivooluhulga ja proovi vooluhulga alusel; uus valem (7-153) on muidu identne valemiga (7-151), ainus täiendus on lahjendustegur $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{m\mathrm{Cp}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,d}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100}\right) \cdot q_{m\mathrm{ew}} \cdot \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{e}}} \cdot \frac{q_{m\mathrm{dew}}}{q_{m\mathrm{p}}} \qquad (7\text{-}153)$$

kus:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis lahjendustunneli väljalaskeava juures [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

$q_{m\mathrm{dew}}$ = lahjendatud proovi vooluhulk osavoolahjendussüsteemis [kg/s]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = niiske heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

$q_{m\mathrm{p}}$ = heitgaasiproovi vooluhulk osavoolahjendussüsteemi [kg/s]

M_{e} = heitgaasi molaarmass [g/mol]

Kui CO_2 kontsentratsiooni mõõdetakse kuivas heitgaasis, tehakse ümberarvutus niiskele gaasile vastavalt punktile 2.1.3 või 3.5.2.

4.2. CO_2, HC ja CO põhjal

Osavoolahjendussüsteemi korral tuleb arvesse võtta ka jaotussuhet. Alternatiivina süsiniku vooluhulga arvutamisele punkti 4.1 kohaselt üksnes CO_2 alusel, määratakse süsiniku vooluhulk samaväärses lahjendussüsteemis $q_{m\mathrm{Cp}}$ [kg/s] (st samaväärne täisvoosüsteemiga, kus kogu vool lahjendatakse) lahjendatud CO_2, HC ja CO kontsentratsiooni, heitgaasi massivooluhulga ja proovi vooluhulga alusel; uus valem (7-154) on muidu identne valemiga (7-152), ainus täiendus on lahjendustegur $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),d} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,d} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad (7\text{-}154)$$

kus:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis lahjendustunneli väljalaskeava juures [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = niiske CO_2 kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),d}}$ = niiske THC(C1) kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis lahjendustunneli väljalaskeava juures [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),a}}$ = THC(C1) kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

$c_{\mathrm{CO,d}}$ = niiske CO kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis lahjendustunneli väljalaskeava juures [%]

$c_{\mathrm{CO,a}}$ = niiske CO kontsentratsioon ümbritsevas õhus [%]

▼B

q_{mdew} = lahjendatud proovi vooluhulk osavoolahjendussüsteemis [kg/s]

q_{mew} = niiske heitgaasi massivooluhulk [kg/s]

q_{mp} = heitgaasiproovi vooluhulk osavoolahjendussüsteemi [kg/s]

M_e = heitgaasi molaarmass [g/mol]

Kui CO_2 või CO kontsentratsiooni mõõdetakse kuivas heitgaasis, tehakse ümberarvutus niiskele gaasile vastavalt käesoleva lisa punktile 2.1.3 või 3.5.2.

5. **Heitgaasi molaarmassi arvutamine**

Heitgaasi keskmine molaarmass arvutatakse valemi (7-13) põhjal (vt käesoleva lisa punkt 2.1.5.2).

Teise võimalusena võib kasutada järgmisi heitgaasi molaarmasse:

M_e (diislikütus) = 28,9 g/mol

M_e (LPG) = 28,6 g/mol

M_e (maagaas/biometaan) = 28,3 g/mol

M_e (bensiin) = 29,0 g/mol

▼B

3. liide

Statistika

1. **Aritmeetiline keskmine**

Aritmeetiline keskmine $\bar{y}$arvutatakse valemiga (7-155):

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i}{N} \tag{7-155}$$

2. **Standardhälve**

Objektiivse (s.t $N - 1$) proovi standardhälve (σ) arvutatakse valemiga (7-156):

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (y_i - \bar{y})^2}{(N-1)}} \tag{7-156}$$

3. **Ruutkeskmine**

Ruutkeskmine rms_y arvutatakse valemiga (7-157):

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \tag{7-157}$$

4. **t-katse**

See, kas andmed läbivad t-katse, tehakse kindlaks järgmiste valemite ja tabeli 7.8 abil.

a) Ühepoolse *t*-katse puhul arvutatakse *t* statistiline väärtus ja selle vabadusastmed *v* valemitega (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) Kahepoolse *t*-katse puhul arvutatakse *t* statistiline väärtus ja selle vabadusastmed *v* valemiga (7-160), pidades silmas, et ε_i väljendab vigu (st erinevusi) iga y_{refi} ja $y_i$paari vahel:

$$t = \frac{|\bar{\varepsilon}| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_\varepsilon} \qquad v = N - 1 \tag{7-160}$$

c) Tabelit 7.8 kasutatakse *t* väärtuste võrdlemiseks t_{crit} väärtustega, mis on tabelis esitatud vastavalt vabadusastmete arvule. Kui *t* on väiksem kui t_{crit}, siis *t* läbib *t*-katse.

Tabel 7.8.

Kriitilised *t* väärtused vabadusastmete *v* arvu suhtes

v	Usaldatavus	
	90 %	95 %
1	6,314	12,706
2	2,920	4,303
3	2,353	3,182

▼B

v	Usaldatavus	
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

Siin esitamata väärtuste määramiseks kasutatakse lineaarinterpoleerimist.

5. **F-katse**

F statistiline väärtus arvutatakse valemiga (7-161):

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ref}}^2} \qquad (7\text{-}161)$$

a) 90 % usaldusnivooga *F*-katse puhul kasutatakse tabelit 7.9, et võrrelda *F* väärtusi tabelisse paigutatud F_{crit90} väärtustega, mis on seostatud näitajatega $(N - 1)$ ja $(N_{\text{ref}} - 1)$. Kui *F* on väiksem kui F_{crit90}, siis *F* läbib *F*-katse 90 % usaldusväärsusega;

▼B

b) 95 % usaldusnivooga *F*-katse puhul kasutatakse tabelit 7.10, et võrrelda *F* väärtusi tabelisse paigutatud F_{crit95} väärtustega, mis on seostatud näitajatega (N – 1) ja (N_{ref} – 1) suhtes. Kui *F* on väiksem kui F_{crit95}, siis *F* läbib *F*-katse 95 % usaldusväärsusega;

6. **Tõus**

Regressioonisirge tõus a_{1y} arvutatakse vähimruutude meetodil valemiga (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. **Telglõik**

Regressioonisirge telglõik a_{0y} arvutatakse vähimruutude meetodil valemiga (7-163):

$$a_{0y} = \overline{y} - (a_{1y} \cdot \overline{y}_{ref}) \quad (7\text{-}163)$$

8. **Regressiooni standardhälve**

Regressiooni standardhälve *SEE* arvutatakse valemiga (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. **Determinatsioonikordaja**

Determinatsioonikordaja r^2 arvutatakse valemiga (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

4. liide

RASKUSJÕU JAOTUMISE RAHVUSVAHELINE VALEM, 1980

Maa raskuskiirendus a_g varieerub sõltuvalt kohast ja a_g arvutatakse vastava laiuskraadi jaoks valemiga (7-166):

$$a_g = 9{,}7803267715\ [1 + 5{,}2790414 \times 10^{-3} \sin^2 \theta + 2{,}32718 \times 10^{-5} \sin^4 \theta + 1{,}262 \times 10^{-7} \sin^6 \theta + 7 \times 10^{-10} \sin^8 \theta] \quad (7\text{-}166)$$

kus:

θ = põhja- või lõunalaiuse kraadid

▼B

5. liide

Tahkete osakeste arvu kindlakstegemine

1. **Tahkete osakeste arvu määramine**

1.1. Ajaline vastavus

Osavoolahjendussüsteemi puhul võetakse viibeaja kindlaksmääramisel tahkete osakeste arvu määramise proovivõtu- ja mõõtesüsteemis arvesse tahkete osakeste arvu kajastava signaali jaotust katsetsükli jooksul ja heitgaasi massivooluhulka vastavalt VI lisa punktis 8.2.1.2 sätestatud menetlusele. Tahkete osakeste arvu määramise proovivõtu- ja mõõtesüsteemi ülekandeaeg määratakse vastavalt VI lisa 1. liite punktile 2.1.3.7.

1.2. Tahkete osakeste arvu määramine siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmeliste katsetsüklite (RMC) puhul osavoolahjendussüsteemis

Kui tahkete osakeste arvu määramiseks võetakse proov osavoolahjendussüsteemist VI lisa punktis 9.2.3 sätestatud spetsifikatsioonide kohaselt, arvutatakse katsetsükli jooksul eraldunud tahkete osakeste arv valemiga (7-167):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}167)$$

kus:

N on katsetsükli jooksul eraldunud tahkete osakeste arv (#/katse),

m_{edf} on tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi ekvivalentmass, mis saadakse valemiga (7-45) (punkt 2.3.1.1.2), [kg/katse],

k on kalibreerimistegur, millega korrigeeritakse tahkete osakeste loenduri mõõt võrdlusseadme taseme suhtes, kui selline korrektsioon ei toimu juba tahkete osakeste loenduri sees. Kui tahkete osakeste loendur võtab kalibreerimistegurit ise arvesse, siis valemis (7-167) $k = 1$,

$\overline{c_s}$ on tahkete osakeste keskmine kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis, korrigeerituna standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

$\overline{f_r}$ on lenduvate tahkete osakeste püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni keskmine vähendustegur, mis sõltub katses kasutatavatest lahjendusseadetest,

ning

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}168)$$

kus:

$c_{s,I}$ on lahjendatud heitgaasis sisalduvate tahkete osakeste kontsentratsioon diskreetsel mõõtmisel tahkete osakeste loenduris, korrigeerituna samaaegsuse suhtes ja standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

n on tahkete osakeste kontsentratsiooni mõõtmiste arv kogu katse vältel.

▼B

1.3. Tahkete osakeste arvu määramine siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmeliste katsetsüklite (RMC) puhul täisvoolahjendussüsteemis

Kui tahkete osakeste arvu määramiseks võetakse proov täisvoolahjendussüsteemist VI lisa punktis 9.2.2 sätestatud spetsifikatsioonide kohaselt, arvutatakse katsetsükli jooksul eraldunud tahkete osakeste arv valemiga (7-169):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}169)$$

kus:

N on katsetsükli jooksul eraldunud tahkete osakeste arv (#/katse),

m_{ed} on tsükli jooksul tekkinud lahjendatud heitgaasi vooluhulk, mis arvutatakse VII lisa punktides 2.2.4.1–2.2.4.3 kirjeldatud meetodi kohaselt [kg/katse],

k on kalibreerimistegur, millega korrigeeritakse tahkete osakeste loenduri mõõt võrdlusseadme taseme suhtes, kui selline korrektsioon ei toimu juba tahkete osakeste loenduri sees. Kui tahkete osakeste loendur võtab kalibreerimistegurit ise arvesse, siis valemis (7-169) $k = 1$,

$\overline{c_s}$ on tahkete osakeste keskmine korrigeeritud kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis, korrigeerituna standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

$\overline{f_r}$ on lenduvate tahkete osakeste püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni keskmine vähendustegur, mis sõltub katses kasutatavatest lahjendusseadetest,

ning

$$\overline{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}170)$$

kus:

$c_{s,I}$ on lahjendatud heitgaasis sisalduvate tahkete osakeste kontsentratsioon diskreetsel mõõtmisel tahkete osakeste loenduris, korrigeerituna samaaegsuse suhtes ja standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

n on tahkete osakeste kontsentratsiooni mõõtmiste arv kogu katse vältel.

1.4. Tahkete osakeste arvu määramine üksikrežiimi NRSC katsete puhul osavoolahjendussüsteemis

Kui tahkete osakeste arvu määramiseks võetakse proov osavoolahjendussüsteemist VI lisa punktis 9.2.3 sätestatud spetsifikatsioonide kohaselt, siis arvutatakse tahkete osakeste heide üksikrežiimis valemiga (7-171), kasutades režiimi keskmisi väärtusi:

$$\dot{N} = \frac{q_{medf}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \qquad (7\text{-}171)$$

kus:

$\dot{N}$ on tahkete osakeste heide üksikrežiimi katsel [#/h],

q_{medf} on lahjendatud niiske heitgaasi massivooluhulga ekvivalent üksikrežiimis, arvutatuna valemiga (7-51) (punkt 2.3.2.1), [kg/s],

▼B

k on kalibreerimistegur, millega korrigeeritakse tahkete osakeste loenduri mõõt võrdlusseadme taseme suhtes, kui selline korrektsioon ei toimu juba tahkete osakeste loenduri sees. Kui tahkete osakeste loendur võtab kalibreerimistegurit ise arvesse, siis valemis (1-171) $k = 1$,

$\overline{c_s}$ on tahkete osakeste keskmine kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis üksikrežiimi katsel, korrigeerituna standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

$\overline{f_r}$ on lenduvate tahkete osakeste püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni keskmine vähendustegur, mis sõltub katses kasutatavatest lahjendusseadetest,

ning

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}172)$$

kus:

$c_{s,I}$ on lahjendatud heitgaasis sisalduvate tahkete osakeste kontsentratsioon diskreetsel mõõtmisel tahkete osakeste loenduris, korrigeerituna samaaegsuse suhtes ja standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa) (tahket osakest kuupsentimeetri kohta),

n on tahkete osakeste kontsentratsiooni mõõtmiste arv proovivõtuaja üksikrežiimi katsel.

1.5. Tahkete osakeste arvu määramine üksikrežiimi katsetsüklite puhul täisvoolahjendussüsteemis

Kui tahkete osakeste arvu määramiseks võetakse proov täisvoolahjendussüsteemist VI lisa punktis 9.2.2 sätestatud spetsifikatsioonide kohaselt, siis arvutatakse tahkete osakeste heide üksikrežiimis valemiga (7-173), kasutades režiimi keskmisi väärtusi:

$$\dot{N} = \frac{q_{mdew}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \quad (7\text{-}173)$$

kus:

$\dot{N}$ on tahkete osakeste heide üksikrežiimi katsel [#/h],

q_{mdew} on kogu niiske lahjendatud heitgaasi massivooluhulk üksikrežiimi katsel [kg/s]

k on kalibreerimistegur, millega korrigeeritakse tahkete osakeste loenduri mõõt võrdlusseadme taseme suhtes, kui selline korrektsioon ei toimu juba tahkete osakeste loenduri sees. Kui tahkete osakeste loendur võtab kalibreerimistegurit ise arvesse, siis valemis (7-173) $k = 1$,

$\overline{c_s}$ on tahkete osakeste keskmine kontsentratsioon lahjendatud heitgaasis üksikrežiimi katsel, korrigeerituna standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

$\overline{f_r}$ on lenduvate tahkete osakeste püüduri tahkete osakeste kontsentratsiooni keskmine vähendustegur, mis sõltub katses kasutatavatest lahjendusseadetest,

▼B

ning

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}174)$$

kus:

$c_{s,I}$ on lahjendatud heitgaasis sisalduvate tahkete osakeste kontsentratsioon diskreetsel mõõtmisel tahkete osakeste loenduris, korrigeerituna samaaegsuse suhtes ja standardtingimustele vastavaks (273,2 K ja 101,33 kPa), tahket osakest kuupsentimeetri kohta,

n on tahkete osakeste kontsentratsiooni mõõtmiste arv proovivõtuaja üksikrežiimi katsel.

2. **Katse tulemus**

2.1. Eriheite arvutamine siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmeliste katsetsüklite (RMC) puhul

Iga üksiku RMC katse, kuumkäivitusega NRTC ja külmkäivitusega NRTC korral arvutatakse eriheide tahkete osakeste arvuna kWh kohta valemi (7-175) kohaselt:

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (7\text{-}175)$$

kus:

N on astmelises katsetsüklis (RMC), NRTC kuumkäivitustsüklis või NRTC külmkäivitustsüklis eraldunud tahkete osakeste arv,

W_{act} on tegelik tsükli töö [kWh] VI lisa punkti 7.8.3.4 kohaselt.

RMC katses mootoriga, mille heitgaaside järeltöötlussüsteemi regenereerimine toimub perioodiliselt (harva) (vt VI lisa punkt 6.6.2), korrigeeritakse eriheidet sobiva multiplikatiivse korrektsiooniteguriga või ülespoole korrigeerimise teguriga. Kui katse ajal ei toimunud perioodilist regenereerimist, kasutatakse ülespoole korrigeerimise tegurit ($k_{\mathrm{ru,m}}$ või $k_{\mathrm{ru,a}}$). Kui katse ajal toimus perioodiline regenereerimine, kasutatakse allapoole korrigeerimise tegurit ($k_{\mathrm{rd,m}}$ või $k_{\mathrm{rd,a}}$).

Astmelise katsetsükli puhul korrigeeritakse lõpptulemust ka multiplikatiivse või aditiivse halvendusteguriga, mis on määratud vastavalt III lisa nõuetele.

2.1.1. NRTC katse kaalutud keskmine tulemus

NRTC katse puhul peab katse lõplik tulemus olema külmkäivituskatse ja kuumkäivituskatse (sh vajaduse korral perioodilise regenereerimise) kaalutud keskmine tulemus, mis arvutatakse valemiga (7-176) või (7-177):

a) regenereerimise multiplikatiivse korrektsiooniteguri puhul või mootorite puhul, millel puudub perioodiliselt regenereeruv heitgaaside järeltöötlussüsteem:

$$e = k_r \left(\frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}176)$$

regenereerimise aditiivse korrektsiooniteguri puhul:

$$e = k_r + \left(\frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}177)$$

▼B

kus:

N_{cold} on NRTC külmkäivituskatse jooksul eraldunud tahkete osakeste koguarv,

N_{hot} on NRTC kuumkäivituskatse jooksul eraldunud tahkete osakeste koguarv,

$W_{act,cold}$ on tegelik tsükli töö [kWh] NRTC külmkäivituskatse vältel VI lisa punkti 7.8.3.4 kohaselt,

$W_{act,\ hot}$ on tegelik tsükli töö [kWh] NRTC kuumkäivituskatse vältel VI lisa punkti 7.8.3.4 kohaselt,

k_r on regenereerimise korrektsioonitegur vastavalt VI lisa punktile 6.6.2; mootorite puhul, millel puudub perioodiliselt regenereeruv heitgaaside järeltöötlussüsteem, $k_r = 1$

Kui katse ajal ei toimunud perioodilist regenereerimist, kasutatakse ülespoole korrigeerimise tegurit ($k_{ru,m}$ või $k_{ru,a}$). Kui katse ajal toimus perioodiline regenereerimine, kasutatakse allapoole korrigeerimise tegurit ($k_{rd,m}$ või $k_{rd,a}$).

Tulemust, mis sisaldab vajaduse korral perioodilise regenereerimise korriektsioonitegurit, korrigeeritakse multiplikatiivse või aditiivse halvendusteguriga, mis on määratud vastavalt III lisa nõuetele.

2.2. Eriheite arvutamine üksikrežiimis NRSC katsete puhul

Eriheide e [#/kWh] arvutatakse valemiga (7-178):

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{N}_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}178)$$

kus:

P_i on mootori võimsus režiimis i [kW], kus $P_i = Pm_{,I} + P_{aux\,i}$

(vt VI lisa punktid 6.3 ja 7.7.1.3) WF_i

on kaalutegur režiimis i [-] on keskmine heite massivooluhulk režiimis i [#/h] valemi (7-171) või (7-173) põhjal sõltuvalt lahjendusmeetodist

Katses mootoriga, mille heitgaaside järeltöötlussüsteemi regenereerimine toimub perioodiliselt (harva) (vt VI lisa punkt 6.6.2), korrigeeritakse eriheidet sobiva multiplikatiivse korrektsioonitegurigа või ülespoole korrigeerimise teguriga. Kui katse ajal ei toimunud perioodilist regenereerimist, kasutatakse ülespoole korrigeerimise tegurit ($k_{ru,m}$ või $k_{ru,a}$). Kui katse ajal toimus perioodiline regenereerimine, kasutatakse allapoole korrigeerimise tegurit ($k_{rd,m}$ või $k_{rd,a}$). Kui iga režiimi jaoks on määratud korrektsioonitegurid, kasutatakse neid igas režiimis heite kaalutud väärtuse arvutamisel valemiga (7-178).

Tulemust, mis sisaldab vajaduse korral perioodilise regenereerimise korrektsioonitegurit, korrigeeritakse multiplikatiivse või aditiivse halvendusteguriga, mis on määratud vastavalt III lisa nõuetele.

▼B

2.3. Lõpptulemuse ümardamine

Kooskõlas standardiga ASTM E 29–06B ümardatakse NRTC katsete lõpptulemusi ja NRTC katsete kaalutud keskmisi tulemusi ühes etapis kolme tüvenumbrini. Pidurdamisest tingitud heite arvutamiseks kasutatavate vahepealsete väärtuste ümardamine ei ole lubatud.

2.4. Tahkete osakeste taustkontsentratsiooni määramine

2.4.1. Selleks et määrata tahkete osakeste taustkontsentratsiooni tunnelis, võib mootori tootja taotluse korral kas enne või pärast katset võtta tahkete osakeste taustkontsentratsiooni proovi lahjendustunnelis punktis, mis asub tahkete osakeste ja süsivesinike filtritest allavoolu tahkete osakeste arvu mõõtesüsteemi suunas.

2.4.2. Tüübikinnituse puhul ei ole lubatud lahutada katsetulemusest tahkete osakeste taustkontsentratsiooni tunnelis, kuid tootja taotluse korral ja tüübikinnitusasutuse eelneval nõusolekul võib toodangu vastavuskatsete puhul lahutada lahjendatud heitgaasi mõõtetulemustest tahkete osakeste taustkontsentratsiooni tunnelis, kui tõestatakse, et see on märkimisväärne.

▼B

6. liide

Ammoniaagi heite arvutamine

1. **Keskmise kontsentratsiooni arvutamine siirdekatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmeliste katsetsüklite (RMC) puhul**

NH_3 keskmine kontsentratsioon heitgaasis katsetsükli vältel cNH_3 [ppm] määratakse hetkeväärtuste integreerimise teel üle kogu tsükli. Kasutatakse valemit (7-179):

$$c_{NH3} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} c_{NH3,i} \quad (7\text{-}179)$$

kus:

$cNH_{3,i}$ on NH_3 hetkekontsentratsioon heitgaasis [ppm]

n on mõõtmiste arv.

NRTC puhul arvutatakse lõplik katsetulemus valemiga (7-180):

$$c_{NH3} = (0{,}1 \times c_{NH3},cold) + (0{,}9 \times c_{NH3},hot) \quad (7\text{-}180)$$

kus:

$cNH_{3,cold}$ on NH_3 keskmine kontsentratsioon NRTC külmkäivituskatses [ppm]

$cNH_{3,hot}$ on NH_3 keskmine kontsentratsioon NRTC kuumkäivituskatses [ppm]

2. **Eriheite arvutamine üksikrežiimis NRSC puhul**

NH_3 keskmine kontsentratsioon heitgaasis katsetsükli vältel cNH_3 [ppm] määratakse iga režiimi keskmise kontsentratsiooni mõõtmisega ning tulemuste kaalumisega vastava katsetsükli suhtes kehtivate kaaluteguritega. Kasutatakse valemit (7-181):

$$c_{NH3} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} \overline{c}_{NH3,i} \cdot WF_i \quad (7\text{-}181)$$

kus:

$\overline{c}_{NH3,i}$ $NH_{3,i}$ on NH_3 keskmine kontsentratsioon heitgaasis režiimis *i* [ppm]

N_{mode} on režiimide arv katsetsüklis

WFi on kaalutegur režiimis *i* [–]

▼B

VIII LISA

Segakahekütuseliste mootorite talitlusnõuded ja katsemenetlused

1. **Reguleerimisala**

Käesolevat lisa kohaldatakse määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 lõikes18 määratletud segakahekütuseliste mootorite suhtes, kui neid kasutatakse üheaegselt nii vedel- kui gaaskütusel (segakahekütuserežiimis).

Käesolevat lisa ei kohaldata mootorite, sh segakahekütusemootorite katsetamiseks juhul, kui neid kasutatakse üksnes vedel- või üksnes gaaskütuserežiimis (st kui gaaskütuse energiategur on kütuse tüübist tulenevalt kas 1 või 0). Sellisel juhul on nõuded samad nagu mis tahes ühekütuselise mootori puhul.

Üheaegselt ühe või mitme vedelkütuse ja gaaskütuse või vedelkütuse ja rohkem kui ühe gaaskütuse kombinatsioonil töötavate sõidukite tüübikinnituse puhul kasutatakse määruse (EL) 2016/1628 artiklis 33 sätestatud uute tehnoloogiate või uute põhimõtete puhul kasutatavat menetlust.

2. **Mõisted ja lühendid**

Käesolevas lisas kasutatakse järgmisi mõisteid:

2.1. „gaaskütuse energiategur“ (GER) – määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 lõikes 20 määratletud gaaskütuse energiategur, mis põhineb madalamal küttevääртusel;

2.2. „GER_{cycle}“ – keskmine gaaskütuse energiategur mootori käitamisel vastavas mootori katsetsüklis;

2.3. „1A-tüüpi segakahekütuseline mootor“ on kas:

(a) NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria segakahekütuseline mootor, mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), ja mis tühikäigul ei kasuta üksnes vedelkütust ning millel puudub vedelkütuserežiim; või

(b) mis tahes muusse (alam)kategooriasse kui NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria kuuluv segakahekütuseline mootor, mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), ja mis tühikäigul ei kasuta üksnes vedelkütust ning millel puudub vedelkütuserežiim;

2.4. „1B-tüüpi segakahekütuseline mootor“ on kas:

(a) NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria segakahekütuseline mootor, mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), ja mis segakahekütuserežiimis tühikäigul ei kasuta üksnes vedelkütust ning millel on vedelkütuserežiim; või

(b) mis tahes muusse (alam)kategooriasse kui NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria kuuluv segakahekütuseline mootor, mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), ja mis segakahekütuserežiimis tühikäigul ei kasuta üksnes vedelkütust ning millel on vedelkütuserežiim;

▼B

2.5. „2A-tüüpi segakahekütuseline mootor“ on kas:

(a) NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria segakahekütuseline mootor, mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga vahemikus 10 – 90 protsenti ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$) ja millel puudub vedelkütuserežiim või mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), kuid mis kasutab tühikäigul üksnes vedelkütust ning millel puudub vedelkütuserežiim; või

(b) mis tahes muusse (alam)kategooriasse kui NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria kuuluv segakahekütuseline mootor, mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga vahemikus 10 – 90 protsenti ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$) ning millel puudub vedelkütuserežiim või mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), kuid mis tühikäigul kasutab üksnes vedelkütust ning millel puudub vedelkütuserežiim;

2.6. „2 B-tüüpi segakahekütuseline mootor“ on kas:

(a) NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria segakahekütuseline mootor, mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga vahemikus 10 – 90 protsenti ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$) ning millel on vedelkütuserežiim või mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), ja millel on vedelkütuserežiim, kuid mis võib segakahekütuserežiimis tühikäigul kasutada üksnes vedelkütust; või

(b) mis tahes muusse (alam)kategooriasse kui NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria kuuluv segakahekütuseline mootor, mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga vahemikus 10 – 90 protsenti ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$) ja millel puudub vedelkütuserežiim või mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ole madalam kui 90 protsenti ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), ja millel on vedelkütuserežiim, kuid mis segakahekütuserežiimis tühikäigul võib kasutada üksnes vedelkütust;

2.7. „3 B-tüüpi segakahekütuseline mootor“ on kas:

(a) NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria segakahekütuseline mootor, mis töötab NRTC kuumkäivitusega katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ületa 10 protsenti ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}1$), ja millel on vedelkütuserežiim; või

(b) mis tahes muusse (alam)kategooriasse kui NRE 19 ≤ kW ≤ 560 alamkategooria kuuluv segakahekütuseline mootor, mis töötab NRSC-s keskmise gaaskütuse energiateguriga, mis ei ületa 10 protsenti ($GER_{NRSC} \geq 0{,}1$), ja millel on vedelkütuserežiim.

3. **Tüübikinnituse erinõuded segakahekütusemootorite puhul**

3.1. Käitaja reguleeritava seadme abil kontrollitava GER_{cycle} väärtusega mootorid

Juhul kui teatud mootoritüüpide puhul saab GER_{cycle} maksimumväärtust vähendada käitaja reguleeritava seadme abil, ei tohi minimaalne GER_{cycle} väärtus olla piiratud, kuid mootor peab vastama heite piirnormidele mis tahes tootja lubatud GER_{cycle} väärtuse korral.

▼B

4. **Üldnõuded**

4.1. Segakahekütuseliste mootorite töörežiimid

4.1.1. Tingimused, mil segakahekütuseline mootor töötab vedelkütuserežiimil

Segakahekütuseline mootor võib töötada vedelkütuserežiimil üksnes juhul, kui see on vedelkütuserežiimil töötades sertifitseeritud vastavalt kõikidele käesoleva määruse nõuetele, mis käsitlevad üksnes konkreetsel vedelkütusel töötamist.

Kui segakahekütuseline mootor töötatakse välja juba sertifitseeritud vedelkütusemootori põhjal, siis on vedelkütuserežiimil töötamiseks vaja uut ELi tüübikinnitustunnistust.

4.1.2. Tingimused, mil segakahekütuseline mootor võib tühikäigul kasutada üksnes vedelkütust

4.1.2.1. 1A-tüüpi segakahekütuselised mootorid ei tohi tühikäigul kasutada üksnes vedelkütust, välja arvatud punktis 4.1.3 sätestatud tingimustel soojendamiseks ja käivitamiseks.

4.1.2.2. 1B-tüüpi segakahekütuselised mootorid ei tohi segakahekütuserežiimil olles tühikäigul kasutada üksnes vedelkütust.

4.1.2.3. 2A-, 2B- ja 3B-tüüpi segakahekütuselised mootorid võivad tühikäigul kasutada üksnes vedelkütust.

4.1.3. Tingimused, mil segakahekütuseline mootor võib soojendusel või käivitamisel kasutada üksnes vedelkütust

4.1.3.1. 1B-, 2B- või 3B-tüüpi segakahekütuseline mootor võib soojendusel või käivitamisel kasutada üksnes vedelkütust. Kui heitekontrolli strateegia segakahekütuserežiimis on sama kui vastav heitekontrolli strateegia vedelkütuserežiimis, võib mootor soojendusel või käivitamisel töötada segakahekütuserežiimis. Kui see tingimus ei ole täidetud, peab mootor vedelkütuserežiimis soojendusel või käivitamisel kasutama üksnes vedelkütust.

4.1.3.2. 1A- või 2A-tüüpi segakahekütuseline mootor võib soojendusel või käivitamisel kasutada üksnes vedelkütust. Ent sellisel juhul tunnistatakse see strateegia heitekontrolli abistrateegiaks ja tuleb täita järgmised lisatingimused:

4.1.3.2.1. strateegia lakkab olemast aktiivne, kui jahutusvedelik on saavutanud temperatuuri 343 K (70 °C), või 15 minuti jooksul pärast aktiveerimist, olenevalt sellest, kumb olukord saabub varem; ning

4.1.3.2.2. kui see strateegia on aktiivne, aktiveeritakse hooldusrežiim.

4.2. Hooldusrežiim

4.2.1. Tingimused, mil segakahekütuseline mootor töötab hooldusrežiimil

Kui mootor töötab hooldusrežiimil, peavad sellele kehtima talitluspiirangud ja sõiduk on ajutiselt vabastatud käesolevas määruses sätestatud heitgaaside ja NO_x kontrolliga seotud nõuetest.

▼B

4.2.2. Talitluspiirangud hooldusrežiimis

4.2.2.1. Nõuded muudesse kategooriatesse kui IWP, IWA, RLL ja RLR kuuluvate mootorite puhul

Muu kui IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-mootorikategooria segakahekütusemootoriga varustatud hooldusrežiimis käitatavate väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate suhtes kohaldatav talitluspiirang on see, mis aktiveeritakse IV lisa 1. liite punktis 5.4 sätestatud teise taseme meeldetuletussüsteemi poolt.

Selleks, et võtta arvesse ohutusprobleeme ja lubada iseparandavat diagnostikat, on vastavalt IV lisa 1. liite punktile 5.5 lubatud kasutada meeldetuletusest möödamineku funktsiooni mootori täisvõimsuse taastamiseks.

Muul juhul ei tohi talitluspiirang deaktiveeruda ei IV lisas sätestatud hoiatus- ja meeldetuletussüsteemide aktiveerumisel ega deaktiveerumisel.

Hooldusrežiimi aktiveerimine ja deaktiveerimine ei tohi aktiveerida ega deaktiveerida IV lisas sätestatud hoiatus- ja meeldetuletussüsteeme.

4.2.2.2. Nõuded IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-kategooriatesse kuuluvate mootorite puhul

Turvalisuskaalutlustel lubatakse IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-kategooriatesse kuuluvate mootorite puhul töötamist hooldusrežiimis ilma piiranguteta mootori pöördemomendi või kiiruse osas. Sellisel juhul registreerib pardaarvuti iga kord, kui talitluspiirang vastavalt punktile 4.2.2.3 aktiveeritakse, säilmälus kõik mootori töötamise juhud, mil hooldusrežiim on aktiivne, et teavet ei saaks tahtlikult kustutada.

Riiklikud kontrolliasutused peavad saama neid kirjeid skanneriga lugeda.

4.2.2.3. Talitluspiirangu aktiveerimine

Talitluspiirang aktiveeritakse automaatselt, kui aktiveerub hooldusrežiim.

Kui hooldusrežiim aktiveerub punkti 4.2.3 kohaselt gaasi etteandesüsteemi rikke tõttu, muutub talitluspiirang aktiivseks 30-minutilise töötamise järel pärast hooldusrežiimi aktiveerumist.

Kui hooldusrežiim aktiveerub seetõttu, et gaaskütusepaak on tühi, muutub talitluspiirang aktiivseks niipea, kui hooldusrežiim on aktiveerunud.

4.2.2.4. Talitluspiirangu deaktiveerimine

Talitluspiirangu süsteem deaktiveerub, kui mootor ei tööta enam hooldusrežiimil.

4.2.3. Gaaskütuse puudumine segakahekütuserežiimil töötades

Et väljaspool teid kasutatav liikurmasin saaks turvalisse asukohta liikuda, kui avastatakse tühi gaaskütusepaak või gaasi etteandesüsteemi rike:

a) peab 1A- ja 2A-tüüpi segakahekütuselistel mootoritel aktiveeruma hooldusrežiim;

▼B

b) peavad 1B-, 2B- ja 3B-tüüpi segakahekütuselised mootorid töötama diislirežiimil.

4.2.3.1. Gaaskütuse puudumine – gaaskütuse paak tühi

Juhul, kui gaaskütuse paak on tühi, peab hooldusrežiim või olenevalt punktis 4.2.3 sätestatud asjaoludest vedelkütuserežiim aktiveeruma niipea, kui mootorisüsteem avastab, et paak on tühi.

Kui gaasi kogus paagis saavutab jälle taseme, mis nõudis punktis 4.3.2 sätestatud tühja paagi hoiatuse aktiveerumist, võib hooldusrežiim deaktiveeruda, või kui see on asjakohane, võib segakahekütuserežiim uuesti aktiveeruda.

4.2.3.2. Gaaskütuse puudumine – gaasi etteandesüsteemi rike

Juhul, kui gaaskütuse puudumise põhjustab gaasi etteandesüsteemi rike, peab hooldusrežiim või olenevalt punktis 4.2.3 sätestatud asjaoludest vedelkütuserežiim aktiveeruma niipea, kui gaaskütus ei ole kättesaadav.

Niipea kui gaaskütus muutub kättesaadavaks, võib hooldusrežiim deaktiveeruda, või kui see on asjakohane, segakahekütuserežiim uuesti aktiveeruda.

4.3. Segakahekütuse näidikud

4.3.1. Segakahekütuse töörežiimi näidik

Väljaspool teid kasutatavad liikurmasinad peavad andma käitajale visuaalselt märku sellest, millisel režiimil mootor töötab (segakahekütuserežiim, vedelkütuserežiim või hooldusrežiim).

Selle näidiku omadused ja asukoht jäetakse algseadme valmistaja otsustada ja need võivad kuuluda juba olemasolevasse visuaalsete märguannete süsteemi.

Seda näidikut võib täiendada teatekuvar. Käesolevas punktis esitatud teadete kuvamisel kasutatav süsteem võib olla sama, mida kasutatakse NOx kontrollidiagnostikasüsteemis või hooldustööde otstarbel.

Segakahekütuse töörežiimi näidiku visuaalne element ei tohi olla sama, mida kasutatakse NO_x kontrollidiagnostikasüsteemi nõuetekohase talitluse jälgimiseks või muude hooldustööde otstarbel.

Ohutusteadetel on kuvamisel alati töörežiimi näitamise ees eelisõigus.

4.3.1.1. Segakahekütuse režiiminäidik läheb hooldusrežiimi peale niipea, kui hooldusrežiim aktiveeritakse (s.t enne, kui see tegelikult aktiivseks muutub), ja näitab seda seni, kuni hooldusrežiim on aktiivne.

4.3.1.2. Segakahekütuse režiiminäidik läheb vähemalt üheks minutiks segakahekütuserežiimi või vedelkütuserežiimi peale niipea, kui mootori töörežiim muudetakse vedelkütuserežiimilt segakahekütuserežiimile või vastupidi. Seda režiimi peab ta näitama vähemalt ühe minuti jooksul, kui süütevõti pannakse süütelukku, või tootja taotlusel mootori käivitamisel. Režiimi näidatakse ka käitaja nõudmisel.

▼B

4.3.2. Tühja gaaskütusepaagi hoiatussüsteem (segakahekütuse hoiatussüsteem)

Väljaspool teid kasutatav segakahekütuseline liikurmasin peab olema varustatud segakahekütuse hoiatussüsteemiga, mis hoiatab käitajat, kui gaaskütuse paak on tühjaks saamas.

Segakahekütuse hoiatussüsteem jääb aktiivseks, kuni paaki tangitakse kütust üle selle taseme, mille juures hoiatussüsteem aktiveerub.

Segakahekütuse hoiatussüsteemi talitluse võivad ajutiselt katkestada muud hoiatussignaalid, mis annavad olulisi ohutusteateid.

Kui hoiatuse aktiveerumise põhjust ei ole kõrvaldatud, ei tohi segakahekütuse hoiatussüsteemi väljalülitamine skanneri abil võimalik olla.

4.3.2.1. Segakahekütuse hoiatussüsteemi omadused

Segakahekütuse hoiatussüsteem koosneb visuaalsest märguandesüsteemist (ikoon, piktogramm vms), mis jäetakse tootja otsustada.

Sellesse võib tootja äranägemisel kuuluda ka helisignaal. Sellisel juhul võib juhil olla võimalik helisignaal välja lülitada.

Segakahekütuse hoiatussüsteemi visuaalne element ei tohi olla sama, mida kasutatakse NO_x kontrollidiagnostikasüsteemi nõuetekohase talitluse jälgimiseks või muude hooldustööde otstarbel.

Peale selle võib segakahekütuse hoiatussüsteem kuvada lühiteateid, sealhulgas teateid, mis näitavad selgesti teekonna pikkust või aega, mis on jäänud talitluspiirangu aktiveerumiseni.

Käesolevas punktis osutatud hoiatuste või teadete kuvamisel kasutatav süsteem võib olla sama, mida kasutatakse hoiatuse või NO_x kontrollidiagnostikaga seotud teadete või muude hooldustöödega seotud hoiatuste või teadete jaoks.

Päästeteenistuses või relvajõududes, kodanikukaitses, tuletõrjes ja korrakaitsejõududes kasutamiseks konstrueeritud ja ehitatud väljaspool teid kasutatavad liikurmasinad võib varustada seadmega, mis võimaldab hoiatussüsteemi visuaalse märguande hämardada.

4.4. Teatatud pöördemoment

4.4.1. Teatatud pöördemoment juhul, kui segakahekütusemootor töötab segakahekütuserežiimil

Kui segakahekütuseline mootor töötab segakahekütuserežiimil:

a) on kättesaadavaks pöördemomendi võrdluskõveraks kõver, mis saadakse, kui seda mootorit katsetatakse katsestendil segakahekütuserežiimis;

b) salvestatud tegelikud pöördemomendid (märgitud pöörde- ja hõõrdemoment) saadakse segakahekütuserežiimis kütuse põlemisel, mitte üksnes vedelkütusel töötades.

▼B

4.4.2. Teatatud pöördemoment juhul, kui segakahekütusemootor töötab vedelkütuserežiimil

Kui segakahekütuseline mootor töötab vedelkütuserežiimil, on kättesaadavaks pöördemomendi võrdluskõveraks kõver, mis saadakse, kui mootorit katsetatakse katsestendil vedelkütuserežiimis.

4.5. Täiendavad nõuded

4.5.1. Segakahekütusemootorite puhul kasutatavad kohandusstrateegiad peavad lisaks IV lisa nõuetele vastama ka järgmistele nõuetele:

a) mootor vastab endiselt samale segakahekütuseliste mootorite tüübile (1A, 2B vms), mis deklareeriti ELi tüübikinnitusel; ning

b) 2. tüüpi mootori puhul ei tohi erinevus suurima ja väikseima GER_{cycle} väärtuse vahel tüüpkonna piires mitte kunagi olla suurem kui punktis 3.1.1 sätestatud protsendimäär, välja arvatud punktis 3.2.1 sätestatud juhud.

4.6. Tüübikinnituse saamiseks tuleb vastavalt XIV ja XV lisale esitada algseadme valmistajale ja lõppkasutajatele juhised segakahekütusemootori paigaldamise ja kasutamise kohta, sh punktis 4.2 sätestatud hooldusrežiimi ja punktis 4.3 sätestatud segakahekütuse näidikute süsteemi kohta.

5. **Talitlusnõuded**

5.1. Segakahekütuseliste mootorite suhtes kehtivad talitlusnõuded, kaasa arvatud heite piirnormid ja ELi tüübikinnitusnõuded, on samad nagu mis tahes muu vastava mootorikategooria mootori suhtes kehtivad käesolevas määruses ja määruses (EL) 2016/1628 sätestatud nõuded, välja arvatud käesolevas lisas sätestatud nõuded.

5.2. Süsivesinike piirnorm segakahekütuserežiimis määratakse teatud katsetsükli jooksul, kasutades keskmist gaaskütuse energiategurit (GER), vastavalt määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatule.

5.3. Heitekontrollistrateegia tehnilised nõuded, kaasa arvatud strateegia tõendamiseks vajalikud dokumendid, lubamatu muutmise vastased tehnilised eeskirjad ja katkestusseadmete kasutamise keeld on samad kui need, mida kohaldatakse mis tahes muu vastava mootorikategooria mootori puhul vastavalt IV lisale.

5.4. Üksikasjalikud tehnilised nõuded, mis käsitlevad asjaomase NRSC-ga seotud valdkonda, mille raames kontrollitakse määra, mille võrra võivad heited ületada määruse (EL) 2016/1628 II lisas sätestatud piirnorme, on samad kui mis tahes muu vastava mootorikategooria mootori puhul vastavalt IV lisale.

6. **Tõendamisnõuded**

6.1. Segakahekütuseliste mootorite suhtes kehtivad tõendamisnõuded on samad, nagu mis tahes muu vastava mootorikategooria mootori suhtes kehtivad käesolevas määruses ja määruses (EL) 2016/1628 sätestatud nõuded, välja arvatud 6. jaos sätestatud nõuded.

6.2. Vastavust kehtivatele piirnormidele tõendatakse segakahekütusere-žiimis.

▼B

6.3. Vedelkütuserežiimiga (st 1B-, 2B-, 3B-tüüpi mootorid) segakahekütuseliste mootorite vastavust kohaldatavatele piirnormidele tõendatakse vedelkütuserežiimis.

6.4. Täiendavad tõendamisnõuded 2. tüüpi mootori puhul

6.4.1. Tootja esitab tüübikinnitusasutusele tõendid, (kasutades näiteks algoritme, funktsionaalseid analüüse, arvutusi, modelleerimist, varasemate katsete tulemusi vms) näitamaks, et segakahekütuseliste mootorite tüüpkonna kõigi liikmete GER_{cycle} jääb punktis 3.1.1 sätestatud protsendimäära piiresse, või kui tegemist on mootoritega, mille puhul GER_{cycle} on käitaja poolt reguleeritav, vastab punktis 6.5 sätestatud nõuetele.

6.5. Täiendavad tõendamisnõuded mootori puhul, mille GER_{cycle} on käitaja poolt reguleeritav

6.5.1. Kohaldatavate piirnormide järgimist tõendatakse tootja lubatud vähima ja suurima GER_{cycle} väärtuse korral.

6.6. Nõuded segakahekütuselise mootori kulumiskindluse tõendamiseks

6.6.1. Kohaldatakse III lisa sätteid.

6.7. Segakahekütuse näidikute ja hoiatus- ja talitluspiirangu tõendamine

6.7.1. Käesoleva määruse kohaselt ELi tüübikinnituse taotlemisel peab tootja tõendama segakahekütuse näidikute talitlust, hoiatus- ja talitluspiirangu tööd vastavalt 1. liite sätetele.

7. **Nõuded NO_x kontrollimeetmete nõuetekohase toimimise tagamiseks**

7.1. IV lisa (NO_x kontrollimeetmete tehnilised nõuded) kohaldatakse segakahekütuseliste mootorite suhtes olenemata sellest, kas need töötavad segakahekütuse- või vedelkütuserežiimil.

7.2. Täiendavad NO_x kontrollimeetmed 1B-, 2B- ja 3B-tüüpi segakahekütuseliste mootorite puhul

7.2.1. IV lisa 1. liite punktis 5.4 määratletud teise taseme meeldetuletussüsteemi puhul kohaldatavaks pöördemomendiks on vedel- ja segakahekütuserežiimis saavutatavatest pöördemomentidest madalaim.

7.2.2. Töörežiimi võimalikku mõju rikete avastamisele ei tohi kasutada selleks, et pikendada hoiatuse aktiveerumiseni kuluvat aega.

7.2.3. Rikete puhul, mille avastamine ei sõltu mootori töörežiimist, ei tohi IV lisa 1. liites sätestatud mehhanismid, mis on seotud diagnostika veakoodi olekuga, olla sõltuvad mootori töörežiimist (näiteks kui diagnostika veakood on saavutanud oleku „võimalik“ segakahekütuserežiimis, jõuab see olekusse „kinnitatud ja aktiivne“ järgmisel korral, mil tõrge avastatakse, isegi kui see juhtub vedelkütuserežiimil).

7.2.4. Rikete puhul, mille avastamine sõltub mootori töörežiimist, ei tohi diagnostika veakoodid saavutada varasemat aktiivset olekut režiimil, mis erineb sellest režiimist, mil veakood sai kinnitatud ja aktiivse oleku.

▼B

7.2.5. Töörežiimi muutus (segakahekütuserežiimilt vedelkütuserežiimile või vastupidi) ei tohi peatada ega lähtestada mehhanisme (nt loendureid), mida kasutatakse IV lisa nõuete täitmiseks. Kui aga mõni nendest mehhanismidest (näiteks mõni diagnostikasüsteem) sõltub tegelikust töörežiimist, võib selle mehhanismiga seotud loendur tootja taotlusel ja tüübikinnitusasutuse nõusolekul:

a) peatuda, ja kui see on asjakohane, säilitada oma hetkeväärtuse, kui töörežiim muutub;

b) taaskäivituda, ja kui see on asjakohane, jätkata loendamist punktist, millel see peatus, kui mootor läheb tagasi endisele töörežiimile.

▼B

1. liide

Segakahekütuseliste mootorite segakahekütusenäidik, hoiatussüsteem ja talitluspiirang: tõendamisnõuded

1. **Segakahekütusenäidikud**

1.1. Segakahekütuserežiimi näidik

ELi tüübikinnitusel tõendatakse mootori võimet anda käsk segakahekütuserežiimi näidiku aktiveerimiseks, kui mootorisüsteem töötab segakahekütuserežiimil.

1.2. Vedelkütuserežiimi näidik

1B-, 2B- või 3B-tüüpi segakahekütuselise mootori puhul tuleb ELi tüübikinnitusel tõendada mootori võimet anda käsk segakahekütuserežiimi näidiku aktiveerimiseks, kui mootor töötab segakahekütuserežiimil.

1.3. Hooldusrežiimi näidik

ELi tüübikinnitusel tõendatakse mootori võimet anda käsk hooldusrežiimi näidiku aktiveerimiseks, kui mootorisüsteem töötab hooldusrežiimil.

1.3.1. Hooldusrežiimi näidikuga varustatud mootorisüsteemide puhul piisab hooldusrežiimi näidiku tõendamiseks sellest, kui lülitatakse sisse hooldusrežiimi aktiveerimise lüliti ja esitatakse tüübikinnitusasutusele tõendid, mis näitavad, et aktiveerimine toimub, kui hooldusrežiimi aktiveerimise käsu annab mootorisüsteem ise (nt algoritmide, modeleerimise, tootja oma katsetuste tulemuste jms abil).

2. **Hoiatussüsteem**

ELi tüübikinnitusel tuleb tõendada mootori võimet anda käsk hoiatussüsteemi aktiveerimiseks juhul, kui gaasikogus paagis on allpool hoiatust nõudvat taset. Sel eesmärgil võib tegelikku gaaskütuse hulka modelleerida.

3. **Talitluspiirang**

1A- või 2A-tüüpi segakahekütuselise mootori puhul tuleb ELi tüübikinnitusel tõendada mootori võimet anda käsk talitluspiirangu aktiveerimiseks juhul, kui avastatakse tühi gaaskütusepaak või rike gaasi etteandesüsteemis. Sel eesmärgil võib tühja gaaskütusepaaki või gaasi etteandesüsteemi riket modelleerida.

3.1. Piisab sellest, kui tõendamine toimub tüüpilise kasutusnäite abil, mis valitakse tüübikinnitusasutuse heakskiidul, ning nimetatud asutusele esitatakse tõendid, mis näitavad (näiteks algoritmide, modelleerimise, tootja oma katsetuste tulemuste jms abil), et talitluspiirang esineb ka teiste võimalike kasutusjuhtumite puhul.

▼B

2. liide

Heitekatsete menetlus segakahekütuseliste mootorite puhul

1. **Üldsätted**

Käesolevas punktis on sätestatud täiendavad nõuded ja erandid käesoleva lisa sätetest, et segakahekütuselisi mootoreid oleks võimalik katsetada olenemata sellest, kas nende heited on ainuüksi väljalaskesüsteemi heitgaasid või on VI lisa punkti 6.10 kohaselt viimastele lisatud ka karteri heitgaasid. Kui lisanõudeid või erandeid ei ole nimetatud, kohaldatakse käesoleva määruse nõudeid segakahekütuselistele mootoritele samal viisil nagu mis tahes muudele määruse (EL) nr 2016/1628 alusel kinnituse saanud mootoritüüpidele või -tüüpkondadele.

Segakahekütuselise mootori heitekatsed muudab keeruliseks tõsiasi, et mootori kasutatav kütus võib varieeruda puhtast vedelkütusest seguni, mis koosneb peamiselt gaaskütusest, millele on lisatud üksnes väike kogus vedelkütust süüteallikaks. Segakahekütuselise mootori kasutatavate kütuste omavaheline suhe võib samuti dünaamiliselt muutuda sõltuvalt mootori töötingimustest. Selle tulemusena on nende mootorite heitekatsete puhul vaja erilisi ettevaatusabinõusid ja piiranguid.

2. **Katsetingimused**

Kohaldatakse VI lisa 6. jagu

3. **Katsemenetlused**

Kohaldatakse VI lisa 7. jagu

4. **Mõõtmismeetodid**

Kohaldatakse VI lisa 8. jagu, välja arvatud käesolevas liites sätestatud juhul.

Segakahekütuseliste mootorite täisvoolulahjendusmõõtemenetlust on kirjeldatud VI lisa joonisel 6.6. (püsimahuproovivõtu süsteem).

See mõõtemenetlus tagab, et kütuse koostise varieerumine katse käigus mõjutab peamiselt süsivesinike mõõtetulemusi. See kompenseeritakse ühega punktis 5.1 kirjeldatud meetoditest.

VI lisa punktis 6.7 loetletud meetodit a (lahjendamata heitgaasi/osavoolu mõõtesüsteem), võib kasutada, kui rakendatakse teatavaid ettevaatusabinõusid heitgaasi massivoolu määramise ja arvutamise meetodite suhtes.

5. **Mõõteseadmed**

Kohaldatakse VI lisa 9. jagu.

6. **Tahkete osakeste arvu mõõtmine heitgaasis**

Kohaldatakse VI lisa 1. liidet.

7. **Heite arvutamine**

Heide arvutatakse vastavalt VII lisale, välja arvatud käesolevas jaos sätestatud juhtudel. Punktis 7.1 sätestatud täiendavaid nõudeid kohaldatakse massipõhiste arvutuste korral ja punktis 7.2 sätestatud nõudeid kohaldatakse molaarsuspõhiste arvutuste korral.

▼B

Heite arvutamiseks on vaja teada kasutatavate kütuste koostist. Kui gaaskütusel on kütuse omadusi kinnitav sertifikaat (nt balloonigaas), on lubatud kasutada tarnija märgitud koostist. Kui koostis ei ole teada (nt torujuhtmest pärineva kütuse puhul), analüüsitakse kütuse koostist vähemalt enne ja pärast mootori heitekatse tegemist. Analüüsi võib teha ka sagedamini ja tulemusi arvutustes kasutada.

Gaaskütuse energiateguri (GER) kasutamise korral peab see olema kooskõlas määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 lõikega 2 ja kõnealuse määruse II lisa erisätetega täielikult või osaliselt gaaskütusel töötavate mootorite süsivesinike koguheite piirnormide kohta. Gaaskütuse energiateguri keskmine väärtus tsükli jooksul arvutatakse ühe järgmise meetodi abil:

(a) kuumkäivitusega NRTC ja astmelise katsemeetodiga NRSC puhul jagades kõigis mõõtepunktides saadud gaaskütuse energiategurite summa mõõtepunktide arvuga;

(b) üksikrežiimis NRSC puhul korrutades iga katserežiimi keskmise gaaskütuse energiateguri selle režiimi vastava kaaluteguriga ja arvutades summa kõigi režiimide puhul. Kaalutegurid võetakse XVII lisa 1. liitest vastava tsükli alt.

7.1. Massipõhised heitearvutused

Kohaldatakse VII lisa 2. jagu, välja arvatud käesolevas jaos sätestatud juhul.

7.1.1. Kuivalt niiskele gaasile üleminek

7.1.1.1. Lahjendamata heitgaas

Kuivalt niiskele gaasile ülemineku arvutamisel kasutatakse VII lisas esitatud valemeid (7-3) ja (7-4).

Kütusele eriomased parameetrid määratakse punkti 7.1.5 kohaselt.

7.1.1.2. Lahjendatud heitgaas

Kuivalt niiskele gaasile ülemineku arvutamisel kasutatakse VII lisas esitatud valemit (7-3) koos valemiga (7-25) või (7-26).

Kuivalt niiskele gaasile ülemineku arvutamisel kasutatakse kahe kütuse segu vesiniku molaarsuhet α. See vesiniku molaarsuhe arvutatakse mõlema kütuse kulu mõõtmisel saadud väärtustest punkti 7.1.5 kohaselt.

7.1.2. NO_x niiskuskorrektsioon

NO_x niiskuskorrektsiooni määramiseks diiselmootorite puhul kasutatakse VII lisa valemit (7-9).

7.1.3. Osavoolulahjendus (PFS) ja gaasiliste saasteainete heite mõõtmine lahjendamata heitgaasis

7.1.3.1. Heitgaasi massivooluhulga määramine

Heitgaasi massivooluhulk määratakse lahjendamata heitgaasi voolu kulumõõturi abil vastavalt VI lisa punktile 9.4.5.3.

▼B

Alternatiivina võib kasutada õhuvoolu ning õhu ja kütuse suhte mõõtmise meetodit vastavalt VII lisa valemitele (7-17) kuni (7-19), kuid üksnes juhul, kui α, γ, δ ja ε väärtused määratakse punkti 7.1.5.3 kohaselt. Tsirkooniumsensori kasutamine õhu ja kütuse suhte määramiseks ei ole lubatud.

Püsikatsetsüklis katsetatavate mootorite puhul võib õhu ja kütuse mõõtmise meetodit vastavalt VII lisa valemile (7-15) kasutada ainult heitgaasi massivooluhulga määramiseks.

7.1.3.2. Gaasiliste komponentide määramine

Kohaldatakse VII lisa punkti 2.1, välja arvatud käesolevas jaos sätestatud juhul.

Kütuse koostise võimalik varieerumine mõjutab kõiki heitearvutustes kasutatavaid u_{gas} tegureid ja molaarsuhteid. u_{gas} tegurite ja molaarsuhete määramiseks võib tootja valikul kasutada üht järgmistest lähenemisviisidest.

(a) u_{gas} hetkeväärtuste arvutamiseks kohaldatakse VII lisa punktis 2.1.5.2 või 2.2.3 esitatud eksaktseid valemeid, kasutades vedel- ja gaaskütuse hetkesuhet (määratakse kütuse hetkekulu mõõtmiste või arvutuste abil) ja punkti 7.1.5 kohaselt määratud molaarsuhte hetkeväärtusi; või

(b) kui VII lisa 2. jaos sätestatud massipõhist arvutust kasutatakse erijuhul, mil segakahekütusemootor töötab gaas- ja diislikütusel, võib molaarsuhete ja u_{gas} väärtuste jaoks kasutada tabelis esitatud väärtusi. Neid tabelis esitatud väärtusi kohaldatakse järgmiselt:

i. Mootorite puhul, mis töötavad vastavas katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga 90 protsenti või üle selle (GER $\geq$ 0,9), on nõutavateks väärtusteks VII lisa tabelites 7.1 või 7.2 gaaskütuse kohta esitatud väärtused.

ii. Mootorite puhul, mis töötavad vastavas katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga vahemikus 10 – 90 protsenti (0,1 < GER < 0,9), eeldatakse, et nõutavaid väärtusi esindavad väärtused, mis on esitatud tabelites 8.1 ja 8.2 kütusesegu kohta, kus on 50 % gaas- ja 50 % diislikütust.

iii. Mootorite puhul, mis töötavad vastavas katsetsüklis keskmise gaaskütuse energiateguriga 90 protsenti või alla selle (GER $\leq$ 0,1), on nõutavateks väärtusteks VII lisa tabelites 7.1 ja 7.2 diislikütuse kohta esitatud väärtused.

iv. Süsivesinike heite arvutamiseks kasutatakse kõikidel juhtudel gaaskütuse u_{gas} väärtust, olenemata sellest, missugune on keskmine gaaskütuse energiategur (GER).

▼B

Tabel 8.1.

Molaarsuhted kütusesegu puhul, kus on 50 % gaas- ja 50 % diislikütust (massiprotsentides)

Gaaskütus	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
Propaan	2,2633	0	0	0,0039
Butaan	2,1837	0	0	0,0038
LPG	2,1957	0	0	0,0038
LPG kütus A	2,1740	0	0	0,0038
LPG kütus B	2,2402	0	0	0,0039

7.1.3.2.1. Gaasilise heite kogumass katse kohta

Kui u_{gas} hetkeväärtuste arvutamiseks kasutatakse vastavalt punkti 7.1.3.2.1 alapunktile a eksaktseid valemeid, tuleb juhul, kui arvutatakse gaasilise heite kogumassi katse kohta siirdkatsetsüklis (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelises katsetsüklis, u_{gas} väärtust VII lisa punktis 2.1.2 esitatud valemis (7-2) summeerimisel arvesse võtta, kasutades valemit (8-1):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot \sum_{i=1}^{N} (u_{gas,i} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \qquad (8\text{-}1)$$

kus:

$u_{gas,i}$ on u_{gas} hetkeväärtus

Valemi ülejäänud liikmed on samad, nagu on esitatud VII lisa punktis 2.1.2.

Tabel 8.2.

Lahjendamata heitgaasi u_{gas} väärtused ja komponentide tihedus kütusesegu puhul, kus on 50 % gaas- ja 50 % diislikütust (massiprotsentides)

Gaaskütus	Gaas						
	ρ_e	NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				ρ_{gas} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	([a])	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} ([b])			
Surumaagaas/veeldatud maagaas ([c])	1,2786	0,001606	0,000978	0,000528 ([d])	0,001536	0,001117	0,000560
Propaan	1,2869	0,001596	0,000972	0,000510	0,001527	0,001110	0,000556
Butaan	1,2883	0,001594	0,000971	0,000503	0,001525	0,001109	0,000556
LPG ([e])	1,2881	0,001594	0,000971	0,000506	0,001525	0,001109	0,000556

([a]) sõltuvalt kütusest
([b]) tingimustes, kus λ = 2, kuiv õhk, 273 K, 101,3 kPa
([c]) *u* väärtused täpsusega 0,2 % järgmise koostise puhul: C = 58–76 %; H = 19–25 %; N = 0–14 % (CH_4, G_{20}, G_{23} ja G_{25})
([d]) NMHC leitakse $CH_{2,93}$ põhjal (süsivesinike koguhulga leidmiseks kasutatakse CH_4 u_{gas}-koefitsienti)
([e]) *u* väärtused täpsusega 0,2 % järgmise koostise puhul: C_3 = 27–90 %; C4 = 10–73 % (LPG kütused A ja B)

▼B

7.1.3.3. Tahkete osakeste määramine

Tahkete osakeste heite määramiseks osavoolulahjendusega mõõtemeetodi abil tehakse arvutus VII lisa punkti 2.3 kohaselt.

VI lisa punktis 8.2.1.2 esitatud nõudeid kohaldatakse lahjendusastme kontrollimiseks. Juhul kui heitgaasi vooluhulga mõõtmise ja osavoolu lahjendussüsteemi liidetud ülekandeaeg ületab 0 s, tuleb kasutada eelnevalt registreeritud katsel põhinevat eelkontrolli. Sel juhul peab liidetud tõusuaeg olema ≤ 1 s ja liidetud viiteaeg ≤ 10 s. Välja arvatud juhul, kui heitgaasi massivooluhulka mõõdetakse otse, kasutatakse heitgaasi massivoolu määramiseks punkti 7.1.5.3 kohaselt leitud väärtusi α, γ, δ ja ε.

Iga mõõtmise kohta tuleb teha kvaliteedikontroll VI lisa punkti 8.2.1.2 kohaselt.

7.1.3.4. Täiendavad nõuded heitgaasi massivoolumõõturile

VI lisa punktides 9.4.1.6.3 ja 9.4.1.6.3.3 osutatud voolumõõtur ei tohi olla tundlik heitgaasi koostise ja tiheduse muutuste suhtes. Pisivead, mis tulenevad nt Pitot' toru või mõõtediafragma tüüpi mõõtmisest (vastavad ruutjuurele heitgaasi tihedusest), võib jätta tähelepanuta.

7.1.4. Täisvoolulahjendusega mõõtmine (CVS)

Kohaldatakse VII lisa punkti 2.2, välja arvatud käesolevas jaos sätestatud juhul.

Kütuse koostise võimalik varieerumine mõjutab peamiselt tabelis esitatud süsivesinike u_{gas} väärtust. Süsivesinike heite arvutamisel kasutatakse eksaktseid valemeid, kasutades mõlema kütuse kulu mõõtmise põhjal määratud molaarsuhteid vastavalt punktile 7.1.5.

7.1.4.1. Taustkorrigeeritud kontsentratsioonide määramine (punkt 5.2.5)

Stöhhiomeetrilise teguri määramiseks tuleb kütuse vesiniku molaarsuhe α arvutada katse käigus kasutatud kütusesegu vesiniku molaarsuhte keskmisena vastavalt punktile 7.1.5.3.

Alternatiivina võib VII lisa valemis (7-28) kasutada gaaskütuse F_s väärtust.

7.1.5. Molaarsuhte määramine

7.1.5.1. Üldsätted

Käesoleva jao kohaselt määratakse molaarsuhe juhul, kui kütusesegu vahekord on teada (täpne meetod).

7.1.5.2. Kütusesegu komponentide arvutamine

Kütusesegu elemendilise koostise arvutamiseks kasutatakse valemeid (8-2) ja (8-7).

▼B

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8\text{-}2)$$

$$w_{H} = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}3)$$

$$w_{C} = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}4)$$

$$w_{S} = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}5)$$

$$w_{N} = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}6)$$

$$w_{O} = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}7)$$

kus:

q_{mf1} on kütuse massivooluhulk 1, kg/s

q_{mf2} on kütuse massivooluhulk 2, kg/s

w_H on kütuse vesinikusisaldus, massiprotsent

w_H on kütuse süsinikusisaldus, massiprotsent

w_S on kütuse väävlisisaldus, massiprotsent

w_N on kütuse lämmastikusisaldus, massiprotsent

w_O on kütuse hapnikusisaldus, massiprotsent

Kütusesegu H, C, S, N ja O molaarsuhte arvutamine süsiniku suhtes

Aatomsuhete (eelkõige H/C suhte α) arvutamisel lähtutakse VII lisa valemitest (8-8) – (8-11):

$$\alpha = 11{,}9164 \cdot \frac{w_{H}}{w_{C}} \quad (8\text{-}8)$$

$$\gamma = 0{,}37464 \cdot \frac{w_{S}}{w_{C}} \quad (8\text{-}9)$$

$$\delta = 0{,}85752 \cdot \frac{w_{N}}{w_{C}} \quad (8\text{-}10)$$

$$\varepsilon = 0{,}75072 \cdot \frac{w_{O}}{w_{C}} \quad (8\text{-}11)$$

kus:

w_H on kütuse vesinikusisaldus, massiosa [g/g] või [massiprotsent]

w_C on kütuse süsinikusisaldus, massiosa [g/g] või [massiprotsent]

w_S on kütuse väävlisisaldus, massiosa [g/g] või [massiprotsent]

w_N on kütuse lämmastikusisaldus, massiosa [g/g] või [massiprotsent]

w_O on kütuse hapnikusisaldus, massiosa [g/g] või [massiprotsent]

α on vesiniku molaarsuhe (H/C)

γ on väävli molaarsuhe (S/C)

δ on lämmastiku molaarsuhe (N/C)

ε on hapniku molaarsuhe (O/C)

kütuse $CH\alpha O\varepsilon N\delta S\gamma$ puhul

▼B

7.2. Molaarsuspõhised heitearvutused

Kohaldatakse VII lisa 3. jagu, kui käesolevas jaos ei ole sätestatud teisiti.

7.2.1. NO_x niiskuskorrektsioon

Kasutatakse VII lisa valemit (7-102) (korrektsioonitegur diiselmootorite puhul).

7.2.2. Heitgaasi massivoolu määramine ilma lahjendamata heitgaasi voolu kulumõõturita

Kasutatakse VII lisa valemit (7-112) (molaarse vooluhulga arvutamine siseneva õhu põhjal). Alternatiivina võib ainult NRSC katse tegemisel kasutada VII lisa valemit (7-113) (molaarse vooluhulga arvutamine kütuse massivooluhulga põhjal).

7.2.3. Molaarsuhted gaasiliste komponentide määramiseks

Molaarsuhte määramiseks kasutatakse eksaktset lähenemisviisi, kasutades vedel- ja gaaskütuse hetkesuhet, mis määratakse kütuse hetkekulu mõõtmiste või arvutuste abil. Molaarsuhete hetkeväärtused sisestatakse VII lisa valemitesse (7-91), (7-89) ja (7-94) keemilise tasakaalu säilitamiseks.

Suhted määratakse kindlaks vastavalt kas punkti 7.2.3.1 või punkti 7.1.5.3 kohaselt.

Nii segatud kui ka torujuhtme kaudu tarnitavad gaaskütused võivad sisaldada märkimisväärses koguses inertseid komponente nagu CO_2 ja N_2. Tootja arvestab need komponendid kas punktis 7.2.3.1 või 7.1.5.3 kirjeldatud aatomsuhtearvutustesse või jätab alternatiivina inertsed komponendid aatomsuhtearvutustest välja ja määrab need asjakohaselt VII lisa punktis 3.4.3 esitatud mootorisse siseneva õhu keemilise tasakaalu parameetritena x_{O2int}, x_{CO2int} ja x_{H2Oint}.

7.2.3.1. Molaarsuhte määramine

Segakahekütusemootori jaoks segatud kütuse vesiniku, hapniku, väävli ja lämmastiku aatomite hetkemolaarsuhte süsiniku aatomitesse võib arvutada valemite (8-12) ja (8-15) järgi.

$$\alpha\,(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,H,liquid}}{M_{\,\mathrm{H}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,H,gas}}{M_{\,\mathrm{H}}}}{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,C,liquid}}{M_{\,\mathrm{C}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,C,gas}}{M_{\,\mathrm{C}}}} = \frac{M_{\,\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,H,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,H,gas})]}{M_{\,\mathrm{H}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,C,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,C,gas})]} \quad (8\text{-}12)$$

$$\beta\,(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,O,liquid}}{M_{\,\mathrm{O}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,O,gas}}{M_{\,\mathrm{O}}}}{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,C,liquid}}{M_{\,\mathrm{C}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,C,gas}}{M_{\,\mathrm{C}}}} = \frac{M_{\,\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,O,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,O,gas})]}{M_{\,\mathrm{O}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,C,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,C,gas})]} \quad (8\text{-}13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,S,liquid}}{M_{\,\mathrm{S}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,S,gas}}{M_{\,\mathrm{S}}}}{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,C,liquid}}{M_{\,\mathrm{C}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,C,gas}}{M_{\,\mathrm{C}}}} = \frac{M_{\,\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,S,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,S,gas})]}{M_{\,\mathrm{S}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,C,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,C,gas})]} \quad (8\text{-}14)$$

$$\delta\,(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,N,liquid}}{M_{\,\mathrm{N}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,N,gas}}{M_{\,\mathrm{N}}}}{\frac{\dot{m}_{\,liquid}(t)\times w_{\,C,liquid}}{M_{\,\mathrm{C}}} + \frac{\dot{m}_{\,gas}(t)\times w_{\,C,gas}}{M_{\,\mathrm{C}}}} = \frac{M_{\,\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,N,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,N,gas})]}{M_{\,\mathrm{N}} \times [(\dot{m}_{\,liquid}(t) \times w_{\,C,liquid}) + (\dot{m}_{\,gas}(t) \times w_{\,C,gas})]} \quad (8\text{-}15)$$

kus:

$w_{i,fuel}$ = on huvipakkuva elemendi – C, H, O, S või N – massiosa vedel- või gaaskütuses;

▼B

$\dot{m}_{liquid}(t)$ = vedelkütuse massivooluhulk ajal t, [kg/hr];

$\dot{m}_{gas}(t)$ = gaaskütuse massivooluhulk ajal t, [kg/hr];

Juhtudel, mil massivooluhulk arvutatakse segatud kütuse põhjal, arvutatakse VII lisa valemis (7-111) esitatud väärtus valemi (8-16) põhjal:

$$w_C = \frac{\dot{m}_{liquid} \times w_{C,liquid} + \dot{m}_{gas} \times w_{C,gas}}{\dot{m}_{liquid} + \dot{m}_{gas}} \quad (8\text{-}16)$$

kus:

w_C = süsiniku massiosa diisli- või gaaskütuses;

$\dot{m}_{liquid}$ = vedelkütuse massivooluhulk, [kg/hr];

$\dot{m}_{gas}$ = gaaskütuse massivooluhulk, [kg/hr].

7.3. CO_2 määramine

Kohaldatakse VII lisa, välja arvatud juhul, kui mootorit katsetatakse siirdkatsetsüklis (NRTC ja LSI-NTRC) või astmelises katsetsüklis lahjendamata gaasist proove võttes.

7.3.1. CO_2 määramine, kui mootorit katsetatakse siirdkatsetsüklis (NRTC ja LSI-NTRC) või astmelises katsetsüklis lahjendamata gaasist proove võttes.

CO_2 heite arvutamist heitgaasi CO_2 mõõtetulemuste põhjal vastavalt VII lisale ei kohaldata. Selle asemel kehtivad järgmised sätted.

Mõõdetud katsete keskmine kütusekulu määratakse tsükli hetkeväärtuste põhjal ning seda kasutatakse katsete keskmise CO_2 heite arvutamise alusena.

Iga tarbitud kütuse massi põhjal määratakse katse käigus punkti 7.1.5 kohaselt kütusesegu vesiniku molaarsuhe ja massifraktsioonid.

Mõlema kütuse korrigeeritud kogumass $m_{fuel,corr}$ [g/katse] ja kütusest tulenev CO_2 massiheide $m_{CO2,\ fuel}$ [g/katse] määratakse valemite (8-17) ja (8-18) põhjal.

$$m_{fuel,corr} = m_{fuel} - \left(m_{THC} + \frac{A_C + a \cdot A_H}{M_{CO}} x m_{CO} + \frac{W_{GAM} + W_{DEL} + W_{EPS}}{100} \cdot m_{fuel} \right) \quad (8\text{-}17)$$

$$m_{CO_2 fuel} = \frac{M_{CO_2}}{A_C + a + A_H} \cdot m_{fuel,corr} \quad (8\text{-}18)$$

kus:

m_{fuel} = mõlema kütuse kogumass, [g/katse]

m_{THC} = süsivesinike koguheite mass heitgaasis, [g/katse]

m_{CO} = süsinikoksiidi heite mass heitgaasis, [g/katse]

w_{GAM} = kütuste väävlisisaldus, [massiprotsent]

▼B

w_{DEL} = kütuste lämmastikusisaldus, [massiprotsent]

w_{EPS} = kütuste hapnikusisaldus, [massiprotsent]

α = kütuste vesiniku molaarsuhe (H/C) [-]

A_C = süsiniku aatommass: 12,011 [g/mol]

A_H = vesiniku aatommass: 1,0079 [g/mol]

M_{CO} = süsinikoksiidi molekulmass: 28,011 [g/mol]

M_{CO2} = süsinikdioksiidi molekulmass: 44,01 [g/mol]

Karbamiidist $m_{CO2,urea}$ [g/katse] tulenev CO_2 heide arvutatakse valemi (8-19) põhjal:

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (8\text{-}19)$$

kus:

c_{urea} = karbamiidi kontsentratsioon [%]

m_{urea} = karbamiidi kulu kogumass, [g/katse]

$M_{CO(NH2)2}$ = karbamiidi molekulmass: 60,056 [g/mol]

Seejärel arvutatakse CO_2 koguheide m_{CO2} [g/katse] valemi (8-20) põhjal:

$$m_{CO2} = m_{CO2,fuel} + m_{CO2,urea} \quad (8\text{-}20)$$

Valemi (8-20) põhjal arvutatud CO_2 koguheidet kasutatakse VII lisa punktis 2.4.1.1 või 3.8.1.1 sätestatud pidurdamisest tuleneva CO_2 heite e_{CO2} [g/kWh] arvutamisel. Vajaduse korral tehakse gaaskütuse CO_2-st tulenevat heitgaasis leiduvat CO_2 arvestav korrektsioon vastavalt IX lisa 3. liitele.

▼B

3. liide

Maagaasil/biometaanil või veeldatud naftagaasil ning vedelkütusel töötavate segakahekütusemootorite tüübid – määratluste ja peamiste nõuete illustratsioon

Segakahekütuseline mootoritüüp	GER_{cycle}	Tühikäik vedelkütusel	Soojendus vedelkütusel	Töö ainult vedelkütusel	Töö gaasi puudumisel	Märkused
1A	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ või $GER_{NRSC,} \geq 0,9$	EI OLE lubatud	Lubatud üksnes hooldusrežiimis	Lubatud üksnes hooldusrežiimis	Hooldusrežiim	
1B	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ või $GER_{NRSC} \geq 0,9$	Lubatud üksnes vedelkütuserežiimis	Lubatud üksnes vedelkütuserežiimis	Lubatud üksnes vedelkütuse- ja hooldusrežiimis	Vedelkütuserežiim	
2 A	$0,1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0,9$ või $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Lubatud	Lubatud üksnes hooldusrežiimis	Lubatud üksnes hooldusrežiimis	Hooldusrežiim	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ või $GER_{NRSC} \geq 0,9$ Lubatud
2 B	$0,1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0,9$ või $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Lubatud	Lubatud	Lubatud	Vedelkütuserežiim	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ või $GER_{NRSC} \geq 0,9$ lubatud
3A	Ei ole määratletud ega lubatud					
3B	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,1$ või $GER_{NRSC} \geq 0,1$	Lubatud	Lubatud	Lubatud	Vedelkütuserežiim	

▼B

IX LISA

Etalonkütused

1. **Diiselmootoriga sõidukite katsetamiseks kasutatavate kütuste tehnilised andmed**

1.1. Tüüp: diiselkütus (maanteevälistes liikurmasinates kasutatav gaasiõli)

Parameeter	Ühik	Piirnormid ([1])		Katsemeetod
		alumine	ülemine	
Tsetaaniarv ([2])		45	56,0	EN-ISO 5165
Tihedus temperatuuril 15 °C	kg/m ([3])	833	865	EN-ISO 3675
Destilleerimine:				
50 % punkt	°C	245	-	EN-ISO 3405
95 % punkt	°C	345	350	EN-ISO 3405
— Keemise lõpptemperatuur	°C	—	370	EN-ISO 3405
Leekpunkt	°C	55	—	EN 22719
Külma filtri ummistumispunkt (CFPP)	°C	—	– 5	EN 116
Viskoossus 40 °C juures	mm^2/s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud	% m/m	2,0	6,0	EN 391
Väävlisisaldus ([3])	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Vasekorrosioon		—	klass 1	EN-ISO 2160
Koksiarv Conradsoni järgi (10 % DR)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Tuhasus	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Kogusaaste	mg/kg	—	24	EN 12662
Veesisaldus	% m/m	—	0,02	EN-ISO 12937
Neutralisatsiooniarv (tugevad happed)	mg KOH/g	—	0,10	ASTM D 974
Oksüdatsioonikindlus ([3])	mg/ml	—	0 025	EN-ISO 12205
Määrimisvõime (HFRR kulumispleki läbimõõt temperatuuril 60 °C)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
Oksüdatsiooni stabiilsus 110 °C juures ([3])	H	20,0	—	EN 15751
Rasvhapete metüülestrid (FAME)	% v/v	—	7,0	EN 14078

([1]) Spetsifikatsioonides esitatud väärtused on „tegelikud väärtused“. Nende piirnormide määramisel on kohaldatud ISO 4259 „Naftatooted. Katsetusmeetodite täpsusandmete kindlaksmääramine ja kohaldamine“ tingimusi, alumise piirnormi määramisel on võetud arvesse 2R positiivset minimaalset erinevust; alumise ja ülemise piirnormi kindlaksmääramisel on minimaalne erinevus 4R (R = reprodutseeritavus).
Olenemata sellest meetmest, mis on vajalik tehnilistel põhjustel, peab kütusetootja eesmärgiks olema siiski nullväärtus, juhul kui ettenähtud maksimumväärtus on 2R, ning keskmine väärtus, juhul kui on esitatud alumine ja ülemine piirnorm. Kui on vaja selgitada kütuse vastavust spetsifikatsioonide nõuetele, tuleks rakendada ISO 4259 tingimusi.

([2]) Tsetaani diapasoon ei vasta 4R miinimumdiapasooni nõudele. Kui peaks siiski tekkima vaidlusi kütuse tarnija ja kasutaja vahel, võib vaidluste lahendamisel kasutada ISO 4259 tingimusi, juhul kui ei piirduta ühekordse mõõtmisega, vaid tehakse vajaliku kordustäpsuse saavutamiseks piisaval hulgal korduvaid mõõtmisi.

([3]) Kuigi oksüdatsiooni stabiilsust kontrollitakse, jääb säilivusaeg tõenäoliselt piiratuks. Ladustamistingimuste ja säilivusaja suhtes tuleks pidada nõu tarnijaga.

▼B

1.2. Tüüp: eriotstarbelistes diiselmootorites kasutatav etanool (ED95) ([1])

Parameeter	Ühik	Piirnormid ([2])		Katsemeetod ([3])
		alumine	ülemine	
Kogualkohol (etanool, sh kõrgemate küllastunud alkoholide sisaldus)	% m/m	92,4		EN 15721
Muud kõrgemad küllastunud monoalkoholid (C_3-C_5)	% m/m		2,0	EN 15721
Metanool	% m/m		0,3	EN 15721
Tihedus temperatuuril 15 °C	kg/m^3	793,0	815,0	EN ISO 12185
Happesus, väljendatud äädikhappena	% m/m		0,0025	EN 15491
Välimus		Selge ja läbipaistev		
Leekpunkt	°C	10		EN 3679
Kuivjääk	mg/kg		15	EN 15691
Veesisaldus	% m/m		6,5	EN 15489 ([4]) EN-ISO 12937 EN15692
Aldehüüdid, väljendatud atseetaldehüüdina	% m/m		0,0050	ISO 1388-4
Estrid, väljendatud etüülatsetaadina	% m/m		0,1	ASTM D1617
Väävlisisaldus	mg/kg		10,0	EN 15485 EN 15486
Sulfaadid	mg/kg		4,0	EN 15492
Osakestega saastatus	mg/kg		24	EN 12662
Fosfor	mg/l		0,20	EN 15487
Anorgaaniline kloriid	mg/kg		1,0	EN 15484 või EN 15492
Vask	mg/kg		0 100	EN 15488
Elektrijuhtivus	µS/cm		2,50	DIN 51627-4 või prEN 15938

Märkused:

([1]) Etanoolkütusele võib lisada lisaaineid, nagu täiteks mootori tootja määratletud tsetaaniparandajat, seni, kui ei ole teavet nende negatiivsete kõrvaltoimete kohta. Kui need tingimused on täidetud, siis on suurim lubatud arv 10 % m/m.

([2]) Spetsifikatsioonis esitatud väärtused on „tegelikud väärtused“. Nende piirnormide määramisel on kohaldatud ISO 4259 „Naftatooted. Katsetusmeetodite täpsusandmete kindlaksmääramine ja kohaldamine“ tingimusi, alumise piirnormi määramisel on võetud arvesse 2R positiivset minimaalset erinevust; alumise ja ülemise piirnormi kindlaksmääramisel on minimaalne erinevus 4R (R = reprodutseeritavus). Olenemata sellest meetmest, mis on vajalik tehnilistel põhjustel, peaks kütusetootja eesmärgiks olema siiski nullväärtus, juhul kui ettenähtud maksimumväärtus on 2R, ning keskmine väärtus, juhul kui on esitatud alumine ja ülemine piirnorm. Kui on vaja selgitada kütuse vastavust spetsifikatsioonide nõuetele, tuleks rakendada ISO 4259 tingimusi.

([3]) Samaväärsed EN/ISO meetodid võetakse kasutusele niipea, kui need eespool loetletud omaduste kohta avaldatakse.

([4]) Kui on vaja selgitada kütuse vastavust spetsifikatsioonide nõuetele, tuleks rakendada EN 15489 tingimusi.

([1]) 1Kalibreerimisgaasi kasutamist sel eesmärgil ei nõuta.

▼B

2. **Sädesüütega mootoriga sõidukite katsetamiseks kasutatavate kütuste tehnilised andmed**

2.1. Tüüp: bensiin (E10)

Parameeter	Ühik	Piirnormid ([1])		Katsemeetod ([2])
		alumine	ülemine	
Uurimismeetodil määratud oktaaniarv, RON		91,0	98,0	EN ISO 5164: 2005 ([3])
Mootorimeetodil määratud oktaaniarv, MON		83,0	89,0	EN ISO 5163: 2005 ([3])
Tihedus temperatuuril 15 °C	kg/m^3	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Aururõhk	kPa	45,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Veesisaldus			kuni 0,05 % v/v Välimus temperatuuril – 7 °C: selge ja läbipaistev	EN 12937
Destilleerimine:				
— aurustunud temperatuuril 70 °C	% v/v	18,0	46,0	EN-ISO 3405
— aurustunud temperatuuril 100 °C	% v/v	46,0	62,0	EN-ISO 3405
— aurustunud temperatuuril 150 °C	% v/v	75,0	94,0	EN-ISO 3405
— keemise lõpptemperatuur	°C	170	210	EN-ISO 3405
Jäägid	% v/v	—	2,0	EN-ISO 3405
Süsivesinike analüüs:				
— olefiinid	% v/v	3,0	18,0	EN 14517 EN 15553
— aromaatsed süsivesinikud	% v/v	19,5	35,0	EN 14517 EN 15553
— benseen	% v/v	—	1,0	EN 12177 EN 238, EN 14517
— küllastunud	% v/v	Teatada		EN 14517 EN 15553
Süsiniku-vesiniku suhe		Teatada		
Süsiniku-hapniku suhe		Teatada		
Induktsiooniaeg ([4])	minutites	480		EN-ISO 7536
Hapnikusisaldus ([5])	% m/m	3,3 ([8])	3,7	EN 1601 EN 13132 EN 14517
Vaigusisaldus	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246

▼B

Parameeter	Ühik	Piirnormid (1)		Katsemeetod (2)
		alumine	ülemine	
Väävlisisaldus (6)	mg/kg	—	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Vasekorrosioon (3 h 50 °C juures)	klass	—	1. klass	EN-ISO 2160
Pliisisaldus	mg/l	—	5	EN 237
Fosforisisaldus (7)	mg/l	—	1,3	ASTM D 3231
Etanool (4)	% v/v	9,0 (8)	10,2 (8)	EN 22854

Märkused:

(1) Spetsifikatsioonis esitatud väärtused on „tegelikud väärtused“. Nende piirnormide määramisel on kohaldatud ISO 4259 „Naftatooted. Katsetusmeetodite täpsusandmete kindlaksmääramine ja kohaldamine“ tingimusi, alumise piirnormi määramisel on võetud arvesse 2R positiivset minimaalset erinevust; alumise ja ülemise piirnormi kindlaksmääramisel on minimaalne erinevus 4R (R = reprodutseeritavus). Olenemata sellest meetmest, mis on vajalik tehnilistel põhjustel, peaks kütusetootja eesmärgiks olema siiski nullväärtus, juhul kui ettenähtud maksimumväärtus on 2R, ning keskmine väärtus, juhul kui on esitatud alumine ja ülemine piirnorm. Kui on vaja selgitada kütuse vastavust spetsifikatsioonide nõuetele, tuleks rakendada ISO 4259 tingimusi.

(2) Samaväärsed EN/ISO meetodid võetakse kasutusele niipea, kui need eespool loetletud omaduste kohta avaldatakse.

(3) Lõpptulemuse arvutamisel lahutatakse MONi ja RONi puhul kooskõlas standardiga EN 228:2008 parandustegur 0,2.

(4) Kütus võib sisaldada oksüdatsiooniinhibiitoreid ja metallideaktivaatoreid, millega harilikult stabiliseeritakse puhastatud bensiini, kuid mitte puhastavaid/dispergeerivaid lisaaineid ega lahjendavaid õlisid.

(5) Ainus hapnikuga küllastunud aine, mida võib etalonkütusele taotluslikult lisada, on EN 15376 spetsifikatsioonile vastav etanool.

(6) Katseprotokolli märgitakse 1. tüüpi katses kasutatud kütuse tegelik väävlisisaldus.

(7) Etalonkütusele ei tohi taotluslikult lisada fosforit, rauda, mangaani ega pliid sisaldavaid ühendeid.

(8) Etanoolisisaldus ja vastav hapnikusisaldus võib SMB-kategooria mootorite puhul tootja valikul olla null. Sel juhul toimub igasugune mootoritüüpkonna (tüüpkonna puudumise korral tüübi) katsetamine etanooli nullsisaldusega bensiiniga.

2.2. Tüüp: etanool (E85)

Parameeter	Ühik	Piirnormid (1)		Katsemeetod
		alumine	ülemine	
Uurimismeetodil määratud oktaaniarv, RON		95,0	—	EN ISO 5164
Mootorimeetodil määratud oktaaniarv, MON		85,0	—	EN ISO 5163
Tihedus temperatuuril 15 °C	kg/m^3	Teatada		ISO 3675
Aururõhk	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Väävlisisaldus (2)	mg/kg	—	10	EN 15485 või EN 15486
Oksüdatsioonikindlus	minutid	360		EN ISO 7536
Olemasolev vaik (lahustiga pestud)	mg/100 ml	—	5	EN-ISO 6246
Välimus Määratakse välistemperatuuril või temperatuuril 15 °C, olenevalt sellest, kumb on kõrgem		Selge ja läbipaistev, nähtavate hõljuvate ja sadestunud saasteaineteta		Visuaalne kontroll

▼B

Parameeter	Ühik	Piirnormid (1)		Katsemeetod
		alumine	ülemine	
Etanool ja kõrgemad alkoholid (3)	% v/v	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
Kõrgemad alkoholid (C_3-C_8)	% v/v	—	2,0	E DIN 51627-3
Metanool	% v/v		1,00	E DIN 51627-3
Bensiin (4)	% v/v	Ülejääk		EN 228
Fosfor	mg/l	0,20 (5)		EN 15487
Veesisaldus	% v/v		0,300	EN 15489 või EN 15692
Anorgaaniliste kloriidide sisaldus	mg/l		1	EN 15492
pHe		6,5	9,0	EN 15490
Vaskribakorrosioon (3 h 50 °C juures)	Klass	1. klass		EN ISO 2160
Happesus (väljendatud äädikhappena CH_3COOH)	% m/m (mg/l)	—	0,0050 (40)	EN 15491
Elektrijuhtivus	µS/cm	1,5		DIN 51627-4 või prEN 15938
Süsiniku-vesiniku suhe		Teatada		
Süsiniku-hapniku suhe		Teatada		

Märkused:

(1) Spetsifikatsioonis esitatud väärtused on „tegelikud väärtused“. Nende piirnormide määramisel on kohaldatud ISO 4259 „Naftatooted. Katsetusmeetodite täpsusandmete kindlaksmääramine ja kohaldamine“ tingimusi, alumise piirnormi määramisel on võetud arvesse 2R positiivset minimaalset erinevust; alumise ja ülemise piirnormi kindlaksmääramisel on minimaalne erinevus 4R (R = reprodutseeritavus) Olenemata sellest meetmest, mis on vajalik tehnilistel põhjustel, peaks kütusetootja eesmärgiks olema siiski nullväärtus, juhul kui ettenähtud maksimumväärtus on 2R, ning keskmine väärtus, juhul kui on esitatud alumine ja ülemine piirnorm. Kui on vaja selgitada kütuse vastavust spetsifikatsioonide nõuetele, tuleks rakendada ISO 4259 tingimusi.

(2) Heitekatses kasutatud kütuse tegelik väävlisisaldus teatatakse.

(3) EN 15376 spetsifikatsioonile vastav etanool on ainus hapnikuga küllastunud aine, mida võib etalonkütusele taotluslikult lisada.

(4) Pliivaba bensiini sisalduse saab määrata, kui võtta 100 ja lahutada sellest vee, alkoholide, MTBE ja ETBE protsentsisalduste summa.

(5) Etalonkütusele ei tohi taotluslikult lisada fosforit, rauda, mangaani ega pliid sisaldavaid ühendeid.

3. **Ühekütuseliste ja segakahekütuseliste mootorite katsetamiseks kasutatavate gaaskütuste tehnilised andmed**

3.1. Tüüp: LPG

Parameeter	Ühik	Kütus A	Kütus B	Katsemeetod
Koostis:				EN 27941
C_3-sisaldus	% v/v	30 ± 2	85 ± 2	
C_4-sisaldus	% v/v	Ülejääk (1)	Ülejääk (1)	
< C_3, > C_4	% v/v	maksimaalselt 2	maksimaalselt 2	

▼B

Parameeter	Ühik	Kütus A	Kütus B	Katsemeetod
Olefiinid	% v/v	maksimaalselt 12	maksimaalselt 15	
Aurustusjääk	mg/kg	maksimaalselt 50	maksimaalselt 50	EN 15470
Vesi temperatuuril 0 °C		puudub	puudub	EN 15469
Väävlisisaldus, sh odorant	mg/kg	maksimaalselt 10	maksimaalselt 10	EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667
Vesiniksulfiid		puudub	puudub	EN ISO 8819
Vaskribakorrosioon (1 h 40 °C juures)	klass	1. klass	1. klass	ISO 6251 (2)
Lõhn		iseloomulik	iseloomulik	
Mootori oktaaniarv (3)		vähemalt 89,0	vähemalt 89,0	EN 589 B lisa

Märkused:

(1) Ülejääk tähendab järgmist: ülejääk = 100 – C_3 – <C_3 – >C_4.
(2) See meetod ei võimalda söövitavate ainete esinemist täpselt määrata, juhul kui proov sisaldab korrosiooniinhibiitoreid või muid kemikaale, mis vähendavad proovi korrosiooni vaseribal. Seepärast on keelatud lisada selliseid aineid ainuüksi selleks, et mõjutada katsetulemusi.
(3) Mootori tootja taotlusel võib tüübikatsetuse läbiviimisel kasutada suuremat MONi.

3.2. Tüüp: maagaas/biometaan

3.2.1. Kindlate omadustega (nt suletud konteinerist pärinevate) etalonkütuste spetsifikatsioon

Käesolevas punktis sätestatud etalonkütuste asemel võib kasutada punktis 3.2.2 sätestatud samaväärseid kütuseid.

Kirjeldus	Ühik	Alus	Piirnormid		Katsemeetod
			alumine	ülemine	
Etalonkütus G_R					
Koostis:					
Metaan		87	84	89	
Etaan		13	11	15	
Ülejääk[1]	mooliprotsent	—	—	1	ISO 6974
Väävlisisaldus	mg/m^3 (2)	—		10	ISO 6326-5

Märkused:
(1) Inertgaasid + C_{2+}
(2) Väärtus, mis määratakse standardtingimustes (293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa).

Etalonkütus G_R					
Koostis:					
Methane		92,5	91,5	93,5	
Ülejääk (1)	mooliprotsent	—	—	1	ISO 6974
N_2	mooliprotsent	7,5	6,5	8,5	

▼B

Kirjeldus	Ühik	Alus	Piirnormid		Katsemeetod
			alumine	ülemine	
Väävlisisaldus	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

Märkused:
(1) Inertgaasid (muud kui N_2) + C_2+ C_{2+}
(2) Inertgaasid (muud kui N_2) + C_2+ C_{2+}

Etalonkütus G_R

Koostis:					
Metaan	mooliprotsent	86	84	88	
Ülejääk (1)	mooliprotsent	—	—	1	ISO 6974
N_2	mooliprotsent	14	12	16	
Väävlisisaldus	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

Märkused:
(1) Inertgaasid (muud kui N_2) + C_2+ C_{2+}
(2) Väärtus, mis määratakse temperatuuril 293,2 K (20 °C) ja rõhul 101,3 kPa.

Etalonkütus G_R

Koostis:					
Metaan	mooliprotsent	100	99	100	ISO 6974
Ülejääk (1)	mooliprotsent	—	—	1	ISO 6974
N_2	mooliprotsent				ISO 6974
Väävlisisaldus	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5
Wobbe indeks (neto)	MJ/m^3 (3)	48,2	47,2	49,2	

(1) Inertgaasid (muud kui N_2) + C_2 + C_2+.
(2) Väärtus, mis määratakse temperatuuril 293,2 K (20 °C) ja rõhul 101,3 kPa.
(3) Väärtus, mis määratakse temperatuuril 273,2 K (0 °C) ja rõhul 101,3 kPa.

3.2.2. Spetsifikatsioon torujuhtmest pärinevale etalonkütusele, mis sisaldab teiste gaaside segu, mille omadused määratakse kohapealsel mõõtmisel

Käesolevas punktis sätestatud etalonkütuste asemel võib kasutada punktis 3.2.1 sätestatud samaväärseid kütuseid.

3.2.2.1. Iga torujuhtmest pärineva etalonkütuse (G_R, G_{20}, …) aluseks on gaasivõrgust saadav gaas, mida vajadusel selleks, et see vastaks tabelis 9.1 esitatud vastavale lambdanihke spetsifikatsioonile (S_λ), segatakse ühe või mitme järgmise turul kättesaadava gaasiga (1)

a) süsinikdioksiid;

b) etaan;

c) metaan;

d) lämmastik;

e) propaan.

(1) 1Kalibreerimisgaasi kasutamist sel eesmärgil ei nõuta.

▼B

3.2.2.2. Selle tulemusel saadud torujuhtmegaasi ja gaasilisandi segu S_λ väärtus peab olema tabelis 9.1 vastava etalonkütuse jaoks esitatud vahemikus.

Tabel 9.1.

Nõutav S_λ vahemik iga etalonkütuse puhul

Etalonkütus	Väikseim S_λ	Suurim S_λ
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]) Ei nõuta mootori katsetamist gaasisegul, mille metaaniarv (MN) on alla 70. Kui S_λ nõutavas vahemikus G_R puhul on tegemist metaaniarvuga alla 70, võib S_λ väärtust G_R puhul vastavalt vajadusele kohandada, kuni saadakse metaaniarvuks vähemalt 70.

3.2.2.3. Mootori katsearuanne peab iga katse puhul sisaldama järgmist:

a) punkti 3.2.2.1 loetelust valitud gaasilisand(id);

b) selle tulemusel saadud kütusesegu S_λ väärtus;

c) selle tulemusel saadud kütusesegu metaaniarv.

3.2.2.4. Torujuhtmegaasi ja gaasilisandi omaduste määramisel, saadud gaasisegu S_λ ja metaaniarvu määramisel ning kontrollides, kas saadud segu katse jooksul säilib, järgitakse 1. ja 2. liite nõudeid.

3.2.2.5. Kui üks või mitu gaasijuga (torujuhtmegaas või gaasilisand(id)) sisaldavad CO_2 rohkem kui ebaolulisel määral, kohandatakse VII lisas nimetatud CO_2 heidete arvutamist vastavalt 3. liitele.

▼B

1. liide

Täiendavad nõuded heitekatsete tegemiseks gaasetalonkütustega, mis koosnevad torujuhtmegaasist ja muudest gaasilisanditest

1. **Gaasianalüüsi ja gaasivoolu mõõtmise meetod**

1.1. Käesoleva liite kohaselt määratakse vajaduse korral gaasi koostis, analüüsides seda EN ISO 6974 sätestatud gaasikromatograafia abil või mõne muu tehnikaga, mis tagab vähemalt samaväärse täpsuse ja korratavuse taseme.

1.2. Kui on nõutud, tuleb käesolevast liitest tulenevalt gaasivoolu mõõta massivoolumõõturi abil.

2. **Sissetuleva tarbegaasi analüüs ja voolukiirus**

2.1. Tarbegaasi koostist analüüsitakse enne gaasilisandiga segamise süsteemi sisenemist.

2.2. Gaasilisandiga segamise süsteemi siseneva tarbegaasi voolukiirust tuleb mõõta.

3. **Gaasilisandi analüüs ja voolukiirus**

3.1. Kui gaasilisandi jaoks on olemas kohaldatav (nt gaasitarnija väljastatud) analüüsisertifikaat, võib seda kasutada gaasilisandi koostise kindlakstegemiseks. Sel juhul on lubatud selle gaasilisandi koostist kohapeal analüüsida, kuid see ei ole nõutav.

3.2. Kui sertifikaat gaasilisandi koostise analüüsi kohta puudub, tuleb selle lisandi koostist analüüsida.

3.3. Iga gaasilisandiga segamise süsteemi siseneva gaasilisandi voolukiirust tuleb mõõta.

4. **Gaasisegu analüüs**

4.1. Pärast gaasilisandiga segamise süsteemist lahkumist mootorisse etteantava gaasi koostise analüüsimine on lisaks punktides 2.1 ja 3.1 sätestatud analüüsile lubatud või on sellele alternatiiviks, kuid ei ole nõutav.

5. **Gaasisegu S_λ ja metaaniarvu arvutamine**

5.1. Punktide 2.1 ja 3.1 või 3.2 ja vajaduse korral punkti 4.1 kohase gaasianalüüsi tulemusi koos punktide 2.2 ja 3.3 kohaselt mõõdetud gaasi massivooluhulgaga kasutatakse metaaniarvu arvutamiseks vastavalt standardile EN 16726:2015. Sama andmekogumit kasutatakse S_λ arvutamiseks 2. liites sätestatud menetluse kohaselt.

6. **Gaasisegu reguleerimine ja kontrollimine katse ajal**

6.1. Gaasisegu reguleeritakse ja kontrollitakse katse ajal kas avatud või suletud ahelaga kontrollisüsteemi abil.

6.2. Avatud ahelaga segukontrollisüsteem

6.2.1. Punktides 1, 2, 3 ja 4 sätestatud gaasianalüüs, voolukiiruse mõõtmised ja arvutused tehakse sellisel juhul enne heitekatset.

6.2.2. Tarbegaasi ja gaasilisandite vahekord peab olema fikseeritud, et tagada S_λ püsimine vastava etalonkütuse puhul tabelis 9.1 lubatud vahemikus.

▼B

6.2.3. Kui suhtosad on fikseeritud, tuleb neid säilitada kogu heitekatse jooksul. Individuaalsete voolukiiruste kohandamine suhtosade säilitamiseks on lubatud.

6.2.4. Kui heitekatse on tehtud, tuleb punktides 2, 3, 4 ja 5 sätestatud gaasi koostise analüüsi, voolukiiruse mõõtmisi ja arvutusi korrata. Katse kehtimiseks peab S_λ väärtus jääma vastava etalonkütuse jaoks tabelis 9.1 esitatud vahemikku.

6.3. Suletud ahelaga segukontrollisüsteem

6.3.1. Punktides 2, 3, 4. ja 5 sätestatud gaasi koostise analüüs, voolukiiruse mõõtmised ja arvutused tehakse sellisel juhul heitekatse jooksul teatavate ajavahemike järel. Ajavahemike määramisel lähtutakse gaasikromatograafi sagedussuutlikkusest ja vastavast arvutussüsteemist.

6.3.2. Perioodiliste mõõtmiste ja arvutuste tulemusi kasutatakse tarbegaasi ja gaasilisandi suhtelise osakaalu kohandamiseks, et hoida S_λ väärtus vastava etalonkütuse puhul tabelis 9.1 sätestatud vahemikus. Kohandamise sagedus ei tohi ületada mõõtmise sagedust.

6.3.3. Katse kehtimiseks peab S_λ väärtus jääma vastava etalonkütuse jaoks tabelis 9.1 esitatud vahemikku vähemalt 90 % mõõtepunktide puhul.

▼B

2. liide

Λ-nihketeguri (S_λ) arvutamine

1. **Arvutamine**

λ-nihketegur (S_λ) ([1]) arvutatakse valemi (9-1) abil:

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} \qquad (9\text{-}1)$$

kus:

S_λ = λ-nihketegur;

inert % = kütuses leiduvate inertgaaside (st N_2, CO_2, He jne) mahuprotsent;

O^*_2 = kütuses algselt leiduva hapniku mahuprotsent;

n ja m = osutavad kütuse süsivesinike keskmist koostist kajastavale valemile C_nH_m ning määratakse järgmiselt:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} + ..\right]\right]\right]}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} \qquad (9\text{-}2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} + ..\right]\right]}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} \qquad (9\text{-}3)$$

kus:

CH_4 = kütuses leiduva metaani mahuprotsent;

C_2 = kõigi C_2-süsivesinike (nt C_2H_6, C_2H_4, jne) mahuprotsent kütuses;

C_3 = kõigi C_3-süsivesinike (nt C_3H_8, C_3H_6, jne) mahuprotsent kütuses;

C_4 = kõigi C_4-süsivesinike (nt C_4H_{10}, C_4H_8, jne) mahuprotsent kütuses;

C_5 = kõigi C_5-süsivesinike (nt C_5H_{12}, C_5H_{10}, jne) mahuprotsent kütuses;

diluent = kütuses leiduvate lahjendusgaaside (st O_2*, N_2, CO_2, He jne) mahuprotsent.

2. **λ-nihketeguri S_λ arvutamise näited:**

Näide 1: G_{25}: CH_4 = 86 %, N_2 = 14 % (mahust)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

([1]) Mootorikütuste stöhhiomeetriline õhu ja kütuse suhe – SAE J1829, juuni 1987. John B. Heywood, Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, 1988, ptk 3.4 „Combustion stoichiometry“ (lk 68–72)

▼B

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Näide 2: G_R: CH_4 = 87 %, C_2H_6 = 13 % (mahust)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

Näide 3: USA: CH_4 = 89 %, C_2H_6 = 4,5 %, C_3H_8 = 2,3 %, C_6H_{14} = 0,2 %, O_2 =

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}64+4}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right]}{\frac{1 - diluent\ \%}{100}} = \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}6+4}{100}} = 4{,}24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

0,6 %, N_2 = 4 %

Alternatiivina eespool esitatud valemile võib S_λ arvutada puhta metaani stöhhiomeetrilise õhutarbe ja mootorile etteantava kütusesegu stöhhiomeetrilise õhutarbe suhte kaudu, nagu on täpsustatud allpool.

λ-nihketegur (S_λ) väljendab mis tahes kütusesegu hapnikutarvet puhta metaani hapnikutarbe suhtes. Hapnikutarve tähendab hapnikukogust, mis kulub metaani täielikuks põlemiseks (saadusteks on süsinikdioksiid ja vesi) arvestades reaktsioonis osalevate ainete stöhhiomeetrilist vahekorda.

$$1 \cdot CH_4 + 2 \cdot O_2 \rightarrow 1 \cdot CO_2 + 2 \cdot H_2O \qquad (9\text{-}4)$$

Puhta metaani põlemise reaktsioon on esitatud valemis (9-4):

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

Sellisel juhul on reaktsioonipartnerite stöhhiomeetrilises koostises molekulide suhe täpselt 2:

kus: $= n_{O2}$

hapnikumolekulide arv $= n_{CH4}$

▼B

metaanimolekulide arv

Seega on puhta metaani hapnikutarve: = $n_{O2} = 2 \cdot n_{CH4}$ etalonväärtusega $[n_{CH4}]$= 1kmol

S_λ väärtuse võib määrata hapniku ja metaani stöhhiomeetrilise koostise suhte ning hapniku ja mootorile etteantava kütusesegu stöhhiomeetrilise koostise suhte vahekorra järgi vastavalt valemile (9-5):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O2})_{\text{blend}}} \quad (9\text{-}5)$$

kus:

n_{blend} = molekulide arv kütusesegus

$(n_{O2})_{blend}$ = hapniku stöhhiomeetrilise koostise ja mootorile etteantava kütusesegu molekulide suhe

Kuna õhk sisaldab 21 % hapnikku, arvutatakse mis tahes kütuse stöhhiomeetriline õhutarve L_{st} valemi (9-6) alusel:

$$L_{st,fuel} = \frac{n_{O2,fuel}}{0{,}21} \quad (9\text{-}6)$$

kus:

$L_{st,fuel}$ = kütuse stöhhiomeetriline õhutarve

$n_{O2\ fuel}$ = kütuse stöhhiomeetriline hapnikutarve

S_λ väärtuse võib seega määrata ka õhu ja metaani stöhhiomeetrilise koostise suhte ning õhu ja mootorile etteantava kütusesegu stöhhiomeetrilise koostise suhte vahekorra järgi, st metaani stöhhiomeetrilise õhutarbe suhte kaudu mootorile etteantava kütusesegu stöhhiomeetrilisse õhutarbesse vastavalt valemile (9-7):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)/0{,}21}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)/0{,}21} = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st,CH_4}}{L_{st,blend}} \quad (9\text{-}7)$$

Seetõttu võib λ-nihketeguri väljendamiseks kasutada mis tahes arvutust, mis täpsustab stöhhiomeertilist õhutarvet.

▼B

3. liide

Gaaskütuse CO_2-st tulenevat heitgaasis leiduvat CO_2 arvestav korrektsioon

1. **CO_2 massivoolu hetkkiirus gaaskütuses**

1.1. Gaasi koostis ja gaasi vool määratakse 1. liite punktide 1–4 nõuete kohaselt.

1.2. CO_2 massivoolu hetkkiirus mootorile etteantavas gaasijoas arvutatakse vastavalt valemile (9-8).

$$\dot{m}_{CO2i} = (M_{CO2}/M_{stream}) \cdot x_{CO2i} \cdot \dot{m}_{streami} \quad (9\text{-}8)$$

kus:

$\dot{m}_{CO2i}$ = CO_2 massivoolu hetkkiirus gaasijoast [g/s]

$\dot{m}_{CO2i}$ = massivoolu hetkkiirus gaasijoast [g/s]

x_{CO2i} = CO_2 molaarosa gaasijoas [-]

M_{CO2} = CO_2 molaarmass [g/mol]

M_{stream} = Gaasijoa molaarmass [kg/mol]

M_{stream} arvutatakse kõigi mõõdetud komponentide (1, 2, …, n) põhjal vastavalt valemile (9-9).

$$M_{stream} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + \ldots + x_n \cdot M_n \quad (9\text{-}9)$$

kus:

$X_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = iga gaasijoas mõõdetud komponendi molaarosa (CH_4, CO_2, …) [-]

$M_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = iga gaasijoas mõõdetud komponendi molaarmass [g/mol]

1.3. CO_2 kogumassivoolu kiiruse määramiseks mootorisse siseneva gaaskütuse puhul tehakse valemis (9-8) esitatud arvutus iga üksiku gaasisegamissüsteemi siseneva CO_2 sisaldava gaasijoa puhul ning kõigi gaasijugade tulemused liidetakse kokku. Alternatiivina võib arvutuse teha segamissüsteemist väljuva ja mootorisse siseneva segatud gaasiga, kasutades valemit (9-10):

$$\dot{m}_{CO2i,\ fuel} = \dot{m}_{CO2i,\ a} + \dot{m}_{CO2i,\ b} + \ldots + \dot{m}_{CO2i,\ n} \quad (9\text{-}10)$$

kus:

$\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ = mootorisse siseneva gaaskütuse CO_2-st tuleneva CO_2 k kombineeritud massivoolu hetkkiirus [g/s]

$\dot{m}_{CO2i,\ a,\ b,\ \ldots,\ n}$ = igas gaasijoas a, b, …, n sisalduvast CO_2-st tuleneva CO_2 massivoolu hetkkiirus [g/s]

▼B

2. **CO_2 eriheite arvutamine siirdkatsetsüklis (NRTC ja LSI-NRTC) ja astmelises katsetsüklis**

2.1. Kütuses sisalduvast CO_2 -st tuleneva CO_2-heite kogumass katse kohta $m_{CO2,\ fuel}$ [g/katse] arvutatakse mootorisse siseneva gaaskütuse CO_2 massivoolu hetkkiiruse $\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ [g/s] summeerimisel katsetsükli jooksul valemi (9-11) abil:

$$m_{CO2,fuel} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \quad (9\text{-}11)$$

kus:

f = andmevõtusagedus (1 Hz)

N = mõõtmiste arv [–];

2.2. VII lisa valemites (7-61), (7-63), (7-128) ja (7-130) eriheite e_{CO2} [g/kWh] arvutamiseks kasutatud CO_2 massiheide m_{CO2} [g/katse] asendatakse neis valemites valemi (9-12) abil arvutatud korrigeeritud väärtusega $m_{CO2,\ corr}$ [g/katse].

$$m_{CO2,\ corr} = m_{CO2} - m_{CO2,\ fuel} \quad (9\text{-}12)$$

3. **CO_2 eriheite arvutamine üksikrežiimi NRSC-s**

3.1. Kütuses sisalduvast CO_2 -st tuleneva CO_2-heite keskmine massivooluhulk tunnis $q_{mCO2,\ fuel}$ või $\dot{m}_{CO2\ fuel}$ [g/h] arvutatakse iga üksiku katserežiimi kohta vastava katserežiimi mõõteperioodil mõõdetud ning valemi (9-10) abil esitatud massivoolu hetkkiiruse CO_2 $\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ [g/s] mõõtetulemuste põhjal valemi (9-13) abil:

$$q_{mCO2,fuel} = \dot{m}_{CO2,fuel} = \frac{1}{3\,600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \quad (9\text{-}13)$$

kus:

N = katserežiimi jooksul tehtud mõõtmiste arv [-]

3.2. VII lisa valemis (7-64) või (7-131) eriheite tulemuse e_{CO2} [g/kWh] arvutamiseks kasutatud CO_2 heite keskmine massivooluhulk q_{mCO2} või $\dot{m}_{CO2}$ [g/h] igas katserežiimis asendatakse nendes valemites iga katserežiimi puhul valemi (9-14) või (9-15) abil arvutatud korrigeeritud väärtusega $q_{mCO2,\ corr}$ või $\dot{m}_{CO2,\ corr}$ [g/h].

$$q_{mCO2,\ corr} = q_{mCO2} - q_{mCO2,\ fuel} \quad (9\text{-}14)$$

$$\dot{m}_{CO2,\ corr} = \dot{m}_{CO2} - \dot{m}_{CO2,\ fuel} \quad (9\text{-}15)$$

▼B

X LISA

Üksikasjalikud spetsifikatsioonid ja tingimused mootori tarnimiseks heitgaasi järeltöötlussüsteemist eraldi

1. Määruse (EL) nr 2016/1628 artikli 34 lõikes 3 sätestatud eraldi tarnimine toimub juhul, kui tootja ja mootorit paigaldav algseadme valmistaja on eraldiseisvad juriidilised isikud ning tootja tarnib mootori selle heitgaasi järeltöötlussüsteemist eraldatuna ühest asukohast ning heitgaasi järeltöötlussüsteem tarnitakse teisest asukohast ja/või teisel ajahetkel.

2. **Sel juhul peab tootja:**

2.1. vastutama mootori turulelaskmise ja kinnitatud mootoritüübi nõuetele vastavusse viimise eest;

2.2. esitama algseadme valmistajale kõigi eraldi tarnitavate osade tellimused enne mootori tarnimist selle heitgaasi järeltöötlussüsteemist eraldi;

2.3. tegema algseadme valmistajale kättesaadavaks mootori, sh heitgaasi järeltöötlussüsteemi paigaldamise juhised ning eraldi tarnitavate osade identifitseerimismärgistused ja teabe, mis on vajalik selleks, et kontrollida monteeritud mootori nõuetekohast talitlust vastavalt kinnitatud mootoritüübile või -tüüpkonnale;

2.4. hoidma järgmisi dokumente:

(1) algseadme valmistajale kättesaadavaks tehtud juhised:

(2) kõigi eraldi tarnitud osade loetelu;

(3) algseadme valmistajalt tagasi saadud dokumendid, mis kinnitavad, et tarnitud mootorid on viidud nõuetega vastavusse vastavalt punktile 3;

2.4.1. säilitama neid dokumente vähemalt 10 aastat;

2.4.2. tegema dokumendid taotluse korral kättesaadavaks tüübikinnitusasutusele, Euroopa Komisjonile või turujärelevalveasutustele;

2.5. lisaks määruse (EL) nr 2016/1628 artiklis 32 sätestatud kohustuslikule märgistamisele tagama, et ilma heitgaasi järeltöötlussüsteemita mootorile oleks kinnitatud ajutine märgistus vastavalt nimetatud määruse artikli 33 lõikele 1 ja kooskõlas haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 III lisaga;

2.6. tagama, et mootorist eraldi tarnitavatel osadel oleks identifitseerimismärgistus (nt osade numbrid);

2.7. tagama, et üleminekumootorite puhul oleks mootori peal (sh heitgaasi järeltöötlussüsteemil) olev mootori tootmiskuupäev varasem määruse (EL) 2016/1628 III lisas sätestatud mootorite turulelaskmise kuupäevast, nagu on nõutud nimetatud määruse artikli 3 lõikes 7, artikli 3 lõikes 30 ja artikli 3 lõikes 32;

2.7.1. punktis 2.4 nimetatud dokumendid peavad hõlmama tõendeid selle kohta, et üleminekumootori osaks olev heitgaasi järeltöötlussüsteem on toodetud enne nimetatud kuupäeva, juhul kui tootmise kuupäev ei ole heitgaasi järeltöötlussüsteemil selgelt näha.

▼B

3. **Algseadme valmistaja:**

3.1. kinnitab tootjale, et mootor on viidud vastavusse tüübikinnituse saanud mootoritüübi või -tüüpkonna nõuetele vastavalt saadud juhistele ning et kõik kontrollid, mis on vajalikud, et tagada monteeritud mootori nõuetekohane talitlus vastavalt kinnitatud mootoritüübile, on tehtud.

3.2. Kui algseadme valmistaja saab tootjalt mootoreid korrapäraselt, võib punktis 3.1 sätestatud kinnituse esitada poolte vahel kokku lepitud korrapäraste ajavahemike järel, kuid mitte harvemini kui kord aastas.

▼B

XI LISA

Üksikasjalikud spetsifikatsioonid ja ajutise turulelaskmise tingimused reaaltingimustes tehtavate testide jaoks

Reaaltingimustes tehtavate testide jaoks ajutiselt turule lastavate mootorite suhtes kohaldatakse järgmisi tingimusi vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 34 lõikele 4.

1. Mootori omandiõigus jääb tootjale, kuni punktis 5 sätestatud menetlus on lõpule viidud. See ei välista rahastamiskokkulepet algseadme valmistaja või katsemenetluses osalevate lõppkasutajatega.

2. Enne mootori turulelaskmist peab tootja teavitama liikmesriigi tüübikinnitusasutust, teatades oma nime või kaubamärgi, mootori kordumatu identifitseerimisnumbri, mootori tootmise kuupäeva, mis tahes olulise teabe mootori heitetaseme kohta ning algseadmete valmistaja või katsemenetluses osalevad lõppkasutajad.

3. Mootoril peab kaasas olema tootjapoolne nõuetele vastavuse deklaratsioon, mis on kooskõlas haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 II lisa sätetega. Nõuetele vastavuse deklaratsioonis peab eeskätt olema märgitud, et tegu on reaaltingimustes testimiseks mõeldud ning vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 34 lõikele 4 ajutiselt turule lastud mootoriga.

4. Mootoril peab olema haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 III lisas sätestatud kohustuslik märgistus.

5. Kui katsed on tehtud ja igal juhul 24 kuu jooksul pärast mootori turulelaskmist peab tootja tagama, et mootor on kas turult kõrvaldatud või viidud vastavusse määrusega (EL) 2016/1628. Tootja teavitab tehtud valikust tüübikinnituse andnud tüübikinnitusasutust.

6. Hoolimata punktist 5 võib tootja taotleda samalt tüübikinnitusasutuselt katse jaoks kuni 24 kuud ajapikendust, esitades asjakohased põhjendused.

6.1. Tüübikinnitusasutus võib õigustatud juhtudel pikenduse anda. Sellisel juhul:

(1) peab tootja täiendavaks ajavahemikuks väljastama uue nõuetele vastavuse deklaratsiooni; ning

(2) punkti 5 sätteid kohaldatakse pikendatud ajavahemiku lõpuni või igal juhul 48 kuu jooksul pärast mootori turule laskmist.

▼B

XII LISA

Üksikasjalikud spetsifikatsioonid ja tingimused eriotstarbega mootorite kohta

Määruse (EL) 2016/1628 VI lisas sätestatud eriotstarbega mootorite gaasiliste saasteainete ja tahkete osakeste heite piirnormidele vastavate mootorite turulelaskmisel kohaldatakse järgmisi tingimusi.

1. Enne mootori turulelaskmist peab tootja võtma mõistlikud meetmed tagamaks, et mootor paigaldatakse väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale, mis on mõeldud kasutamiseks plahvatusohtlikus keskkonnas vastavalt kõnealuse määruse artikli 35 lõikele 5 või päästepaatide veeskamiseks või tagasitoomiseks vastavalt kõnealuse määruse artikli 35 lõikele 6.

2. Punkti 1 nõuete täitmiseks loetakse mõistlikuks meetmeks algseadme valmistaja või mootori saanud ettevõtja kirjalikku kinnitust selle kohta, et see paigaldatakse väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale, mida kasutatakse üksnes sellistel eriotstarvetel.

3. Tootja peab:

   (1) säilitama punktis 2 sätestatud kirjalikku kinnitust vähemalt 10 aastat ning

   (2) tegema selle taotlusel kättesaadavaks tüübikinnitusasutusele, Euroopa Komisjonile või turujärelevalveasutustele.

4. Mootoril peab kaasas olema tootjapoolne nõuetele vastavuse deklaratsioon, mis on kooskõlas haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 II lisa sätetega. Nõuetele vastavuse deklaratsioonis peab eeskätt olema märgitud, et tegu on eriotstarbega mootoriga, mis on turule lastud vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 34 lõikele 6 või artikli 34 lõikele 6.

5. Mootoril peab olema haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 III lisas sätestatud kohustuslik märgistus.

▼B

XIII LISA

Mootorite samaväärsete tüübikinnituste tunnustamine

1. NRE-kategooria mootoritüüpkondade või mootoritüüpide puhul tunnustatakse järgmisi tüübikinnitusi ja olemasolu korral vastavat kohustuslikku märgistust samaväärsena ELi tüübikinnitusega ja määruse (EL) 2016/1628 alusel nõutava kohustusliku märgistusega:

   (1) määruse (EÜ) nr 595/2009 ja selle rakendusmeetmete kohased ELi tüübikinnitused, kui tehniline teenistus on kinnitanud, et mootor vastab

      (a) IV lisa 2. liites sätestatud nõuetele, kui mootor on ette nähtud kasutamiseks üksnes IWP- ja IWA-kategooria V etapi mootorite asemel vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 4 lõike 1 alapunkti 1) alajaotusele b, või

      (b) IV lisa 1. liites sätestatud nõuetele, kui tegemist on mootoritega, mida alajaotus a ei hõlma;

   (2) ÜRO Euroopa majanduskomisjoni eeskirja nr 49 06-seeria muudatuste kohased tüübikinnitused, kui tehniline teenistus on kinnitanud, et mootor vastab:

      (a) IV lisa 2. liites sätestatud nõuetele, kui mootor on ette nähtud kasutamiseks üksnes IWP- ja IWA-kategooria V etapi mootorite asemel vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 4 lõike 1 alapunkti 1) alajaotusele b, või

      (b) IV lisa 1. liites sätestatud nõuetele, kui tegemist on mootoritega, mida alajaotus a ei hõlma;

▼B

XIV LISA

Olulise teabe üksikasjad ja juhised algseadme valmistajatele

1. Vastavalt määruse (EL) nr 2016/1628 artikli 43 lõike 2 nõuetele esitab tootja algseadme valmistajale kogu asjakohase teabe ja juhised tagamaks, et väljaspool teid kasutatavale liikurmasinale paigaldatuna vastab mootor kinnitatud mootoritüübile. Sel eesmärgil koostatud juhised peavad olema selgelt algseadme valmistajale suunatud.

2. Juhised võivad olla paberil või üldkasutatavas elektroonilises formaadis.

3. Kui samale algseadme valmistajale edastatakse mitu samade juhiste järgi käitatavat mootorit, piisab vaid ühes eksemplaris esitatud juhistest.

4. Algseadme valmistajale esitatav teave ja juhised peavad sisaldama vähemalt järgmist:

   (1) paigalduseeskirjad mootoritüübi, sh heitekontrollisüsteemi heitetaseme saavutamiseks, mida võetakse arvesse heitekontrollisüsteemi korrektse talitluse tagamiseks;

   (2) mootori paigaldamise või kasutamisega seotud eritingimuste või piirangute kirjeldus vastavalt haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IV lisas sätestatud ELi tüübikinnitustunnistuses märgitule;

   (3) avaldus selle kohta, et mootori paigaldamine ei sunni mootorit jäädavalt töötama üksnes selles võimsusvahemikus, mis vastab rangemate gaasiliste saasteainete ja tahkete osakeste heite piirnormidega (alam)kategooriale kui see (alam)kategooria, kuhu mootor kuulub;

   (4) nende mootoritüüpkondade puhul, mille suhtes kohaldatakse V lisa, kohaldatava kontrollpiirkonna ülem- ja alumpiir ja avaldus selle kohta, et mootori paigaldamine ei sunni mootorit töötama üksnes mootori pöördemomendikõvera kontrollpiirkonnast väljaspool asuvatel kiirustel ja koormuspallidel;

   (5) vajaduse korral algseadme valmistaja poolt tarnitavate mootori juurde mittekuuluvate koostisosade konstruktsiooninõuded, mis on vajalikud tagamaks, et pärast paigaldamist vastaks mootor kinnitatud mootoritüübile;

   (6) vajaduse korral reaktiivipaagi konstruktsiooninõuded, sh külmumiskaitse, reaktiivi taseme jälgimine ja reaktiivist proovide võtmise vahendid;

   (7) vajaduse korral teave soojenduseta reaktiivisüsteemi võimaliku paigaldamise tarbeks;

   (8) vajaduse korral avaldus, mis kinnitab, et mootor on mõeldud paigaldamiseks üksnes lumepuhuritele;

   (9) vajaduse korral avaldus, mis kinnitab, et algseadme valmistaja tagab IV lisa 1.–4. liites sätestatud hoiatussüsteemi olemasolu;

   (10) vajaduse korral teave alapunktis 9 osutatud käitaja hoiatussüsteemi jaoks ette nähtud mootori ja väljaspool teid kasutatava liikurmasina vahelise liidese kohta;

▼B

(11) vajaduse korral teave IV lisa 1. liite 5. jaos osutatud käitaja meeldetuletussüsteemi jaoks ette nähtud mootori ja väljaspool teid kasutatava liikurmasina vahelise liidese kohta;

(12) vajaduse korral teave selle kohta, kuidas saab IV lisa 1. liite punktis 5.2.1 määratletud käitaja meeldetuletussüsteemi ajutiselt välja lülitada;

(13) vajaduse korral teave IV lisa 1. liite punktis 5.5 määratletud käitaja meeldetuletusest möödamineku funktsiooni kohta;

(14) segakahekütusemootorite puhul:

(a) avaldus selle kohta, et algseadme valmistaja tagab VIII lisa punktis 4.3.1 kirjeldatud segakahekütusetöörežiimi näidiku olemasolu;

(b) avaldus selle kohta, et algseadme valmistaja tagab VIII lisa punktis 4.3.2 kirjeldatud segakahekütuse hoiatussüsteemi olemasolu;

(c) teave mootori ja väljaspool teid kasutatava liikurmasina vahelise käitaja hoiatussüsteemi liidese kohta, millele on osutatud punkti 14 alapunktides a ja b;

(15) IWP-kategooria muutuva kiirusega mootori puhul, mis on saanud tüübikinnituse ühel või mitmel siseveeseadmel kasutamiseks vastavalt haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IX lisa punkti 1.1.1.2 sätetele, üksikasjad iga (alam)kategooria ja töörežiimi (pöörete arv) kohta, milles töötamiseks mootoritüüp on kinnituse saanud ja mida võib paigaldamisel seadistada;

(16) haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IX lisa punkti 1.1.2.3 kohase teistsuguste kiirusrežiimidega varustatud püsikiirusega mootori puhul:

(a) avaldus selle kohta, et mootori paigaldamine tagab, et:

i. mootor seisatakse enne püsikiiruse regulaatori teistsugustele kiirusrežiimile lülitamist ning

ii. püsikiiruse regulaator on seadistatud ainult mootori tootja poolt lubatud teistsugustele kiirusrežiimidele;

(b) üksikasjad iga (alam)kategooria ja töörežiimi (pöörete arv) kohta, milles töötamiseks mootoritüüp on kinnituse saanud ja mida võib paigaldamisel seadistada;

(17) kui mootor on varustatud käivitamisel ja seiskamisel kasutatava tühikäiguga vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 3 lõikes 18 lubatule, avaldus selle kohta, et mootori paigaldamine tagab, et enne mootori koormuseta olekust suurema koormuse rakendamisele üleminekut on püsikiiruse regulaator sisse lülitatud.

5. Vastavalt määruse (EL) nr 2016/1628 artikli 43 lõike 3 nõuetele esitab tootja algseadme valmistajale kogu teabe ja vajalikud juhised tagamaks, et algseadme valmistaja tagab lõppkasutajatele kõik XV lisas sätestatu.

▼B

6. Vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 43 lõike 4 nõuetele teeb tootja algseadme valmistajale kättesaadavaks ELi tüübikinnitusmenetluses kindlaks tehtud ja ELi tüübikinnitustunnistusele kantud süsinikdioksiidi (CO_2) heitkogused. Algseadme valmistaja esitab selle näitaja lõppkasutajatele koos järgmise avaldusega: „*Käesolevad CO_2 mõõtetulemused on saadud laboratoorsetes tingimustes püsikatsetsüklis sõidukitüüpi (mootoritüüpkonda) esindava representatiiv(alg)mootori peal ning ei anna ega väljenda mingit garantiid konkreetse mootori talitluse kohta*“.

▼B

XV LISA

Olulise teabe üksikasjad ja juhised lõppkasutajatele

1. Algseadme valmistaja esitab lõppkasutajatele kogu teabe ja juhised, mis on vajalikud mootori korrektseks talitluseks, et hoida mootori gaasiliste ja tahkete osakeste heide tüübikinnituse saanud mootori või mootoritüüpkonna piirnormide piires. Sel eesmärgil koostatud juhised peavad olema selgelt lõppkasutajatele suunatud.

2. Juhised lõppkasutajatele peavad vastama järgmistele tingimustele:

   2.1. olema koostatud selges ja mittetehnilises keeles, kasutades samu terminеid nagu väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate lõppkasutajatele suunatud kasutusjuhendis;

   2.2. olema esitatud paberil või üldkasutatavas elektroonilises formaadis;

   2.3. olema osa väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate lõppkasutajatele suunatud juhistest või eraldi dokument;

   2.3.1. olles esitatud väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate lõppkasutajatele suunatud juhistest eraldi, peavad need olema samas vormingus.

3. Lõppkasutajatele esitatav teave ja juhised peavad sisaldama vähemalt järgmist:

   (1) mootori kasutamisega seotud eritingimuste või piirangute kirjeldus vastavalt haldusnõudeid käsitleva komisjoni rakendusmääruse (EL) 2017/656 IV lisas sätestatud ELi tüübikinnitustunnistuses märgitule;

   (2) avaldus selle kohta, et mootorit, sh heitekontrollisüsteemi, tuleb käitada, kasutada ja hooldada kooskõlas lõppkasutajale suunatud juhistega, et tagada mootori heitetaseme püsimine mootorikategooria suhtes kohaldatavate nõuete piires;

   (3) avaldus selle kohta, et heitekontrollisüsteemi ei tohi lubamatult muuta ega väärkasutada; eelkõige ei tohi heitgaasitagastuse (EGR) ega reaktiivi doseerimise süsteemi deaktiveerida ega hooldamata jätta;

   (4) avaldus selle kohta, et on oluline võtta viivitamatult meetmeid, et heastada heitekontrollisüsteemi igasugune nõuetevastane käitamine, kasutamine või hooldus vastavalt alapunktides 5 ja 6 osutatud hoiatusmärguannetes märgitud probleemi kõrvaldamise meetmetele;

   (5) üksikasjalikud selgitused heitekontrollisüsteemi võimalike tõrgete kohta, mis võivad tuleneda paigaldatud mootori ebaõigest käitamisest, kasutamisest või hooldusest, kaasa arvatud asjakohased hoiatusmärguanded ja vastavad probleemi kõrvaldamise meetmed;

   (6) üksikasjalikud selgitused väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate võimaliku nõuetevastase kasutamise kohta, mis võib põhjustada mootori heitekontrollisüsteemi talitlushäireid, kaasa arvatud asjakohased hoiatusmärguanded ja vastavad probleemi kõrvaldamise meetmed;

   (7) vajaduse korral teave soojenduseta reaktiivipaagi ja doseerimissüsteemi võimaliku kasutamise kohta;

▼B

(8) vajaduse korral avaldus, mis kinnitab, et mootor on mõeldud kasutamiseks üksnes lumepuhuritel;

(9) väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate puhul, mis on varustatud käitaja hoiatussüsteemiga IV lisa 1. liite 4. jao (NRE-, NRG-, IWP-, IWA- või RLR-kategooria) ja/või IV lisa 4. liite 4. jao (NRE-, NRG-, IWP-, IWA- või RLR-kategooria) või IV lisa 3. liite 3. jao (RLL-kategooria) tähenduses, avaldus selle kohta, et käitajat teavitatakse käitaja hoiatussüsteemi kaudu, kui heitekontrollisüsteem korrektselt ei funktsioneeri;

(10) väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate puhul, mis on varustatud IV lisa 1. liite 5. jaos määratletud käitaja meeldetuletussüsteemiga (NRE- ja NRG-kategooria), avaldus selle kohta, et käitaja hoiatussignaalide eiramine viib käitaja meeldetuletussüsteemi aktiveerumiseni, mille tulemuseks on väljaspool teid kasutatava liikurmasina töö seiskumine;

(11) väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate puhul, mis on varustatud IV lisa 1. liite punktis 5.5 määratletud meeldetuletusest möödamineku süsteemiga, millega taastatakse mootori täisvõimsus, teave selle funktsiooni toimimise kohta;

(12) vajaduse korral selgitused selle kohta, kuidas alapunktides 9, 10 ja 11 nimetatud käitaja hoiatus- ja meeldetuletussüsteemid töötavad ning mida võib masina talitluse ja tõrgete logimise näol kaasa tuua hoiatussüsteemi eiramine, reaktiivi mittelisamine või probleemi lahendamata jätmine;

(13) kui pardaarvuti kirjed reaktiivi puuduliku sissepritse või kvaliteedi kohta tehakse vastavalt IV lisa 2. liite punktile 4.1 (IWP-, IWA-, RLR-kategooria), avaldus selle kohta, et riiklikud kontrolliasutused saavad neid kirjeid skanneriga lugeda;

(14) väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate puhul, mis on varustatud IV lisa 1. liite punktis 5.2.1 määratletud käitaja meeldetuletussüsteemi väljalülitamise võimalusega, teave selle funktsiooni kasutamise kohta ja avaldus selle kohta, et nimetatud funktsiooni võib aktiveerida vaid hädaolukordades ning et iga aktiveerimine salvestatakse pardaarvutis ja riiklikud kontrolliasutused saavad neid kirjeid skanneriga lugeda;

(15) teave kütuse spetsifikatsiooni(de) kohta, mis on vajalik heitekontrollisüsteemi talitluseks vastavalt I lisa nõuetele ja kooskõlas mootori ELi tüübikinnituses sätestatud nõuetega, sh vajaduse korral viide asjakohasele ELi või rahvusvahelisele standardile, eelkõige:

(a) diisliga või maanteevälistes liikurmasinates kasutatava gaasiõliga käitatava mootori puhul avaldus selle kohta, et kasutada tuleb kütust, mille väävlisisaldus ei ületa 10 mg/kg (lõpp-punktis turustamisel 20 mg/kg), tsetaaniarv on vähemalt 45 ja FAME sisaldus ei ületa 7 % v/v;

(b) kui mootorile sobib täiendavate kütuste, kütusesegude või kütuseemulsioonide kasutamine ja seda on tunnistanud tootja ja seda on öeldud ELi tüübikinnitustunnistusel, tuleb see ära märkida;

▼B

(16) teave heitekontrollisüsteemi toimimiseks vajalike määrdeõlide spetsifikatsioonide kohta;

(17) kui heitekontrollisüsteem vajab reaktiivi, peab tootja kooskõlas mootori ELi tüübikinnituses sätestatud spetsifikatsiooniga täpsustama reaktiivi omadused, kaasa arvatud reaktiivi tüübi, kontsentratsiooni, kui reaktiiv on lahuses, ja töötemperatuuri tingimused, ning esitama koostise ja kvaliteedi kohta viited rahvusvahelistele standarditele;

(18) vajadusel juhised, mis täpsustavad, kuidas masina käitaja peab tarbitavaid reaktiive lisama tavapäraste tehniliste hoolduste vahelisel ajal; juhistes tuleb täpsustada, kuidas masina käitaja peab reaktiivipaaki täitma ja missugune on täitmise eeldatav sagedus, võttes arvesse väljaspool teid kasutatavate liikurmasinate kasutusala.

(19) avaldus selle kohta, et mootori heitetaseme säilitamiseks on oluline reaktiivi kasutada ja reaktiivipaaki täita kooskõlas alapunktides 17 ja 18 sätestatud spetsifikatsioonidega;

(20) vajalikud heitega seotud hooldusnõuded, sh mis tahes kriitiliste heitetaset mõjutavate osade korraline vahetus;

(21) segakahekütusemootorite puhul:

(a) vajaduse korral teave VIII lisa punktis 4.3 sätestatud segakahekütuse näidikute kohta;

(b) kui segakahekütusemootoril on hooldusrežiimis VIII lisa punktis 4.2.2.1 sätestatud talitluspiiranguid (välja arvatud IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-kategooria), avaldus selle kohta, et meeldetuletussüsteemi aktiveerumine viib väljaspool teid kasutatava liikurmasina töö seiskumiseni;

(c) kui on olemas meeldetuletusest möödamineku funktsioon mootori täisvõimsuse taastamiseks, siis teave selle funktsiooni toimimise kohta;

(d) kui segakahekütusemootor töötab hooldusrežiimis vastavalt VIII lisa punktile 4.2.2.2 (IWP-, IWA-, RLL- ja RLR-kategooria), avaldus selle kohta, et hooldusrežiimi aktiveerimine salvestatakse pardaarvutis ja riiklikud kontrolliasutused saavad neid kirjeid skanneriga lugeda.

4. Vastavalt määruse (EL) 2016/1628 artikli 43 lõike 4 nõuetele teeb algseadme valmistaja lõppkasutajatele kättesaadavaks süsinikdioksiidi (CO_2) heitkoguste näitajad, mis on kindlaks tehtud ELi tüübikinnitusmenetluses ja kantud ELi tüübikinnitustunnistusele koos järgmise avaldusega: „*Käesolevad CO_2 mõõtetulemused on saadud laboratoorsetes tingimustes püsikatsetsüklis sõidukitüüpi (mootoritüüpkonda) esindava representatiiv(alg)mootori peal ning ei anna ega väljenda mingit garantiid konkreetse mootori talitluse kohta*“.

▼B

XVI LISA

Tehniliste teenistuste tulemusstandardid ja hindamine

1. **Üldised nõuded**

Tehnilised teenistused peavad tõendama, et neil on asjakohased oskused, konkreetsed tehnilised teadmised ja tõendatud kogemused määrusega (EL) 2016/1628 ja selle määruse alusel vastu võetud delegeeritud õigusaktide ja rakendusaktidega hõlmatud konkreetsetes pädevusvaldkondades.

2. **Standardid, mida tehnilised teenistused peavad järgima**

2.1. Määruse (EL) 2016/1628 artiklis 45 sätestatud eri kategooriate tehnilised teenistused järgivad Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 200//46/EÜ ([1]) V lisa 1. liites esitatud standardeid, mis on nende töö seisukohast olulised.

2.2. Kõnealuses liites olevat viidet direktiivi 2007/46/EÜ artiklile 41 tuleb käsitada viitena määruse (EL) 2016/1628 artiklile 45.

2.3. Kõnealuses liites olevat viidet direktiivi 2007/46/EÜ IV lisale tuleb käsitada viitena määrusele (EL) 2016/1628 ja selle kohaselt vastu võetud delegeeritud õigusaktidele ja rakendusaktidele.

3. **Tehniliste teenistuste hindamise kord**

3.1. Määruse (EL) 2016/1628 ja selle kohaselt vastu võetud delegeeritud õigusaktide ja rakendusaktide nõuete järgimist tehniliste teenistuste poolt hinnatakse direktiivi 2007/46/EÜ V lisa 2. liites sätestatud korras.

3.2. Direktiivi 2007/46/EÜ V lisa 2. liite viiteid direktiivi 2007/46/EÜ artiklile 42 tuleb käsitada viidetena määruse (EL) 2016/1628 artiklile 48.

([1]) Euroopa Parlamendi ja nõukogu 5. septembri 2007. aasta direktiiv 2007/46/EÜ, millega kehtestatakse raamistik mootorsõidukite ja nende haagiste ning selliste sõidukite jaoks mõeldud süsteemide, osade ja eraldi seadmestike kinnituse kohta (ELT L 263, 9.10.2007, lk 1).

▼B

XVII LISA

Püsi- ja siirdkatsetsüklite omadused

1. Üksikrežiimi NRSC katserežiimide ja kaalutegurite tabelid on esitatud 1. liites.

2. Astmelise katsetsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabelid on esitatud 2. liites.

3. Tabelid veojõustendi näitajatega siirdkatsetsüklite (NRTC ja LSI-NRTC) jaoks on esitatud 3. liites.

▼B

1. liide

Üksikrežiimis NRSC

C-tüüpi katsetsüklid

C1-tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiim nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Kiirus (a)	100 %				Vahepöörlemiskiirus			Tühikäik
Pöördemoment (b) (%)	100	75	50	10	100	75	50	0
Kaalutegur	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15

(a) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
(b) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.

C2-tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiim nr	1	2	3	4	5	6	7
Kiirus (a)	100 %	Vahepöörlemiskiirus					Tühikäik
Pöördemoment (b) (%)	25	100	75	50	25	10	0
Kaalutegur	0,06	0,02	0,05	0,32	0,30	0,10	0,15

(a) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
(b) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.

D-tüüpi katsetsüklid

D2-tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiim nr (tsükkel D2)	1	2	3	4	5
Kiirus (a)	100 %				
Pöördemoment (b) (%)	100	75	50	25	10
Kaalutegur	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1

(a) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
(b) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti tootja teatatud nimivõimsusele vastavast pöördemomendist.

E-tüüpi katsetsüklid

E-tüüpi tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiim nr (tsükkel E2)	1	2	3	4						
Kiirus (a)	100 %				Vahepöörlemiskiirus					
Pöördemoment (b) (%)	100	75	50	25						
Kaalutegur	0,2	0,5	0,15	0,15						

▼B

Režiim nr (tsükkel E3)	1	2	3	4
Kiirus ([a]) (%)	100	91	80	63
Võimsus ([c]) (%)	100	75	50	25
Kaalutegur	0,2	0,5	0,15	0,15

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti tootja teatatud nimivõimsusele vastavast suurimast võimsusest mootori määratud kiirusel.
([c]) Võimsuse protsent tähendab protsenti nimivõimsusele vastavast suurimast võimsusest 100 % kiirusel.

F-tüüpi katsetsüklid

F-tüüpi tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiim nr	1	2 ([d])	3
Kiirus ([a])	100 %	Vahepöörlemiskiirus	Tühikäik
Võimsus (%)	100 ([c])	50 ([c])	5 ([b])
Kaalutegur	0,15	0,25	0,6

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Võimsuse protsent selles režiimis tähendab protsenti võimsusest 1. režiimis.
([c]) Võimsuse protsent selles režiimis tähendab protsenti maksimaalsest kasulikust võimsusest mootori määratud kiirusel.
([d]) Eraldiseisvat kontrollisüsteemi (st astmelist tüüpi kontrollseadiseid) kasutavate mootorite puhul on režiim 2 määratletud kui töötamine režiimile 2 lähimal astmel või 35-protsendilisel nimivõimsusel.

G-tüüpi katsetsüklid

G-tüüpi tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiimi number (tsükkel G1)						1	2	3	4	5	6
Kiirus ([a])	100 %					Vahepöörlemiskiirus					Tühikäik
Pöördemoment ([b]) (%)						100	75	50	25	10	0
Kaalutegur						0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	0,05
Režiimi number (tsükkel G2)	1	2	3	4	5						6
Kiirus ([a])	100 %					Vahepöörlemiskiirus					Tühikäik
Pöördemoment ([b]) (%)	100	75	50	25	10						0
Kaalutegur	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07						0,05
Režiimi number (tsükkel G3)	1										2
Kiirus ([a])	100 %					Vahepöörlemiskiirus					Tühikäik
Pöördemoment ([b]) (%)	100										0
Kaalutegur	0,85										0,15

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.

▼B

H-tüüpi katsetsüklid

H-tüüpi tsükli katserežiimide ja kaalutegurite tabel

Režiim nr	1	2	3	4	5
Kiirus ([a]) (%)	100	85	75	65	Tühikäik
Pöördemoment ([b]) (%)	100	51	33	19	0
Kaalutegur	0,12	0,27	0,25	0,31	0,05

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.

▼B

2. liide

Astmelised püsikatsetsüklid (RMC)

C-tüüpi katsetsüklid

RMC-C1 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus (a) (c)	Pöördemoment (%) (b) (c)
Püsirežiim 1a	126	Tühikäik	0
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2 a	159	Vahepöörlemiskiirus	100
Siirderežiim 2b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 3 a	160	Vahepöörlemiskiirus	50
Siirderežiim 3b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 4 a	162	Vahepöörlemiskiirus	75
Siirderežiim 4b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 5 a	246	100 %	100
Siirderežiim 5b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 6 a	164	100 %	10
Siirderežiim 6b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 7 a	248	100 %	75
Siirderežiim 7b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 8 a	247	100 %	50
Siirderežiim 8b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 9	128	Tühikäik	0

(a) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
(b) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.
(c) Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek, kui kiiruse seadistuses toimub muutus.

RMC-C2 katserežiimide tabel

RMC Režiim nr	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus (a) (c)	Pöördemoment (b) (c)
Püsirežiim 1a	119	Tühikäik	0
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	29	Vahepöörlemiskiirus	100

▼B

RMC Režiim nr	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus [a] [c]	Pöördemoment [b] [c]
Siirderežiim 2b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	150	Vahepöörlemiskiirus	10
Siirderežiim 3b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 4a	80	Vahepöörlemiskiirus	75
Siirderežiim 4b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 5a	513	Vahepöörlemiskiirus	25
Siirderežiim 5b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 6a	549	Vahepöörlemiskiirus	50
Siirderežiim 6b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 7a	96	100 %	25
Siirderežiim 7b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 8	124	Tühikäik	0

([a]) **(a)** Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) **(b)** Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.
([c]) **(c)** Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek, kui kiiruse seadistuses toimub muutus.

D-tüüpi katsetsüklid

RMC-D2 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus (%) [a]	Pöördemoment [b] [c]
Püsirežiim 1a	53	100	100
Siirderežiim 1b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	101	100	10
Siirderežiim 2b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	277	100	75
Siirderežiim 3b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 4a	339	100	25
Siirderežiim 4b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 5	350	100	50

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti tootja teatatud nimivõimsusele vastavast pöördemomendist.
([c]) Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele.

▼B

E-tüüpi katsetsüklid

RMC-E2 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus (%) [a]	Pöördemoment [b] [c]
Püsirežiim 1a	229	100	100
Siirderežiim 1b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	166	100	25
Siirderežiim 2b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	570	100	75
Siirderežiim 3b	20	100	Lineaarsiire
Püsirežiim 4	175	100	50

[a] Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
[b] Pöördemomendi protsent tähendab protsenti tootja teatatud nimivõimsusele vastavast suurimast pöördemomendist mootori määratud kiirusel.
[c] Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele.

RMC-E3 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus (%) [a] [c]	Võimsus [b] [c]
Püsirežiim 1a	229	100	100
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	166	63	25
Siirderežiim 2b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	570	91	75
Siirderežiim 3b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 4	175	80	50

[a] Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
[b] Võimsuse protsent tähendab protsenti nimivõimsusele vastavast suurimast võimsusest 100 % kiirusel.
[c] Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek.

F-tüüpi katsetsüklid

RMC-F2 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus [a] [e]	Võimsus (%) [e]
Püsirežiim 1a	350	Tühikäik	5 [b]
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a [d]	280	Vahepöörlemiskiirus	50 [c]

▼B

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus ([a]) ([e])	Võimsus (%) ([e])
Siirderežiim 2b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	160	100 %	100 ([c])
Siirderežiim 3b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 4	350	Tühikäik	5 ([c])

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Võimsuse protsent tähendab protsenti nimivõimsusest režiimis 3a.
([c]) Võimsuse protsent selles režiimis tähendab protsenti maksimaalsest kasulikust võimsusest mootori määratud kiirusel.
([d]) Üksikrežiimi kontrollisüsteemi (st ... tüüpi kontrollseadised) kasutavate mootorite puhul on 2a režiim määratletud kui talitlus 2a režiimile lähimal astmel või 35 % nimivõimsusest.
([e]) (Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek, kui kiiruse seadistuses toimub muutus.

G-tüüpi katsetsüklid

RMC-G1 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus ([a]) ([c])	Pöördemoment ([b]) ([c])
Püsirežiim 1a	41	Tühikäik	0
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	135	Vahepöörlemiskiirus	100
Siirderežiim 2b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	112	Vahepöörlemiskiirus	10
Siirderežiim 3b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 4a	337	Vahepöörlemiskiirus	75
Siirderežiim 4b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 5a	518	Vahepöörlemiskiirus	25
Siirderežiim 5b	20	Vahepöörlemiskiirus	Lineaarsiire
Püsirežiim 6a	494	Vahepöörlemiskiirus	50
Siirderežiim 6b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 7	43	Tühikäik	0

([a]) Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
([b]) Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.
([c]) Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek, kui kiiruse seadistuses toimub muutus.

▼B

RMC-G2 katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus [a] [c]	Pöördemoment [b] [c]
Püsirežiim 1a	41	Tühikäik	0
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	135	100 %	100
Siirderežiim 2b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	112	100 %	10
Siirderežiim 3b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 4a	337	100 %	75
Siirderežiim 4b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 5a	518	100 %	25
Siirderežiim 5b	20	100 %	Lineaarsiire
Püsirežiim 6a	494	100 %	50
Siirderežiim 6b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 7	43	Tühikäik	0

[a] Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
[b] Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.
[c] Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek, kui kiiruse seadistuses toimub muutus.

H-tüüpi katsetsüklid

RMC-H katserežiimide tabel

RMC Režiimi number	Aeg režiimis (sekundit)	Mootori pöörlemissagedus [a] [c]	Pöördemoment [b] [c]
Püsirežiim 1a	27	Tühikäik	0
Siirderežiim 1b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 2a	121	100 %	100
Siirderežiim 2b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 3a	347	65 %	19
Siirderežiim 3b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 4a	305	85 %	51
Siirderežiim 4b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 5a	272	75 %	33
Siirderežiim 5b	20	Lineaarsiire	Lineaarsiire
Püsirežiim 6	28	Tühikäik	0

[a] Nõutud katsekiiruste kohta vt VI lisa punktid 5.2.5, 7.6 ja 7.7.
[b] Pöördemomendi protsent tähendab protsenti maksimaalsest pöördemomendist mootori määratud kiirusel.
[c] Edasiliikumine ühest režiimist järgmisse 20 sek siirdefaasiga. Siirdefaasi käigus toimub lineaarne üleminek jooksva režiimi pöördemomendi seadistuselt järgmise režiimi pöördemomendi seadistusele ning samaaegselt mootori pöörlemiskiiruse lineaarne üleminek, kui kiiruse seadistuses toimub muutus.

▼B

3. liide

2.4.2.1. **Siirdkatsetsüklid (NRTC ja LSI-NRTC)**

NRTC katse veojõustendi näitajate tabel

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)	Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)	Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normaliseeritud kiirus (%)	Normaliseeritud pöördemoment (%)
1189	70	22
1190	71	23
1191	73	19
1192	73	19
1193	72	20
1194	64	60
1195	70	39
1196	66	56
1197	68	64
1198	30	68
1199	70	38
1200	66	47
1201	76	14
1202	74	18
1203	69	46
1204	68	62
1205	68	62
1206	68	62
1207	68	62
1208	68	62
1209	68	62
1210	54	50
1211	41	37
1212	27	25
1213	14	12
1214	0	0
1215	0	0
1216	0	0
1217	0	0
1218	0	0
1219	0	0
1220	0	0
1221	0	0
1222	0	0
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

LSI-NRTC katse veojõustendi näitajate tabel

Aeg (s)	Normaliseeritud kiirus (%)	Normaliseeritud pöördemoment (%)
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	1	8
10	6	54
11	8	61
12	34	59
13	22	46
14	5	51
15	18	51
16	31	50
17	30	56
18	31	49
19	25	66
20	58	55
21	43	31
22	16	45
23	24	38
24	24	27
25	30	33
26	45	65
27	50	49
28	23	42
29	13	42
30	9	45
31	23	30
32	37	45
33	44	50
34	49	52
35	55	49
36	61	46
37	66	38
38	42	33
39	17	41
40	17	37
41	7	50
42	20	32
43	5	55
44	30	42
45	44	53
46	45	56
47	41	52
48	24	41
49	15	40
50	11	44
51	32	31
52	38	54
53	38	47

▼B

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normaliseeritud kiirus (%)	Normaliseeritud pöördemoment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normaliseeritud kiirus (%)	Normaliseeritud pöördemoment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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

Aeg (s)	Normali-seeritud kiirus (%)	Normali-seeritud pöördemo-ment (%)
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