**Onderstaande tekst dient louter ter informatie en is juridisch niet bindend. De EU-instellingen zijn niet aansprakelijk voor de inhoud. Alleen de besluiten die zijn gepubliceerd in het Publicatieblad van de Europese Unie (te raadplegen in EUR-Lex) zijn authentiek. Deze officiële versies zijn rechtstreeks toegankelijk via de links in dit document**

►**B**

# GEDELEGEERDE VERORDENING (EU) 2017/654 VAN DE COMMISSIE

**van 19 december 2016**

**tot aanvulling van Verordening (EU) 2016/1628 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft de technische en algemene voorschriften betreffende de emissiegrenswaarden en de typegoedkeuring voor interne verbrandingsmotoren voor niet voor de weg bestemde mobiele machines**

(PB L 102 van 13.4.2017, blz. 1)

Gewijzigd bij:

| | | Publicatieblad | | |
|---|---|---|---|---|
| | | nr. | blz. | datum |
| ►**M1** | Gedelegeerde Verordening (EU) 2018/236 van de Commissie van 20 december 2017 | L 50 | 1 | 22.2.2018 |
| ►**M2** | Gedelegeerde Verordening (EU) 2018/989 van de Commissie van 18 mei 2018 | L 182 | 61 | 18.7.2018 |

▼B

# GEDELEGEERDE VERORDENING (EU) 2017/654 VAN DE COMMISSIE

**van 19 december 2016**

**tot aanvulling van Verordening (EU) 2016/1628 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft de technische en algemene voorschriften betreffende de emissiegrenswaarden en de typegoedkeuring voor interne verbrandingsmotoren voor niet voor de weg bestemde mobiele machines**

*Artikel 1*

**Definities**

De volgende definities zijn van toepassing:

1. „wobbe-index” of „W”: verhouding tussen de overeenkomstige calorische waarde van een gas per volume-eenheid en de vierkantswortel van de relatieve dichtheid van het gas onder dezelfde referentieomstandigheden:

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

2. „λ-verschuivingsfactor” of „$S_\lambda$”: uitdrukking die de vereiste flexibiliteit van het motormanagementsysteem beschrijft bij een verandering van de verhouding λ (overmaat lucht) indien de motor op een gas met een andere samenstelling dan zuiver methaan loopt;

3. „vloeibarebrandstofmodus”: de normale bedrijfsmodus van een dualfuelmotor waarin de motor voor geen enkele motorbedrijfsomstandigheid gasvormige brandstof gebruikt;

4. „dualfuelmodus”: de normale bedrijfsmodus van een dualfuelmotor waarin de motor in bepaalde motorbedrijfsomstandigheden tegelijkertijd vloeibare brandstof en een gasvormige brandstof gebruikt;

5. „deeltjesnabehandelingssysteem”: een uitlaatgasnabehandelingssysteem ontworpen om de emissies van verontreinigende deeltjes te verminderen door mechanische of aerodynamische scheiding dan wel scheiding door diffusie of traagheid;

6. „regulateur”: een voorziening of beheersingsstrategie die het toerental of de belasting van de motor automatisch regelt, anders dan een in een motor van categorie NRSh aangebrachte toerenbegrenzer die het maximale motortoerental beperkt met als enig doel te voorkomen dat de motor sneller dan een bepaalde grenswaarde draait;

7. „omgevingstemperatuur”, voor een laboratoriumomgeving (bv. kamer of ruimte voor het wegen van filters): de temperatuur in de gespecificeerde laboratoriumomgeving;

8. „basisemissiebeheersingsstrategie” of „BECS”: een emissiebeheersingsstrategie die actief is over het hele koppel- en toerentalbereik waarbinnen de motor werkt, tenzij een aanvullende emissiebeheersingsstrategie (AECS) is geactiveerd;

▼B

9. „reagens”: elk voor de doeltreffende werking van het uitlaatgasnabehandelingssysteem vereist en gebruikt verbruiksmedium of niet-terugwinbaar medium;

10. „aanvullende emissiebeheersingsstrategie” of „AECS”: een emissiebeheersingsstrategie die met een specifiek doel en naar aanleiding van een specifieke reeks omgevings- en/of bedrijfsomstandigheden wordt geactiveerd en een basisemissiebeheersingsstrategie (BECS) tijdelijk wijzigt, en alleen in werking blijft zolang deze omstandigheden zich voordoen;

11. „goede ingenieursinzichten”: inzichten die in overeenstemming zijn met de algemeen aanvaarde wetenschappelijke en technische beginselen en de beschikbare relevante informatie;

12. „hoog toerental” of „$n_{hi}$”: het hoogste motortoerental waarbij 70 % van het maximumvermogen wordt ontwikkeld;

13. „laag toerental” of „$n_{lo}$”: het laagste motortoerental waarbij 50 % van het maximumvermogen wordt ontwikkeld;

14. „maximumvermogen” of „$P_{max}$”: maximumvermogen in kW zoals opgegeven door de fabrikant;

15. „partiëlestroomverdunning”: de analysemethode voor uitlaatgas waarbij een deel van de totale uitlaatgasstroom wordt afgescheiden en vervolgens vóór het deeltjesbemonsteringsfilter met een passende hoeveelheid verdunningslucht wordt gemengd;

16. „verloop”: het verschil tussen een nul- of kalibratiesignaal en de door een meetinstrument meteen na gebruik bij een emissietest aangegeven respectieve waarde;

17. „ijken”: een instrument zo bijstellen dat het een juiste respons geeft op een kalibratiestandaard die 75 tot 100 % vertegenwoordigt van de maximumwaarde in het bereik of het verwachte gebruiksbereik van het instrument;

18. „ijkgas”: een gezuiverd gasmengsel dat wordt gebruikt om gasanalysatoren te ijken;

19. „HEPA-filter”: hoogrendementsdeeltjesfilter dat wordt geacht een initieel deeltjesverwijderingsrendement van ten minste 99,97 % te halen volgens ASTM F 1471–93;

20. „kalibratie”: de procedure waarbij de respons van een meetsysteem op een ingangssignaal zo wordt ingesteld dat het uitgangssignaal ervan met een aantal referentiesignalen overeenkomt;

21. „specifieke emissies”: de massa-emissies uitgedrukt in g/kWh;

22. „vraag van de operator”: input van de operator van een motor om de motoroutput te regelen;

▼B

23. „toerental voor het maximumkoppel”: motortoerental waarbij het maximumkoppel van de motor wordt verkregen, zoals ontworpen door de fabrikant;

24. „gereguleerd toerental”: het door de regulateur geregelde motortoerental;

25. „opencarteremissies”: elke uitstoot door een motorcarter direct in het milieu;

26. „sonde”: het eerste stuk van de overbrengingsleiding die het monster naar de volgende component in het bemonsteringssysteem voert;

27. „testinterval”: een periode waarover de specifieke emissies worden bepaald;

28. „nulgas”: een gas dat bij invoer in een analysator als respons de waarde nul oplevert;

29. „op nul gezet”: een instrument is zodanig bijgesteld dat het een nulrespons geeft op een nulkalibratiestandaard, zoals gezuiverd stikstof of gezuiverde lucht;

30. „testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer, met variabel toerental” (hierna „NRSC met variabel toerental” genoemd): een testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer, die geen NRSC met constant toerental is;

31. „testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer, met constant toerental” (hierna „NRSC met constant toerental” genoemd): een van de volgende in bijlage IV bij Verordening (EU) 2016/1628 gedefinieerde testcycli in statische toestand, niet voor wegverkeer: D2, E2, G1, G2 of G3;

32. „updating-registratie”: de frequentie waarmee de analysator nieuwe, actuele waarden verstrekt;

33. „kalibratiegas”: een gezuiverd gasmengsel dat wordt gebruikt om gasanalysatoren te kalibreren;

34. „stoichiometrisch”: met betrekking tot de specifieke lucht-brandstofverhouding zo dat, als de brandstof volledig werd geoxideerd, er geen brandstof of zuurstof meer zou overblijven;

35. „opslagmedium”: een deeltjesfilter, monsterzak of gelijk welke andere opslagvoorziening die voor batchbemonstering wordt gebruikt;

36. „volledigestroomverdunning”: de methode waarbij de uitlaatgasstroom met verdunningslucht wordt gemengd voordat een fractie van de verdunde uitlaatgasstroom voor analyse wordt afgescheiden;

37. „tolerantie”: het interval waarin 95 % van een reeks geregistreerde waarden van een bepaalde grootheid moet liggen en waarbij de resterende 5 % van de geregistreerde waarden van het tolerantie-interval afwijken;

▼B

38. „servicemodus”: een speciale modus van een dualfuelmotor die wordt ingeschakeld om reparaties uit te voeren of om de niet voor de weg bestemde mobiele machine naar een veilige locatie te verplaatsen wanneer werking in dualfuelmodus niet mogelijk is.

*Artikel 2*

**Voorschriften voor andere specifieke brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies**

De in artikel 25, lid 2, van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde referentiebrandstoffen en andere specifieke brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies die door de fabrikant worden opgenomen in de aanvraag voor een EU-typegoedkeuring, moeten de technische eigenschappen hebben en beschreven zijn in het informatiedossier overeenkomstig bijlage I bij deze verordening.

*Artikel 3*

**Regelingen met betrekking tot de conformiteit van de productie**

Om overeenkomstig artikel 26, lid 1, van Verordening (EU) 2016/1628 te waarborgen dat de in productie zijnde motoren conform zijn met het goedgekeurde type, nemen de goedkeuringsinstanties de maatregelen en volgen zij de procedures die zijn vastgelegd in bijlage II bij deze verordening.

▼M2

*Artikel 4*

**Methode voor het aanpassen van de resultaten van emissielaboratoriumtests om rekening te houden met de verslechteringsfactoren**

De resultaten van emissielaboratoriumtests worden overeenkomstig de in bijlage III bij deze verordening vastgestelde methode aangepast om rekening te houden met de verslechteringsfactoren, waaronder de factoren die verband houden met de meting van de deeltjesaantallen (PN) en met gasmotoren, zoals bedoeld in artikel 25, lid 1, onder c), van Verordening (EU) 2016/1628.

▼B

*Artikel 5*

**Voorschriften voor emissiebeheersingsstrategieën, $NO_x$-beheersingsmaatregelen en deeltjesbeheersingsmaatregelen**

De metingen en tests in verband met de in artikel 25, lid 3, onder f), i), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde emissiebeheersingsstrategieën en in verband met de in artikel 25, lid 3, onder f), ii), van die verordening bedoelde $NO_x$-beheersingsmaatregelen, de emissiebeheersingsmaatregelen voor verontreinigende deeltjes en de documentatie die nodig is voor het aantonen ervan, worden uitgevoerd overeenkomstig de technische voorschriften in bijlage IV bij deze verordening.

▼B

*Artikel 6*

**Metingen en tests in verband met het gebied van de testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer**

De metingen en tests in verband met het in artikel 25, lid 3, onder f), iii), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde gebied worden uitgevoerd overeenkomstig de nadere technische voorschriften in bijlage V bij deze verordening.

*Artikel 7*

**Voorwaarden en methoden voor het uitvoeren van tests**

De in artikel 25, lid 3, onder a) en b), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde voorwaarden voor het uitvoeren van tests, de in artikel 24 van die verordening bedoelde methoden voor het bepalen van de instellingen betreffende de belasting en het toerental van de motor, de in artikel 25, lid 3, onder e), i), van die verordening bedoelde methoden voor het in aanmerking nemen van de emissies van cartergassen en de artikel 25, lid 3, onder e), ii), van die verordening bedoelde methoden voor het bepalen en in aanmerking nemen van continue en periodieke regeneratie bij uitlaatgasnabehandelingssystemen, moeten voldoen aan de voorschriften in de onderdelen 5 en 6 van bijlage VI bij deze verordening.

*Artikel 8*

**Testprocedures**

De in artikel 25, lid 3, onder a) en onder f), iv), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde tests worden uitgevoerd overeenkomstig de procedures in onderdeel 7 van bijlage VI en in bijlage VIII bij deze verordening.

*Artikel 9*

**Procedures voor emissiemeting en bemonstering**

De in artikel 25, lid 3, onder b), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde emissiemeting en bemonstering worden uitgevoerd overeenkomstig de procedures in onderdeel 8 van bijlage VI bij deze verordening en in aanhangsel 1 bij die bijlage.

*Artikel 10*

**Apparatuur voor het uitvoeren van tests en voor emissiemeting en bemonstering**

De in artikel 25, lid 3, onder a), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde apparatuur voor het uitvoeren van tests en de in artikel 25, lid 3, onder b), van die verordening bedoelde apparatuur voor emissiemeting en bemonstering moeten aan de technische voorschriften voldoen en de technische eigenschappen hebben zoals vastgesteld in onderdeel 9 van bijlage VI bij deze verordening.

▼B

*Artikel 11*

**Methode voor de evaluatie en berekening van gegevens**

De in artikel 25, lid 3, onder c), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde gegevens worden geëvalueerd en berekend overeenkomstig de methode in bijlage VII bij deze verordening.

*Artikel 12*

**Technische eigenschappen van de referentiebrandstoffen**

De in artikel 25, lid 2, van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde referentiebrandstoffen moeten de in bijlage IX bij deze verordening vastgestelde technische eigenschappen hebben.

*Artikel 13*

**Nadere technische specificaties en voorwaarden voor het afzonderlijk van het uitlaatgasnabehandelingssysteem leveren van een motor**

Wanneer een fabrikant overeenkomstig artikel 34, lid 3, van Verordening (EU) 2016/1628 een motor afzonderlijk van het uitlaatgasnabehandelingssysteem aan een fabrikant van oorspronkelijke uitrusting (original equipment manufacturer — OEM) in de Unie levert, moet die levering voldoen aan de nadere technische specificaties en voorwaarden in bijlage X bij deze verordening.

*Artikel 14*

**Nadere technische specificaties en voorwaarden voor het tijdelijk in de handel brengen met het oog op praktijktests**

Overeenkomstig artikel 34, lid 4, van Verordening (EU) 2016/1628 wordt toegestaan dat motoren waarvoor geen EU-typegoedkeuring overeenkomstig die verordening is verleend, voor praktijktests tijdelijk in de handel worden gebracht indien zij voldoen aan de nadere technische specificaties en voorwaarden in bijlage XI bij deze verordening.

*Artikel 15*

**Nadere technische specificaties en voorwaarden voor motoren voor speciale doeleinden**

Overeenkomstig artikel 34, leden 5 en 6, van Verordening (EU) 2016/1628 wordt voor motoren voor speciale doeleinden EU-typegoedkeuring verleend en mogen deze motoren in de handel worden gebracht indien zij voldoen aan de nadere technische specificaties en voorwaarden in bijlage XII bij deze verordening.

*Artikel 16*

**Erkenning van gelijkwaardige typegoedkeuringen voor motoren**

De in artikel 42, lid 4, onder a), van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde VN/ECE-reglementen of wijzigingen daarop en de in artikel 42, lid 4, onder b), van die verordening bedoelde handelingen van de Unie zijn vastgelegd in bijlage XIII bij deze verordening.

▼B

*Artikel 17*

**Nadere bepaling van de relevante informatie en instructies voor OEM's**

De details van de in artikel 43, leden 2, 3 en 4, van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde informatie en instructies voor OEM's zijn opgenomen in bijlage XIV bij deze verordening.

*Artikel 18*

**Nadere bepaling van de relevante informatie en instructies voor eindgebruikers**

De details van de in artikel 43, leden 3 en 4, van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde informatie en instructies voor eindgebruikers zijn opgenomen in bijlage XV bij deze verordening.

*Artikel 19*

**Prestatienormen en evaluatie van technische diensten**

1. De technische diensten moeten voldoen aan de prestatienormen in bijlage XVI.

2. De goedkeuringsinstanties beoordelen de technische diensten overeenkomstig de procedure in bijlage XVI bij deze verordening.

*Artikel 20*

**Karakteristieken van de testcycli in statische toestand en transiënte testcycli**

De in artikel 24 van Verordening (EU) 2016/1628 bedoelde testcycli in statische toestand en transiënte testcycli moeten voldoen aan de karakteristieken in bijlage XVII bij deze verordening.

▼M2

*Artikel 20 bis*

**Overgangsbepalingen**

1. Niettegenstaande de toepassing van deze verordening, zoals gewijzigd bij Gedelegeerde Verordening (EU) 2018/989 van de Commissie, blijven de goedkeuringsinstanties tot en met 31 december 2018 ook EU-typegoedkeuringen voor motortypen of motorfamilies verlenen overeenkomstig de versie van deze verordening die op 6 augustus 2018 van toepassing is.

2. Niettegenstaande de toepassing van deze verordening, zoals gewijzigd bij Gedelegeerde Verordening (EU) 2018/989 van de Commissie, staan de lidstaten tot en met 30 juni 2019 ook toe dat motoren in de handel worden gebracht die gebaseerd zijn op een motortype dat is goedgekeurd overeenkomstig de versie van deze verordening die op 6 augustus 2018 van toepassing is.

▼B

*Artikel 21*

**Inwerkingtreding en toepassing**

Deze verordening treedt in werking op de twintigste dag na die van de bekendmaking ervan in het *Publicatieblad van de Europese Unie*.

Deze verordening is verbindend in al haar onderdelen en is rechtstreeks toepasselijk in elke lidstaat.

▼B

*BIJLAGEN*


| Nummer bijlage | Titel bijlage | Bladzijde |
|---|---|---|
| I | Voorschriften voor andere specifieke brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies | |
| II | Regelingen met betrekking tot de conformiteit van de productie | |
| III | Methode voor het aanpassen van de resultaten van emissielaboratoriumtests om rekening te houden met de verslechteringsfactoren | |
| IV | Voorschriften voor emissiebeheersingsstrategieën, $NO_x$-beheersingsmaatregelen en deeltjesbeheersingsmaatregelen | |
| V | Metingen en tests in verband met het gebied van de testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer | |
| VI | Voorwaarden, methoden, procedures en apparatuur voor het uitvoeren van tests en voor emissiemeting en bemonstering | |
| VII | Methode voor de evaluatie en berekening van gegevens | |
| VIII | Prestatievoorschriften en testprocedures voor dualfuelmotoren | |
| IX | Technische eigenschappen van de referentiebrandstoffen | |
| X | Nadere technische specificaties en voorwaarden voor het afzonderlijk van het uitlaatgasnabehandelingssysteem leveren van een motor | |
| XI | Nadere technische specificaties en voorwaarden voor het tijdelijk in de handel brengen met het oog op praktijktests | |
| XII | Nadere technische specificaties en voorwaarden voor motoren voor speciale doeleinden | |
| XIII | Erkenning van gelijkwaardige typegoedkeuringen voor motoren | |
| XIV | Nadere bepaling van de relevante informatie en instructies voor OEM's | |
| XV | Nadere bepaling van de relevante informatie en instructies voor eindgebruikers | |
| XVI | Prestatienormen en evaluatie van technische diensten | |
| XVII | Karakteristieken van de testcycli in statische toestand en transiënte testcycli | |

▼B

*BIJLAGE I*

**Voorschriften voor andere specifieke brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies**

1. **Voorschriften voor motoren die op vloeibare brandstoffen lopen**

1.1. Bij aanvraag van EU-typegoedkeuring hebben fabrikanten de keuze uit een van de volgende opties voor het brandstofbereik van de motor:

a) een motor met een standaardbrandstofbereik, overeenkomstig de voorschriften in punt 1.2, of

b) een brandstofspecifieke motor, overeenkomstig de voorschriften in punt 1.3.

1.2. Voorschriften voor motoren met een standaardbrandstofbereik (diesel, benzine)

Een motor met een standaardbrandstofbereik moet voldoen aan de voorschriften in de punten 1.2.1 tot en met 1.2.4.

1.2.1. De basismotor moet aan de toepasselijke grenswaarden in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 en de voorschriften in deze verordening voldoen indien hij op de in de onderdelen 1.1 of 1.2 van bijlage IX gespecificeerde referentiebrandstoffen loopt.

▼M2

1.2.2. Indien er voor gasolie voor niet voor de weg bestemde machines geen norm van het Europees Comité voor normalisatie („CEN-norm") of tabel van brandstofeigenschappen in Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad [1] is, vertegenwoordigt de referentiebrandstof diesel (gasolie voor niet voor de weg bestemde machines) in bijlage IX de in de markt verkrijgbare gasolie voor niet voor de weg bestemde machines met een zwavelgehalte van maximaal 10 mg/kg, een cetaangetal van minimaal 45 en een gehalte aan vetzuurmethylesters (FAME) van maximaal 8,0 % v/v. De fabrikant stelt overeenkomstig bijlage XV een verklaring voor eindgebruikers op dat voor de werking van de motor op gasolie voor niet voor de weg bestemde machines uitsluitend brandstoffen met een zwavelgehalte van maximaal 10 mg/kg (20 mg/kg op het laatste punt van distributie), een cetaangetal van minimaal 45 en een FAME-gehalte van maximaal 8,0 % v/v mogen worden gebruikt, tenzij uit hoofde van de punten 1.2.2.1, 1.2.3 en 1.2.4 het gebruik van andere brandstoffen is toegestaan. De fabrikant kan desgewenst andere parameters (bijvoorbeeld voor smerende eigenschappen) specificeren.

▼B

1.2.2.1. ►M2 Tenzij de motorfabrikant bovendien aan het voorschrift in punt 1.2.3 voldoet, mag hij op geen enkel moment aangeven dat een motortype of motorfamilie in de Unie mag lopen op andere in de handel verkrijgbare brandstoffen dan die welke aan de voorschriften in dit punt voldoen: ◄

a) voor benzine: Richtlijn 98/70/EG of CEN-norm EN 228:2012. Smeerolie mag worden toegevoegd volgens de specificaties van de fabrikant;

b) voor diesel (met uitzondering van gasolie voor niet voor de weg bestemde machines): Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad of CEN-norm EN 590:2013;

[1] Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad van 13 oktober 1998 betreffende de kwaliteit van benzine en van dieselbrandstof en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG van de Raad (PB L 350 van 28.12.1998, blz. 58).

▼M2

c) voor diesel (gasolie voor niet voor de weg bestemde machines): Richtlijn 98/70/EG en tevens een cetaangetal van minimaal 45 en een FAME-gehalte van maximaal 8,0 % v/v.

▼B

1.2.3. Indien de fabrikant toestaat dat motoren ook op andere dan de in punt 1.2.2 vermelde in de handel verkrijgbare brandstoffen lopen, bijvoorbeeld op B100 (EN 14214:2012+A1:2014), B20 of B30 (EN16709:2015), dan wel op specifieke brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies, voldoet hij niet alleen aan de voorschriften van punt 1.2.2.1, maar treft hij bovendien alle volgende maatregelen:

a) hij specificeert in het in Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 van de Commissie ([1]) betreffende administratieve voorschriften beschreven inlichtingenformulier de in de handel verkrijgbare brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies waarop de motorfamilie kan lopen;

b) hij toont aan dat de basismotor aan de voorschriften van deze verordening voor de aangegeven brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies kan voldoen;

c) hij staat ervoor in dat voor de aangegeven brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies, met inbegrip van mengsels van de aangegeven brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies, en voor de in punt 1.2.2.1 bedoelde in de handel verkrijgbare brandstof, wordt voldaan aan de voorschriften voor monitoring tijdens het gebruik in Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655 van de Commissie ([2]) betreffende de monitoring van in gebruik zijnde motoren.

1.2.4. Voor SI-motoren moet het brandstof/oliemengsel de door de fabrikant aanbevolen verhouding hebben. Het percentage olie in het brandstof/smeermiddelmengsel wordt vastgelegd in het in Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 betreffende administratieve voorschriften beschreven inlichtingenformulier.

1.3. Voorschriften voor een brandstofspecifieke motor (ED 95 of E 85)

Een brandstofspecifieke motor (ED 95 of E 85) moet voldoen aan de voorschriften in de punten 1.3.1 en 1.3.2.

1.3.1. In het geval van ED 95 moet de basismotor aan de toepasselijke grenswaarden in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 en de voorschriften in deze verordening voldoen indien hij op de in bijlage IX, punt 1.2, gespecificeerde referentiebrandstof loopt.

1.3.2. In het geval van E 85 moet de basismotor aan de toepasselijke grenswaarden in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 en de voorschriften in deze verordening voldoen indien hij op de in bijlage IX, punt 2.2, gespecificeerde referentiebrandstof loopt.

([1]) Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 van de Commissie van 19 december 2016 tot vaststelling van de administratieve voorschriften met betrekking tot emissiegrenswaarden en typegoedkeuring voor interne verbrandingsmotoren voor niet voor de weg bestemde mobiele machines overeenkomstig Verordening (EU) 2016/1628 van het Europees Parlement en de Raad (zie bladzijde 364 van dit Publicatieblad).

([2]) Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655 van de Commissie van 19 december 2016 tot aanvulling van Verordening (EU) 2016/1628 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft de monitoring van de uitstoot van verontreinigende gassen door in gebruik zijnde interne verbrandingsmotoren die gemonteerd zijn in niet voor de weg bestemde mobiele machines (zie bladzijde 334 van dit Publicatieblad).

▼B

2. **Voorschriften voor motoren op aardgas/biomethaan (NG) of vloeibaar petroleumgas (lpg), met inbegrip van dualfuelmotoren**

2.1. Bij aanvraag van EU-typegoedkeuring hebben fabrikanten de keuze uit een van de volgende opties voor het brandstofbereik van de motor:

a) een motor met een universeel brandstofbereik, overeenkomstig de voorschriften in punt 2.3;

b) een motor met een beperkt brandstofbereik, overeenkomstig de voorschriften in punt 2.4;

c) een brandstofspecifieke motor, overeenkomstig de voorschriften in punt 2.5.

2.2. Aanhangsel 1 bevat tabellen met een samenvatting van de voorschriften voor de EU-typegoedkeuring van aardgas-/biomethaanmotoren, lpg-motoren en dualfuelmotoren.

2.3. Voorschriften voor motoren met een universeel brandstofbereik

2.3.1. Bij motoren op aardgas/biomethaan, met inbegrip van dualfuelmotoren, toont de fabrikant aan dat de basismotoren zich aan alle in de handel voorkomende aardgas/biomethaansamenstellingen kunnen aanpassen. Dit wordt aangetoond overeenkomstig dit onderdeel 2, en in het geval van dualfuelmotoren tevens overeenkomstig de aanvullende bepalingen voor de brandstofaanpassingsprocedure in punt 6.4 van bijlage VIII.

2.3.1.1. Bij motoren op gecomprimeerd aardgas/biomethaan (CNG) zijn er over het algemeen twee typen brandstof: brandstof met een hoge verbrandingswaarde (H-gas) en brandstof met een lage verbrandingswaarde (L-gas), maar met aanzienlijke variaties binnen beide groepen; zij vertonen sterke verschillen qua energie-inhoud (uitgedrukt door de wobbe-index) en λ-verschuivingsfactor ($S_\lambda$). Aardgas met een λ-verschuivingsfactor tussen 0,89 en 1,08 ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}08$) wordt geacht tot groep H te behoren, terwijl aardgas met een λ-verschuivingsfactor tussen 1,08 en 1,19 ($1{,}08 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$) wordt geacht tot groep L te behoren. In de samenstelling van de referentiebrandstoffen is rekening gehouden met de extreme variaties van $S_\lambda$.

De basismotor moet voldoen aan de voorschriften van deze verordening voor de referentiebrandstoffen $G_R$ (brandstof 1) en $G_{25}$ (brandstof 2), zoals gespecificeerd in bijlage IX, of voor gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX, zonder dat het brandstoftoevoersysteem van de motor tussen de twee tests handmatig wordt bijgesteld (de aanpassing moet automatisch zijn). Nadat de brandstof is gewijzigd, mag de motor zich één keer aanpassen. Deze aanpassing bestaat uit de uitvoering van de voorconditionering voor de volgende emissietest overeenkomstig de desbetreffende testcyclus. In het geval van motoren die volgens de testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer (hierna „NRSC” genoemd) worden getest mag, indien de voorconditioneringscyclus ontoereikend is om de brandstoftoevoer zich automatisch te laten aanpassen, voorafgaand aan de voorconditionering van de motor een door de fabrikant gespecificeerde alternatieve aanpassing worden uitgevoerd.

2.3.1.1.1. De fabrikant mag de motor met een derde brandstof (brandstof 3) testen als de λ-verschuivingsfactor ($S_\lambda$) tussen 0,89 (de ondergrens van $G_R$) en 1,19 (de bovengrens van $G_{25}$) ligt, bijvoorbeeld wanneer brandstof 3 een in de handel verkrijgbare brandstof is. De resultaten van deze test mogen worden gebruikt als basis voor de beoordeling van de conformiteit van de productie.

▼B

2.3.1.2. Bij motoren op vloeibaar aardgas/vloeibaar biomethaan (lng) moet de basismotor voldoen aan de voorschriften van deze verordening voor de referentiebrandstoffen $G_R$ (brandstof 1) en $G_{20}$ (brandstof 2), zoals gespecificeerd in bijlage IX, of voor gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX, zonder dat het brandstoftoevoersysteem van de motor tussen de twee tests handmatig wordt bijgesteld (de aanpassing moet automatisch zijn). Nadat de brandstof is gewijzigd, mag de motor zich één keer aanpassen. Deze aanpassing bestaat uit de uitvoering van de voorconditionering voor de volgende emissietest overeenkomstig de desbetreffende testcyclus. In het geval van motoren die volgens de NRSC worden getest mag, indien de voorconditioneringscyclus ontoereikend is om de brandstoftoevoer zich automatisch te laten aanpassen, voorafgaand aan de voorconditionering van de motor een door de fabrikant gespecificeerde alternatieve aanpassing worden uitgevoerd.

2.3.2. Bij motoren op gecomprimeerd aardgas/biomethaan (CNG) die zichzelf aanpassen aan H-gassen enerzijds en L-gassen anderzijds, waarbij met een schakelaar van groep H op groep L kan worden overgeschakeld, wordt de basismotor in elke stand van de schakelaar getest met de relevante referentiebrandstof zoals aangegeven in bijlage IX voor elke groep. De brandstoffen zijn $G_R$ (brandstof 1) en $G_{23}$ (brandstof 3) voor gasgroep H en $G_{25}$ (brandstof 2) en $G_{23}$ (brandstof 3) voor gasgroep L, of de gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX. De basismotor moet in beide standen van de schakelaar voldoen aan de voorschriften van deze verordening, zonder dat de brandstoftoevoer tussen de twee tests in elke stand van de schakelaar wordt bijgesteld. Nadat de brandstof is gewijzigd, mag de motor zich één keer aanpassen. Deze aanpassing bestaat uit de uitvoering van de voorconditionering voor de volgende emissietest overeenkomstig de desbetreffende testcyclus. In het geval van motoren die volgens de NRSC worden getest mag, indien de voorconditioneringscyclus ontoereikend is om de brandstoftoevoer zich automatisch te laten aanpassen, voorafgaand aan de voorconditionering van de motor een door de fabrikant gespecificeerde alternatieve aanpassing worden uitgevoerd.

2.3.2.1. De fabrikant mag de motor in plaats van met $G_{23}$ met een andere derde brandstof (brandstof 3) testen als de λ-verschuivingsfactor ($S_\lambda$) tussen 0,89 (de ondergrens van $G_R$) en 1,19 (de bovengrens van $G_{25}$) ligt, bijvoorbeeld wanneer brandstof 3 een in de handel verkrijgbare brandstof is. De resultaten van deze test mogen worden gebruikt als basis voor de beoordeling van de conformiteit van de productie.

2.3.3. Bij motoren op aardgas/biomethaan wordt de verhouding van de emissieresultaten „r” voor elke verontreinigende stof als volgt bepaald:

$$r = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof 2}}{\text{emissieresultaat met brandstof 1}}$$

of

$$r_a = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof 2}}{\text{emissieresultaat met brandstof 3}}$$

en

$$r_b = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof 1}}{\text{emissieresultaat met brandstof 3}}$$

▼B

2.3.4. Bij motoren op lpg toont de fabrikant aan dat de basismotor zich aan alle in de handel voorkomende brandstofsamenstellingen kan aanpassen.

Bij motoren op lpg zijn er variaties in de samenstelling $C_3/C_4$. In de referentiebrandstoffen is rekening gehouden met die variaties. De basismotor moet voldoen aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen A en B, zoals gespecificeerd in bijlage IX, zonder dat de brandstoftoevoer tussen de twee tests wordt bijgesteld. Nadat de brandstof is gewijzigd, mag de motor zich één keer aanpassen. Deze aanpassing bestaat uit de uitvoering van de voorconditionering voor de volgende emissietest overeenkomstig de desbetreffende testcyclus. In het geval van motoren die volgens de NRSC worden getest mag, indien de voorconditioneringscyclus ontoereikend is om de brandstoftoevoer zich automatisch te laten aanpassen, voorafgaand aan de voorconditionering van de motor een door de fabrikant gespecificeerde alternatieve aanpassing worden uitgevoerd.

2.3.4.1. De verhouding van de emissieresultaten „r” wordt voor elke verontreinigende stof als volgt bepaald:

$$r = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof B}}{\text{emissieresultaat met brandstof A}}$$

2.4. Voorschriften voor motoren met een beperkt brandstofbereik

Een motor met een beperkt brandstofbereik moet voldoen aan de voorschriften in de punten 2.4.1 tot en met 2.4.3.

▼M2

2.4.1. Bij motoren op CNG die ontworpen zijn voor aardgas van groep H of L:

▼B

2.4.1.1. wordt de basismotor getest met de desbetreffende referentiebrandstof voor de betrokken gasgroep, zoals gespecificeerd in bijlage IX. De brandstoffen zijn $G_R$ (brandstof 1) en $G_{23}$ (brandstof 3) voor gasgroep H en $G_{25}$ (brandstof 2) en $G_{23}$ (brandstof 3) voor gasgroep L, of de gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX. De basismotor moet voldoen aan de voorschriften van deze verordening, zonder dat de brandstoftoevoer tussen de twee tests wordt bijgesteld. Nadat de brandstof is gewijzigd, mag de motor zich één keer aanpassen. Deze aanpassing bestaat uit de uitvoering van de voorconditionering voor de volgende emissietest overeenkomstig de desbetreffende testcyclus. In het geval van motoren die volgens de NRSC worden getest mag, indien de voorconditioneringscyclus ontoereikend is om de brandstoftoevoer zich automatisch te laten aanpassen, voorafgaand aan de voorconditionering van de motor een door de fabrikant gespecificeerde alternatieve aanpassing worden uitgevoerd;

2.4.1.2. mag de fabrikant de motor in plaats van met $G_{23}$ met een andere derde brandstof (brandstof 3) testen als de λ-verschuivingsfactor ($S_\lambda$) tussen 0,89 (de ondergrens van $G_R$) en 1,19 (de bovengrens van $G_{25}$) ligt, bijvoorbeeld wanneer brandstof 3 een in de handel verkrijgbare brandstof is. De resultaten van deze test mogen worden gebruikt als basis voor de beoordeling van de conformiteit van de productie;

▼B

2.4.1.3. wordt de verhouding van de emissieresultaten „r” voor elke verontreinigende stof als volgt bepaald:

$$r = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof 2}}{\text{emissieresultaat met brandstof 1}}$$

of

$$r_a = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof 2}}{\text{emissieresultaat met brandstof 3}}$$

en

$$r_b = \frac{\text{emissieresultaat met brandstof 1}}{\text{emissieresultaat met brandstof 3}}$$

▼M2

_____

▼B

2.4.2. Bij motoren op aardgas of lpg die ontworpen zijn voor brandstof van één bepaalde samenstelling:

2.4.2.1. moet de basismotor in het geval van CNG voldoen aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen $G_R$ en $G_{25}$ of voor gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX, in het geval van lng aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen $G_R$ en $G_{20}$ of voor gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 2 van bijlage VI, en in het geval van lpg aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen A en B, zoals gespecificeerd in bijlage IX. Tussen de tests mag het brandstoftoevoersysteem worden bijgesteld. Deze bijstelling bestaat uit herkalibratie van het brandstoftoevoergegevensbestand zonder wijziging van de basisbeheersingsstrategie of de basisopzet van het gegevensbestand. Zo nodig mogen delen die rechtstreeks verband houden met de brandstofstroom (zoals inspuitkoppen) worden vervangen.

2.4.2.2. Bij motoren op CNG mag de fabrikant de motor testen met de referentiebrandstoffen $G_R$ en $G_{23}$ of met de referentiebrandstoffen $G_{25}$ en $G_{23}$, of met gelijkwaardige brandstoffen die een mengsel zijn van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX; in dat geval is de EU-typegoedkeuring alleen geldig voor gasgroep H, respectievelijk gasgroep L.

2.4.2.3. Bij aflevering aan de klant is de motor voorzien van een label zoals beschreven in bijlage III bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 betreffende administratieve voorschriften, waarop staat vermeld voor welk brandstofbereik de motor is gekalibreerd.

2.5. Voorschriften voor brandstofspecifieke motoren op vloeibaar aardgas/vloeibaar biomethaan (lng)

Een brandstofspecifieke motor op vloeibaar aardgas/vloeibaar biomethaan moet voldoen aan de voorschriften in de punten 2.5.1 tot en met 2.5.2.

2.5.1. Brandstofspecifieke motoren op vloeibaar aardgas/vloeibaar biomethaan (lng)

▼B

2.5.1.1. De motor wordt gekalibreerd voor een specifieke lng-samenstelling, wat een λ-verschuivingsfactor oplevert die niet meer dan 3 % verschilt van de λ-verschuivingsfactor van de in bijlage IX gespecificeerde brandstof $G_{20}$, en waarvan het ethaangehalte niet meer dan 1,5 % bedraagt.

2.5.1.2. Indien niet aan de voorschriften in punt 2.5.1.1 wordt voldaan, dient de fabrikant een aanvraag voor een motor met een universeel brandstofbereik in overeenkomstig de specificaties van punt 2.1.3.2.

▼M2

2.5.2. Brandstofspecifieke dualfuelmotoren op vloeibaar aardgas (LNG)

2.5.2.1. Bij een dualfuelmotorfamilie wordt, wanneer de motoren voor een specifieke LNG-samenstelling worden gekalibreerd, wat een λ-verschuivingsfactor oplevert die niet meer dan 3 % verschilt van de λ-verschuivingsfactor van de in bijlage IX gespecificeerde brandstof $G_{20}$, en waarvan het ethaangehalte niet meer dan 1,5 % bedraagt, de basismotor alleen getest met het referentiegas $G_{20}$ of met de gelijkwaardige brandstof die een mengsel is van leidinggas en andere gassen, zoals gespecificeerd in aanhangsel 1 van bijlage IX.

▼B

2.6. EU-typegoedkeuring van een lid van een motorfamilie

2.6.1. Behalve in het in punt 2.6.2 genoemde geval wordt de EU-typegoedkeuring van een basismotor zonder verdere tests uitgebreid tot alle motoren van een familie voor alle brandstofsamenstellingen binnen het bereik waarvoor EU-typegoedkeuring aan de basismotor is verleend (in het geval van de in punt 2.5 beschreven motoren) of voor hetzelfde brandstofbereik (in het geval van de in punt 2.3 of 2.4 beschreven motoren) waarvoor EU-typegoedkeuring aan de basismotor is verleend.

2.6.2. Indien de technische dienst constateert dat de ingediende aanvraag wat de geselecteerde basismotor betreft niet volledig representatief is voor de in bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 betreffende administratieve voorschriften gedefinieerde motorfamilie, kan hij een andere en zo nodig een extra referentietestmotor selecteren en testen.

2.7. Aanvullende voorschriften voor dualfuelmotoren

Om EU-typegoedkeuring te verkrijgen voor een dualfuelmotortype of een dualfuelmotorfamilie moet de fabrikant:

a) de tests overeenkomstig tabel 1.3 van aanhangsel 1 uitvoeren;

b) naast de voorschriften in onderdeel 2 aantonen dat de dualfuelmotoren aan de tests zijn onderworpen en voldoen aan de voorschriften in bijlage VIII.

▼B

*Aanhangsel 1*

**Samenvatting van het goedkeuringsproces voor aardgas- en lpg-motoren, met inbegrip van dualfuelmotoren**

De tabellen 1.1 tot en met 1.3 tonen een samenvatting van het goedkeuringsproces voor aardgas- en lpg-motoren, alsook het minimumaantal tests dat vereist is voor de goedkeuring van dualfuelmotoren.

*Tabel 1.1*

**EU-typegoedkeuring van aardgasmotoren**

| | Punt 2.3: Voorschriften voor motoren met een universeel brandstofbereik | Aantal testreeksen | Berekening van r | Punt 2.4: Voorschriften voor motoren met een beperkt brandstofbereik | Aantal testreeksen | Berekening van r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zie punt 2.3.1.<br>Aardgasmotor die zich aan alle brandstofsamenstellingen kan aanpassen | $G_R$ (1) en $G_{25}$ (2)<br>Op verzoek van de fabrikant mag de motor met een extra in de handel verkrijgbare brandstof (3) worden getest<br>als $S_l$ = 0,89 — 1,19 | 2<br>(max. 3) | $r = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 1}(G_R)}$<br>en, als de motor met een extra brandstof wordt getest:<br>$r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3(market fuel)}}$<br>en<br>$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ | | | |
| Zie punt 2.3.2.<br>Aardgasmotor die zichzelf aanpast met behulp van een schakelaar | $G_R$ (1) en $G_{23}$ (3) voor H en<br>$G_{25}$ (2) en $G_{23}$ (3) voor L<br>Op verzoek van de fabrikant mag de motor met een in de handel verkrijgbare brandstof (3) i.p.v. met $G_{23}$ worden getest<br>als $S_l$ = 0,89 — 1,19 | 2 voor de groep H en<br>2 voor de groep L<br>in de respectieve stand van de schakelaar | $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$<br>en<br>$r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ | | | |
| Zie punt 2.4.1.<br>Aardgasmotor die ontworpen is voor gas van groep H of groep L | | | | $G_R$ (1) en $G_{23}$ (3) voor H of<br>$G_{25}$ (2) en $G_{23}$ (3) voor L<br>Op verzoek van de fabrikant mag de motor met een in de handel verkrijgbare brandstof (3) i.p.v. met $G_{23}$ worden getest<br>als $S_l$ = 0,89 — 1,19 | 2 voor groep H<br>of<br>2 voor de groep L<br>2 | $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{or market fuel})}$<br>voor groep H<br>of<br>$r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$<br>voor groep L |

▼B

| | Punt 2.3: Voorschriften voor motoren met een universeel brandstofbereik | Aantal testreeksen | Berekening van r | Punt 2.4: Voorschriften voor motoren met een beperkt brandstofbereik | Aantal testreeksen | Berekening van r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zie punt 2.4.2.<br>Aardgasmotor die ontworpen is voor brandstof van één bepaalde samenstelling | | | | $G_R$ (1) en $G_{25}$ (2)<br>Bijstelling tussen de tests toegestaan.<br>Op verzoek van de fabrikant mag de motor worden getest met:<br>$G_R$ (1) en $G_{23}$ (3) voor H of<br>$G_{25}$ (2) en $G_{23}$ (3) voor L | 2<br>2 voor groep H<br>of<br>2 voor de groep L | |

*Tabel 1.2*

**EU-typegoedkeuring van lpg-motoren**

| | Punt 2.3: Voorschriften voor motoren met een universeel brandstofbereik | Aantal testreeksen | Berekening van r | Punt 2.4: Voorschriften voor motoren met een beperkt brandstofbereik | Aantal testreeksen | Berekening van r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zie punt 2.3.4.<br>Lpg-motor die zich aan alle brandstofsamenstellingen kan aanpassen | Brandstof A en brandstof B | 2 | $r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$ | | | |
| Zie punt 2.4.2.<br>Lpg-motor die ontworpen is voor brandstof van één bepaalde samenstelling | | | | Brandstof A en brandstof B, bijstelling tussen de tests toegestaan | 2 | |

*Tabel 1.3*

**Minimumaantal tests dat vereist is voor de EU-typegoedkeuring van dualfuelmotoren**

| Dualfueltype | Vloeibarebrandstofmodus | Dualfuelmodus | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CNG | Lng | $Lng_{20}$ | Lpg |
| 1A | | Universeel of beperkt (2 tests) | Universeel (2 tests) | Brandstofspecifiek (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) |
| 1B | Universeel (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) | Universeel (2 tests) | Brandstofspecifiek (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) |

▼B

| Dualfueltype | Vloeibarebrand-stofmodus | Dualfuelmodus | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CNG | Lng | $Lng_{20}$ | Lpg |
| 2A | | Universeel of beperkt (2 tests) | Universeel (2 tests) | Brandstofspecifiek (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) |
| 2B | Universeel (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) | Universeel (2 tests) | Brandstofspecifiek (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) |
| 3B | Universeel (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) | Universeel (2 tests) | Brandstofspecifiek (1 test) | Universeel of beperkt (2 tests) |

▼B

*BIJLAGE II*

**Regelingen met betrekking tot de conformiteit van de productie**

1. **Definities**

In deze bijlage wordt verstaan onder:

1.1. „kwaliteitsbeheersysteem”: een reeks onderling verband houdende of op elkaar inwerkende elementen met behulp waarvan organisaties de uitvoering van het kwaliteitsbeleid en de verwezenlijking van de kwaliteitsdoelstellingen regelen en controleren;

1.2. „controle”: een proces voor het verzamelen van bewijsmateriaal aan de hand waarvan wordt beoordeeld hoe goed de controlecriteria worden toegepast; de controle moet objectief, onpartijdig en onafhankelijk zijn en het controleproces moet systematisch zijn en gedocumenteerd worden;

1.3. „corrigerende maatregelen”: een probleemoplossend proces waarbij opeenvolgende stappen worden ondernomen om de oorzaken van niet-conformiteit of een ongewenste situatie weg te nemen, die bedoeld zijn om herhaling te voorkomen.

2. **Doel**

2.1. De regelingen voor de conformiteit van de productie zijn bedoeld om te waarborgen dat elke motor in overeenstemming is met de specificatie, de prestaties en de markeringsvoorschriften van het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie.

2.2. De procedures omvatten, onlosmakelijk, de beoordeling van de kwaliteitsbeheersystemen, die de „eerste beoordeling” genoemd wordt en beschreven is in onderdeel 3, en de verificatie en productiegerelateerde controles, die „regelingen voor productconformiteit” worden genoemd en beschreven zijn in onderdeel 4.

3. **Eerste beoordeling**

3.1. Voordat EU-typegoedkeuring wordt verleend, gaat de goedkeuringsinstantie na of de fabrikant afdoende regelingen en procedures heeft ingesteld om een doeltreffende controle op de conformiteit van de geproduceerde motoren met het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie te waarborgen.

3.2. Op de eerste beoordeling zijn de in de norm EN ISO 19011:2011 beschreven richtsnoeren voor het uitvoeren van controles van kwaliteits- en/of milieubeheersystemen van toepassing.

3.3. De goedkeuringsinstantie moet tevreden zijn over de eerste beoordeling en de regelingen voor productconformiteit van onderdeel 4, waarbij zo nodig rekening wordt gehouden met een van de in de punten 3.3.1 tot en met 3.3.3 beschreven regelingen of, naargelang van het geval, een complete of incomplete combinatie daarvan.

3.3.1. De eerste beoordeling en/of verificatie van de regelingen voor productconformiteit wordt of worden uitgevoerd door de goedkeuringsinstantie die de goedkeuring verleent of door een aangewezen orgaan dat namens de goedkeuringsinstantie optreedt.

3.3.1.1. Bij het bepalen van de omvang van de te verrichten eerste beoordeling kan de goedkeuringsinstantie rekening houden met beschikbare informatie over de certificering van de fabrikant die niet krachtens punt 3.3.3 is aanvaard.

▼M2

3.3.2. De eerste beoordeling en de verificatie van de regelingen voor productconformiteit mogen ook worden uitgevoerd in samenwerking met de goedkeuringsinstantie van een andere lidstaat of het orgaan dat daartoe door de goedkeuringsinstantie is aangewezen.

▼B

3.3.2.1. In dat geval stelt de goedkeuringsinstantie van de andere lidstaat een verklaring van naleving op waarin de door haar beoordeelde gebieden en productiefaciliteiten zijn vermeld die van belang worden geacht voor de motoren waarvoor EU-typegoedkeuring moet worden verleend.

3.3.2.2. Na ontvangst van een aanvraag voor een verklaring van naleving van de goedkeuringsinstantie van een lidstaat die de EU-typegoedkeuring verleent, stuurt de goedkeuringsinstantie van de andere lidstaat onmiddellijk de verklaring van naleving of deelt zij mee dat zij geen verklaring kan afgeven.

3.3.2.3. De verklaring van naleving omvat ten minste het volgende:

3.3.2.3.1. groep of onderneming (bv. XYZ manufacturing);

3.3.2.3.2. specifieke organisatie (bv. Europese divisie);

3.3.2.3.3. fabrieken/vestigingsplaatsen (bv. motorenfabriek 1 (Verenigd Koninkrijk) — voertuigfabriek 2 (Duitsland));

3.3.2.3.4. betrokken motortypen/motorfamilies;

3.3.2.3.5. beoordeelde afdelingen (bv. motorassemblage, motorbeproeving, fabricage nabehandelingssysteem);

3.3.2.3.6. onderzochte documenten (bv. kwaliteitshandboek en -procedures van het bedrijf en de locatie);

3.3.2.3.7. datum beoordeling (bv. controle uitgevoerd van 18 t/m 30.5.2013);

3.3.2.3.8. gepland monitoringbezoek (bv. oktober 2014).

3.3.3. De goedkeuringsinstantie aanvaardt ook een passende certificering van de fabrikant volgens de geharmoniseerde norm EN ISO 9001:2008 of een gelijkwaardige geharmoniseerde norm als bewijs dat aan de voorschriften voor de eerste beoordeling van punt 3.3 is voldaan. De fabrikant verschaft details over de certificering en verbindt zich ertoe de goedkeuringsinstantie op de hoogte te brengen wanneer de geldigheid of de reikwijdte ervan wordt gewijzigd.

4. **Regelingen voor productconformiteit**

4.1. Elke motor waarvoor EU-typegoedkeuring krachtens Verordening (EU) 2016/1628, deze gedelegeerde verordening, Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655 en Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 is verleend, moet zo worden vervaardigd dat hij conform is met het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie door te voldoen aan deze bijlage, Verordening (EU) 2016/1628 en de bovengenoemde gedelegeerde en uitvoeringsverordeningen.

4.2. Alvorens een EU-typegoedkeuring krachtens Verordening (EU) 2016/1628 en de uit hoofde van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen te verlenen, verifieert de goedkeuringsinstantie of er behoorlijke regelingen en gedocumenteerde controleplannen zijn, die voor elke goedkeuring in overleg met de fabrikant moeten worden opgesteld, om op gezette tijden de tests of bijbehorende controles uit te voeren die nodig zijn om na te gaan of er nog steeds conformiteit is met het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie, waartoe in voorkomend geval ook de in Verordening (EU) 2016/1628 en de uit hoofde van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen gespecificeerde tests behoren.

▼B

4.3. De houder van de EU-typegoedkeuring moet:

4.3.1. ervoor zorgen dat er procedures voor een doeltreffende controle van de conformiteit van motoren met het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie zijn en dat deze worden toegepast;

4.3.2. toegang hebben tot de testapparatuur of andere geschikte apparatuur die nodig is om de conformiteit met elk goedgekeurd motortype of elke goedgekeurde motorfamilie te verifiëren;

4.3.3. ervoor zorgen dat gegevens over de resultaten van tests en verificaties worden vastgelegd en dat bijgevoegde documenten gedurende een in overleg met de goedkeuringsinstantie vast te stellen termijn van ten hoogste tien jaar beschikbaar blijven;

4.3.4. voor de motorcategorieën NRSh en NRS, met uitzondering van NRS-v-2b en NRS-v-3, ervoor zorgen dat voor elk motortype ten minste de in Verordening (EU) 2016/1628 en de uit hoofde van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen voorgeschreven verificaties en tests worden verricht. Voor de andere categorieën kunnen tests op het niveau van onderdelen of van de assemblage van onderdelen, met een passend criterium, worden overeengekomen tussen de fabrikant en de goedkeuringsinstantie;

4.3.5. de resultaten van elk type test of controle analyseren om de stabiliteit van de productkenmerken te verifiëren en te waarborgen, rekening houdend met afwijkingen bij industriële productie;

4.3.6. erop toezien dat, als bij een test een stel monsters of testobjecten niet-conform blijkt te zijn, er nadere monsters worden genomen en een nieuwe test of verificatie wordt uitgevoerd.

4.4. Indien de resultaten van de in punt 4.3.6 bedoelde nadere controles of verificaties naar het oordeel van de goedkeuringsinstantie ontoereikend zijn, zorgt de fabrikant ervoor dat de conformiteit van de productie zo snel mogelijk door middel van corrigerende maatregelen wordt hersteld tot tevredenheid van de goedkeuringsinstantie.

5. **Regelingen voor voortgezette verificatie**

5.1. De instantie die de EU-typegoedkeuring heeft verleend, kan te allen tijde in elk productiebedrijf de aldaar toegepaste methoden voor controle van de conformiteit van de productie verifiëren door middel van periodieke controles. De fabrikant moet daartoe toegang verschaffen tot productie-, inspectie-, test-, opslag- en distributielocaties en alle noodzakelijke gegevens verstrekken over de documentatie en dossiers van het kwaliteitsbeheersysteem.

5.1.1. Normaliter wordt bij deze periodieke controles nagegaan of de in de onderdelen 3 en 4 bedoelde procedures (eerste beoordeling en regelingen voor productconformiteit) nog doeltreffend zijn.

5.1.1.1. Toezichtactiviteiten door de (overeenkomstig punt 3.3.3 bevoegde of erkende) technische diensten worden toereikend geacht om aan de voorschriften van punt 5.1.1 ten aanzien van de voor de eerste beoordeling vastgestelde procedures te voldoen.

▼B

5.1.1.2. De (andere dan in punt 5.1.1.1 bedoelde) verificaties waarmee wordt gewaarborgd dat de relevante, overeenkomstig de onderdelen 3 en 4 uitgevoerde controles van de conformiteit van de productie worden geëvalueerd over een periode die past bij het door de goedkeuringsinstantie gestelde vertrouwen, worden ten minste een keer per twee jaar verricht. De goedkeuringsautoriteit kan echter afhankelijk van de jaarlijkse productie, de resultaten van eerdere evaluaties, de noodzaak van toezicht op corrigerende maatregelen en op gemotiveerd verzoek van een andere goedkeuringsinstantie of een markttoezichtautoriteit extra controles uitvoeren.

5.2. Bij elke evaluatie moeten de test-, verificatie- en productiegegevens, en met name de dossiers van de tests of controles die vereist zijn volgens punt 4.2, ter beschikking worden gesteld van de inspecteur.

5.3. De inspecteur mag willekeurig gekozen monsters nemen, die worden getest in het laboratorium van de fabrikant of in de voorzieningen van de technische dienst, waarbij in het laatste geval alleen fysieke tests worden uitgevoerd. Het minimumaantal monsters kan worden bepaald op basis van de resultaten van de verificatie door de fabrikant zelf.

5.4. Wanneer het controleniveau onvoldoende blijkt te zijn of wanneer het nodig lijkt de geldigheid van overeenkomstig punt 5.2 uitgevoerde tests te controleren, dan wel op gemotiveerd verzoek van een andere goedkeuringsinstantie of een markttoezichtautoriteit, selecteert de inspecteur monsters die in het laboratorium van de fabrikant worden getest of worden toegezonden aan de technische dienst voor de uitvoering van fysieke tests overeenkomstig de voorschriften in onderdeel 6, in Verordening (EU) 2016/1628 en in de uit hoofde van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen.

5.5. Wanneer onbevredigende resultaten worden gevonden door de goedkeuringsinstantie tijdens een inspectie of monitoringonderzoek of door een goedkeuringsinstantie in een andere lidstaat overeenkomstig artikel 39, lid 3, van Verordening (EU) 2016/1628, zorgt de goedkeuringsinstantie ervoor dat alle maatregelen worden genomen die nodig zijn om de conformiteit van de productie zo snel mogelijk te herstellen.

6. **Voorschriften voor het testen van de conformiteit van de productie wanneer het niveau van de controle van de productconformiteit ontoereikend is, als bedoeld in punt 5.4**

6.1. Wanneer het niveau van de controle van de productconformiteit ontoereikend is, als bedoeld in punt 5.4 of 5.5, wordt de conformiteit van de productie gecontroleerd door de uitvoering van emissietests op grond van de beschrijving in de EU-typegoedkeuringscertificaten die zijn opgenomen in bijlage IV bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656.

6.2. Tenzij in punt 6.3 anders is bepaald, is de volgende procedure van toepassing:

6.2.1. Uit de serieproductie van het betrokken motortype worden ter inspectie willekeurig drie motoren, en indien van toepassing ook drie nabehandelingssystemen, genomen. Indien nodig om een besluit tot goed- of afkeuring te nemen, worden extra motoren uit de productie genomen. Om een besluit tot goedkeuring te kunnen nemen, moeten ten minste vier motoren worden getest.

6.2.2. Nadat de inspecteur de motoren heeft geselecteerd, stelt de fabrikant de gekozen motoren niet meer bij.

▼B

6.2.3. De motoren worden onderworpen aan emissietests overeenkomstig bijlage VI, of in het geval van dualfuelmotoren overeenkomstig aanhangsel 2 van bijlage VIII, en aan de relevante testcycli voor het motortype overeenkomstig bijlage XVII.

▼M2

6.2.3.1. Niettegenstaande punt 6.2.3 mogen, indien voor de typegoedkeuring van motoren van categorie RLL overeenkomstig artikel 7, lid 2, van Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 een bestaand testrapport wordt gebruikt, de procentuele belasting, het procentuele vermogen en de wegingsfactor voor het modusnummer voor de testcyclus van type F voor de toepassing van deze bijlage dezelfde zijn als gebruikt zijn voor de typegoedkeuringstest.

▼B

6.2.4. De grenswaarden in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 zijn van toepassing. Wanneer bij een motor met nabehandeling niet-frequente regeneratie plaatsvindt, zoals bedoeld in punt 6.6.2 van bijlage VI, wordt elk emissieresultaat voor verontreinigende gassen of deeltjes aangepast met de factor voor het motortype in kwestie. In alle gevallen wordt elk emissieresultaat voor verontreinigende gassen of deeltjes vermenigvuldigd met de verslechteringsfactoren voor het motortype in kwestie, ►M2 die zijn bepaald overeenkomstig bijlage III ◄.

6.2.5. De tests worden op nieuwe motoren uitgevoerd.

6.2.5.1. Op verzoek van de fabrikant mogen de tests worden uitgevoerd op motoren die gedurende ten hoogste 2 % van de emissieduurzaamheidsperiode of, als dit korter is, ten hoogste 125 uur zijn ingelopen. Deze inloopprocedure wordt uitgevoerd door de fabrikant, die zich ertoe verbindt de motoren niet bij te stellen. Indien de fabrikant in punt 3.3 van het in bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven inlichtingenformulier een inloopprocedure heeft gespecificeerd, wordt die inloopprocedure gevolgd.

6.2.6. De serieproductie van de motoren in kwestie wordt op basis van de in aanhangsel 1 beschreven tests van de motor door bemonstering, volgens de in aanhangsel 1 toegepaste testcriteria en zoals afgebeeld in figuur 2.1, geacht conform te zijn met het goedgekeurde type wanneer voor alle verontreinigende stoffen een besluit tot goedkeuring is genomen, en geacht niet-conform te zijn met het goedgekeurde type wanneer voor één verontreinigende stof een besluit tot afkeuring is genomen.

6.2.7. Indien voor één verontreinigende stof een besluit tot goedkeuring is genomen, mag dat besluit niet worden gewijzigd als gevolg van een resultaat van aanvullende tests die zijn uitgevoerd om voor de andere verontreinigende stoffen tot een besluit te komen.

Indien er geen besluit tot goedkeuring is genomen voor alle verontreinigende stoffen en er geen besluit tot afkeuring is genomen voor één verontreinigende stof, wordt een test op een andere motor uitgevoerd.

6.2.8. Indien er geen besluit is genomen, mag de fabrikant te allen tijde besluiten de tests te beëindigen. In dat geval wordt een besluit tot afkeuring genoteerd.

6.3. In afwijking van punt 6.2.1 is de volgende procedure van toepassing op motortypen waarvan in de EU minder dan 100 stuks per jaar worden verkocht:

6.3.1. Uit de serieproductie van het betrokken motortype wordt ter inspectie willekeurig één motor, en indien van toepassing ook één nabehandelingssysteem, genomen.

6.3.2. Indien de motor aan de voorschriften van punt 6.2.4 voldoet, wordt een besluit tot goedkeuring genomen en zijn geen verdere tests nodig.

6.3.3. Indien de test niet aan de voorschriften van punt 6.2.4 voldoet, wordt de procedure van de punten 6.2.6 tot en met 6.2.9 gevolgd.

▼B

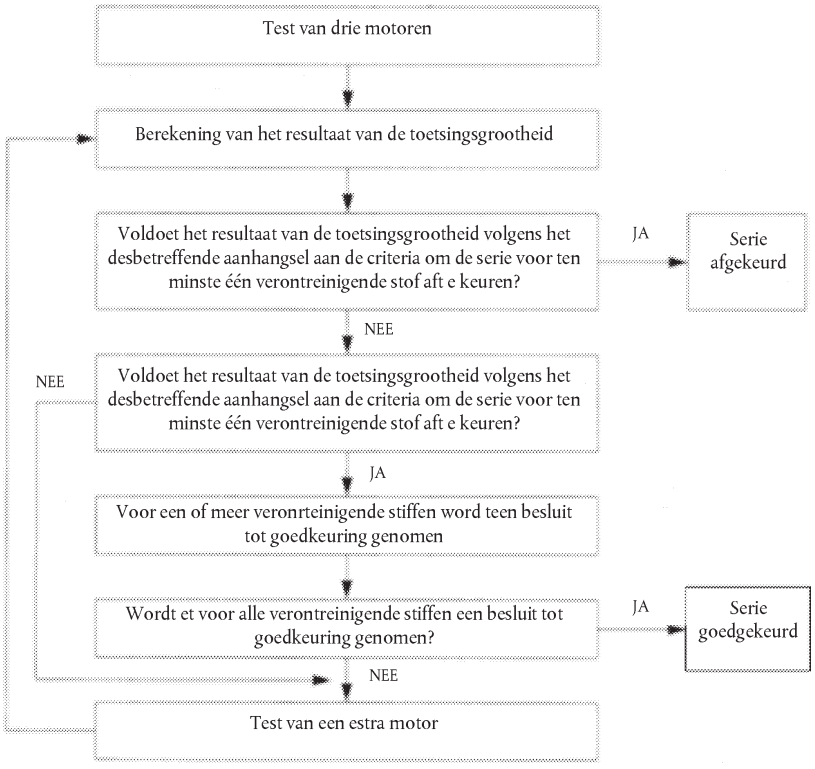
6.4. Al deze tests mogen worden uitgevoerd met de toepasselijke in de handel verkrijgbare brandstoffen. Op verzoek van de fabrikant worden echter de in bijlage IX beschreven referentiebrandstoffen gebruikt. ►M2 Voor motoren op aardgas/biomethaan (NG) of vloeibaar petroleumgas (lpg), met inbegrip van dualfuelmotoren, worden de tests uitgevoerd met ten minste twee van de referentiebrandstoffen voor elke gasmotor, behalve in het geval van een gasmotor met een brandstofspecifieke typegoedkeuring, waarin slechts één referentiebrandstof vereist is, zoals beschreven is in aanhangsel 1 van bijlage I. ◄ Wanneer meer dan één gasvormige referentiebrandstof wordt gebruikt, moeten de resultaten aantonen dat de motor met elke brandstof aan de grenswaarden voldoet.

6.5. Gasmotoren die niet aan de eisen voldoen

Indien een geschil ontstaat over de vraag of een gasmotor, met inbegrip van dualfuelmotoren, bij gebruik van een in de handel verkrijgbare brandstof aan de grenswaarden voldoet, worden de tests uitgevoerd met elke referentiebrandstof waarmee de basismotor is getest, en op verzoek van de fabrikant eventueel met de extra derde brandstof, als bedoeld in de punten 2.3.1.1.1, 2.3.2.1 en 2.4.1.2 van bijlage I, waarmee de basismotor eventueel getest is. In voorkomend geval wordt het resultaat omgerekend met behulp van de toepasselijke factoren $r$, $r_a$ of $r_b$, zoals beschreven in de punten 2.3.3, 2.3.4.1 en 2.4.1.3 van bijlage I. Indien $r$, $r_a$ of $r_b$ kleiner is dan 1, mag er geen correctie plaatsvinden. De gemeten, en in voorkomend geval berekende, resultaten moeten aantonen dat de motor aan de grenswaarden voldoet met alle relevante brandstoffen (bijvoorbeeld de brandstoffen 1, 2 en, indien van toepassing, de derde brandstof bij aardgas/biomethaanmotoren en de brandstoffen A en B bij lpg-motoren).

*Figuur 2.1*

**Schema van de productieconformiteitstests**



▼B

*Aanhangsel 1*

**Procedure voor productieconformiteitstests**

1. In dit aanhangsel wordt de procedure beschreven om de conformiteit van de productie wat de emissies van verontreinigende stoffen betreft te verifiëren.

2. Met een minimumsteekproefgrootte van drie motoren wordt de steekproefprocedure zodanig gekozen, dat de kans dat een partij motoren waarvan 30 % niet geheel aan de eisen voldoet een proef doorstaat 0,90 is (risico van de producent = 10 %) terwijl de kans dat een partij motoren waarvan 65 % niet geheel aan de eisen voldoet wordt aanvaard 0,10 is (risico van de consument = 10 %).

3. De volgende procedure wordt toegepast voor elk van de verontreinigende stoffen (zie figuur 2.1):

   Stel: n = huidige steekproefgrootte.

4. Bepaal voor de steekproef de toetsingsgrootheid, namelijk het cumulatieve aantal non-conforme tests bij de $n^e$ test.

5. Dan geldt:

   a) als de toetsingsgrootheid kleiner dan of gelijk aan de volgens de steekproefgrootte voor een besluit tot goedkeuring geldende waarde in tabel 2.1 is, wordt voor de verontreinigende stof een besluit tot goedkeuring genomen;

   b) als de toetsingsgrootheid groter dan of gelijk aan de volgens de steekproefgrootte voor een besluit tot afkeuring geldende waarde in tabel 2.1 is, wordt voor de verontreinigende stof een besluit tot afkeuring genomen;

   c) in alle andere gevallen wordt een extra motor overeenkomstig punt 6.2 getest en wordt de berekeningsprocedure toegepast op de steekproefgrootte plus één.

In tabel 2.1 zijn de waarden voor een besluit tot goed- en afkeuring berekend met behulp van de internationale norm ISO 8422:1991.

*Tabel 2.1*

**Toetsingsgrootheden voor productieconformiteitstests**

Minimale steekproefgrootte: 3 Minimale steekproefgrootte voor een besluit tot goedkeuring: 4

| Cumulatief aantal geteste motoren (steekproefgrootte) | Waarde voor een besluit tot goedkeuring | Waarde voor een besluit tot afkeuring |
|---|---|---|
| 3 | — | 3 |
| 4 | 0 | 4 |
| 5 | 0 | 4 |
| 6 | 1 | 5 |
| 7 | 1 | 5 |
| 8 | 2 | 6 |
| 9 | 2 | 6 |

▼B

| Cumulatief aantal geteste motoren (steekproefgrootte) | Waarde voor een besluit tot goedkeuring | Waarde voor een besluit tot afkeuring |
|---|---|---|
| 10 | 3 | 7 |
| 11 | 3 | 7 |
| 12 | 4 | 8 |
| 13 | 4 | 8 |
| 14 | 5 | 9 |
| 15 | 5 | 9 |
| 16 | 6 | 10 |
| 17 | 6 | 10 |
| 18 | 7 | 11 |
| 19 | 8 | 9 |

▼B

*BIJLAGE III*

**Methode voor het aanpassen van de resultaten van emissielaboratoriumtests om rekening te houden met de verslechteringsfactoren**

1. **Definities**

In deze bijlage wordt verstaan onder:

1.1. „verouderingscyclus”: de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine of de motor (toerental, belasting, vermogen) die tijdens de bedrijfsaccumulatieperiode moet plaatsvinden;

1.2. „kritische emissiegerelateerde onderdelen”: het uitlaatgasnabehandelingssysteem, de elektronische motorregeleenheid met bijbehorende sensoren en actuatoren, en de uitlaatgasrecirculatie (EGR) met alle bijbehorende filters, koelers, regelkleppen en leidingen;

1.3. „kritisch emissiegerelateerd onderhoud”: het onderhoud dat op kritische emissiegerelateerde onderdelen van de motor moet worden uitgevoerd;

1.4. „emissiegerelateerd onderhoud”: het onderhoud dat de emissies aanzienlijk beïnvloedt of waarschijnlijk de emissieprestaties beïnvloedt van de niet voor de weg bestemde mobiele machine of de motor tijdens de normale werking ervan;

1.5. „familie van motornabehandelingssystemen”: een door de fabrikant aangegeven groep motoren die aan de definitie van motorfamilie voldoen, maar verder worden ingedeeld in een familie van motorfamilies met een soortgelijk uitlaatgasnabehandelingssysteem;

1.6. „niet-emissiegerelateerd onderhoud”: onderhoud dat de emissies niet aanzienlijk beïnvloedt en geen blijvend effect heeft op de verslechtering van de emissieprestaties van de niet voor de weg bestemde mobiele machine of de motor bij normaal gebruik nadat het onderhoud heeft plaatsgevonden;

1.7. „bedrijfsaccumulatieschema”: de verouderingscyclus en de bedrijfsaccumulatieperiode om de verslechteringsfactoren voor de familie van motornabehandelingssystemen te bepalen.

2. **Algemeen**

2.1. In deze bijlage worden de procedures beschreven voor de selectie van motoren die volgens een bedrijfsaccumulatieschema moeten worden getest om verslechteringsfactoren voor de EU-typegoedkeuring en beoordeling van de conformiteit van de productie van motortypen of motorfamilies te bepalen. De verslechteringsfactoren worden op de overeenkomstig bijlage VI gemeten en overeenkomstig bijlage VII berekende emissies toegepast volgens de procedures in respectievelijk punt 3.2.7 en punt 4.3.

2.2. De bedrijfsaccumulatietests of de emissietests die worden uitgevoerd om de verslechtering te bepalen, hoeven niet door de goedkeuringsinstantie te worden bijgewoond.

▼B

2.3. In deze bijlage wordt ook het emissiegerelateerde en niet-emissiegerelateerde onderhoud beschreven dat moet of kan worden uitgevoerd aan motoren die aan een bedrijfsaccumulatieschema worden onderworpen. Dat onderhoud moet overeenkomen met het onderhoud dat aan in gebruik zijnde motoren wordt uitgevoerd en aan de eindgebruikers van nieuwe motoren wordt medegedeeld.

3. **Motorcategorieën NRE, NRG, IWP, IWA, RLL, RLR, SMB en ATS en subcategorieën NRS-v-2b en NRS-v-3**

3.1. Selectie van motoren om verslechteringsfactoren voor de emissieduurzaamheidsperiode te bepalen

3.1.1. Uit de in onderdeel 2 van bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 gedefinieerde motorfamilie worden motoren geselecteerd voor emissietests om verslechteringsfactoren voor de emissieduurzaamheidsperiode te bepalen.

▼M2

3.1.2. Motoren van verschillende motorfamilies mogen verder tot families worden samengevoegd op basis van het gebruikte type uitlaatgasnabehandelingssysteem, of als geen nabehandeling wordt toegepast op basis van de gelijkenis van de technische eigenschappen van het emissiebeheersingssysteem. Motoren met een verschillende boring en slag, een verschillende configuratie, verschillende luchtregelsystemen of verschillende brandstofsystemen kunnen ten aanzien van de emissieverslechteringskenmerken als gelijkwaardig worden beschouwd als de fabrikant de goedkeuringsinstantie gegevens verstrekt waaruit blijkt dat er voor een dergelijk oordeel een redelijke technische grondslag is. Om motorfamilies met nagenoeg dezelfde technische specificaties en installatie voor de uitlaatgasnabehandelingssystemen in dezelfde familie van motornabehandelingssystemen onder te brengen, verstrekt de fabrikant de goedkeuringsinstantie gegevens waaruit blijkt dat de emissiebeperkingsprestaties van die motoren nagenoeg dezelfde zijn.

3.1.3. De testmotor moet de emissieverslechteringskenmerken vertegenwoordigen van de motorfamilies die de resulterende verslechteringsfactoren voor typegoedkeuring zullen toepassen. De fabrikant van de motor kiest voor de tests volgens het in punt 3.2.2 bedoelde bedrijfsaccumulatieschema één motor die de overeenkomstig punt 3.1.2 bepaalde motorfamilie, groep van motorfamilies of familie van motornabehandelingssystemen vertegenwoordigt, die vóór de aanvang van de tests aan de goedkeuringsinstantie wordt meegedeeld.

3.1.4. Indien de goedkeuringsinstantie oordeelt dat de ongunstigste emissies van de motorfamilie, groep van motorfamilies of familie van motornabehandelingssystemen beter kunnen worden gekarakteriseerd met een andere testmotor, wordt de testmotor door de goedkeuringsinstantie en de motorfabrikant samen gekozen.

▼B

3.2. Bepaling van verslechteringsfactoren voor de emissieduurzaamheidsperiode

▼M2

3.2.1. Algemeen

De voor een motorfamilie, groep van motorfamilies of familie van motornabehandelingssystemen geldende verslechteringsfactoren worden van de geselecteerde motoren afgeleid op basis van een bedrijfsaccumulatieschema waarbij de emissies van gassen en deeltjes tijdens elke testcyclus die op de motorcategorie van toepassing is, zoals vermeld in bijlage IV bij Verordening (EU) 2016/1628, periodiek worden gemeten. Bij transiënte testcycli, niet voor wegverkeer, voor motoren van categorie NRE (hierna „NRTC” genoemd), worden alleen de resultaten gebruikt van de met warme start uitgevoerde NRTC (hierna „warmstart-NRTC” genoemd).

▼B

3.2.1.1. Op verzoek van de fabrikant kan de goedkeuringsinstantie het gebruik toestaan van verslechteringsfactoren die volgens andere procedures dan die van de punten 3.2.2 tot en met 3.2.5 zijn bepaald. In dat geval toont de fabrikant tot tevredenheid van de goedkeuringsinstantie aan dat de toegepaste alternatieve procedures niet minder streng zijn dan die van de punten 3.2.2 tot en met 3.2.5.

3.2.2. Bedrijfsaccumulatieschema

Bedrijfsaccumulatieschema's mogen naar keuze van de fabrikant worden uitgevoerd door een niet voor de weg bestemde mobiele machine met de geselecteerde motor „tijdens het gebruik" een accumulatieschema te laten afwerken of door de geselecteerde motor op een dynamometer een accumulatieschema te laten afwerken. De fabrikant hoeft voor de bedrijfsaccumulatie tussen de testpunten van de emissiemeting geen gebruik te maken van een referentiebrandstof.

3.2.2.1. Bedrijfsaccumulatie tijdens het gebruik en op een dynamometer

3.2.2.1.1. De fabrikant bepaalt de vorm en duur van de bedrijfsaccumulatie en de verouderingscyclus voor motoren op een wijze die overeenkomt met goede ingenieursinzichten.

3.2.2.1.2. De fabrikant bepaalt als volgt de testpunten waarop de emissies van gassen en deeltjes tijdens de toepasselijke cycli zullen worden gemeten:

3.2.2.1.2.1. indien overeenkomstig punt 3.2.2.1.7 een bedrijfsaccumulatieschema wordt uitgevoerd dat korter is dan de emissieduurzaamheidsperiode, bedraagt het minimumaantal testpunten drie: een aan het begin, een ongeveer in het midden en een aan het eind van het bedrijfsaccumulatieschema;

3.2.2.1.2.2. indien de bedrijfsaccumulatie tot het eind van de emissieduurzaamheidsperiode duurt, bedraagt het minimumaantal testpunten twee: een aan het begin en een aan het eind van de bedrijfsaccumulatie;

3.2.2.1.2.3. de fabrikant mag op gelijkmatig verdeelde tussenliggende punten aanvullende tests verrichten.

3.2.2.1.3. De overeenkomstig punt 3.2.5.1 berekende of overeenkomstig punt 3.2.2.1.2.2 rechtstreeks gemeten emissiewaarden aan het beginpunt en aan het eindpunt van de emissieduurzaamheidsperiode moeten binnen de voor de motorfamilie geldende grenswaarden liggen. De afzonderlijke emissieresultaten van de tussenliggende testpunten mogen die grenswaarden echter overschrijden.

3.2.2.1.4. Bij motorcategorieën of -subcategorieën waarop een NRTC van toepassing is, of bij de motorcategorie NRS of subcategorieën daarvan waarop een transiënte testcyclus, niet voor wegverkeer, voor grote elektrische-ontstekingsmotoren (hierna „LSI-NRTC" genoemd) van toepassing is, mag de fabrikant de goedkeuringsinstantie verzoeken ermee in te stemmen dat op elk testpunt maar één testcyclus (warmstart-NRTC of LSI-NRTC, naar gelang het geval, of NRSC) wordt uitgevoerd en dat de andere testcyclus alleen aan het begin en aan het eind van het bedrijfsaccumulatieschema wordt uitgevoerd.

3.2.2.1.5. In het geval van motorcategorieën of -subcategorieën waarop geen transiënte cyclus, niet voor wegverkeer, van toepassing is overeenkomstig bijlage IV bij Verordening (EU) 2016/1628 wordt alleen de NRSC op elk testpunt uitgevoerd.

3.2.2.1.6. Voor verschillende families van motornabehandelingssystemen kunnen verschillende bedrijfsaccumulatieschema's worden toegepast.

▼B

3.2.2.1.7. De bedrijfsaccumulatieschema's mogen korter zijn dan de emissieduurzaamheidsperiode, maar mogen niet korter zijn dan het equivalent van ten minste een kwart van de desbetreffende emissieduurzaamheidsperiode die in bijlage V bij Verordening (EU) 2016/1628 is gespecificeerd.

3.2.2.1.8. Versnelde veroudering door het bedrijfsaccumulatieschema op basis van het brandstofverbruik aan te passen, is toegestaan. De aanpassing moet gebaseerd zijn op de verhouding tussen het normale brandstofverbruik tijdens het gebruik en het brandstofverbruik tijdens de verouderingscyclus, maar het verbruik tijdens de verouderingscyclus mag niet meer dan 30 % hoger liggen dan het normale verbruik tijdens het gebruik.

3.2.2.1.9. De fabrikant mag, met toestemming van de goedkeuringsinstantie, alternatieve methoden voor versnelde veroudering toepassen.

3.2.2.1.10. Het bedrijfsaccumulatieschema wordt volledig beschreven in de EU-typegoedkeuringsaanvraag en vóór het begin van de tests aan de goedkeuringsinstantie overgelegd.

3.2.2.2. Indien de goedkeuringsinstantie besluit dat er tussen de door de fabrikant geselecteerde punten aanvullende metingen moeten worden verricht, stelt zij de fabrikant daarvan in kennis. Het herziene bedrijfsaccumulatieschema moet door de fabrikant worden voorbereid en door de goedkeuringsinstantie worden goedgekeurd.

3.2.3. Motortests

3.2.3.1. Stabilisering van de motor

3.2.3.1.1. Voor elke familie van motornabehandelingssystemen bepaalt de fabrikant hoeveel uren de niet voor de weg bestemde mobiele machine of de motor moet draaien voordat de werking van het motornabehandelingssysteem is gestabiliseerd. Op verzoek van de goedkeuringsinstantie stelt de fabrikant de voor deze bepaling gebruikte gegevens en analysen ter beschikking. Als alternatief mag de fabrikant de motor of de niet voor de weg bestemde mobiele machine gedurende 60 tot 125 uur, of de daarmee overeenkomende tijd volgens de verouderingscyclus, laten draaien om het motornabehandelingssysteem te stabiliseren.

3.2.3.1.2. Het eind van de in punt 3.2.3.1.1 bepaalde stabilisatieperiode moet als het begin van het bedrijfsaccumulatieschema worden beschouwd.

3.2.3.2. Bedrijfsaccumulatietests

3.2.3.2.1. Na de stabilisatie moet de motor draaien volgens het door de fabrikant gekozen bedrijfsaccumulatieschema zoals beschreven in punt 3.2.2. Tijdens de op de motorcategorie toepasselijke warmstart-NRTC en NRSC of LSI-NRTC en NRSC, zoals vermeld in bijlage IV bij Verordening (EU) 2016/1628, wordt de motor met door de fabrikant, en in voorkomend geval ook overeenkomstig punt 3.2.2.2 door de goedkeuringsinstantie, bepaalde periodieke intervallen in het bedrijfsaccumulatieschema op emissies van gassen en deeltjes getest.

De fabrikant mag zelf beslissen om de verontreinigende emissies vóór en na een uitlaatgasnabehandelingssysteem afzonderlijk te meten.

Indien is overeengekomen dat op elk testpunt maar één testcyclus (warmstart-NRTC, LSI-NRTC of NRSC) wordt uitgevoerd, wordt de andere testcyclus (warmstart-NRTC, LSI-NRTC of NRSC) overeenkomstig punt 3.2.2.1.4 aan het begin en aan het eind van het bedrijfsaccumulatieschema uitgevoerd.

▼B

Overeenkomstig punt 3.2.2.1.5 wordt in het geval van motorcategorieën of -subcategorieën waarop overeenkomstig bijlage IV bij Verordening (EU) 2016/1628 geen transiënte cyclus, niet voor wegverkeer, van toepassing is, op elk testpunt alleen de NRSC uitgevoerd.

3.2.3.2.2. Tijdens het bedrijfsaccumulatieschema wordt de motor overeenkomstig punt 3.4 onderhouden.

3.2.3.2.3. Tijdens het bedrijfsaccumulatieschema is niet-gepland onderhoud aan de motor of de niet voor de weg bestemde mobiele machine toegestaan, bijvoorbeeld indien het normale diagnosesysteem van de fabrikant een probleem heeft gedetecteerd waarbij de bediener van de niet voor de weg bestemde mobiele machine op een storing zou zijn geattendeerd.

3.2.4. Rapportage

3.2.4.1. De resultaten van alle tijdens het bedrijfsaccumulatieschema verrichte emissietests (warmstart-NRTC, LSI-NRTC en NRSC) worden aan de goedkeuringsinstantie verstrekt. Indien een emissietest ongeldig wordt verklaard, licht de fabrikant de redenen toe waarom dit is gebeurd. In dat geval wordt binnen de volgende 100 uren bedrijfsaccumulatie nog een reeks emissietests uitgevoerd.

3.2.4.2. De fabrikant bewaart alle informatie over de tijdens het bedrijfsaccumulatieschema op de motor uitgevoerde emissietests en onderhoudswerkzaamheden. Hij dient deze informatie samen met de resultaten van de tijdens het bedrijfsaccumulatieschema verrichte emissietests bij de goedkeuringsinstantie in.

3.2.5. Bepaling van verslechteringsfactoren

3.2.5.1. Wanneer een bedrijfsaccumulatieschema overeenkomstig punt 3.2.2.1.2.1 of 3.2.2.1.2.3 wordt uitgevoerd, wordt voor elke verontreinigende stof die tijdens de warmstart-NRTC, LSI-NRTC en NRSC op elk testpunt gedurende het bedrijfsaccumulatieschema is gemeten, op basis van alle testresultaten een „best passende” lineaire regressieanalyse gemaakt. De resultaten van elke test voor elke verontreinigende stof worden uitgedrukt in een getal met één decimaal meer dan de voor de motorfamilie geldende grenswaarde voor die verontreinigende stof.

Wanneer overeenkomstig punt 3.2.2.1.4 of 3.2.2.1.5 op elk testpunt maar één testcyclus (warmstart-NRTC, LSI-NRTC of NRSC) is uitgevoerd, wordt de regressieanalyse alleen gemaakt op basis van de testresultaten van die testcyclus op elk testpunt.

De fabrikant kan de goedkeuringsinstantie vragen om voorafgaande toestemming voor het uitvoeren van een niet-lineaire regressie.

3.2.5.2. De emissiewaarden voor elke verontreinigende stof aan het begin van het bedrijfsaccumulatieschema en aan het voor de testmotor geldende eindpunt van de emissieduurzaamheidsperiode worden op een van de volgende wijzen bepaald:

a) door extrapolatie van de regressievergelijking van punt 3.2.5.1, wanneer een bedrijfsaccumulatieschema overeenkomstig punt 3.2.2.1.2.1 of 3.2.2.1.2.3 wordt uitgevoerd, of

b) rechtstreeks gemeten, wanneer een bedrijfsaccumulatieschema overeenkomstig punt 3.2.2.1.2.2 wordt uitgevoerd.

▼M2

Wanneer emissiewaarden worden gebruikt voor motorfamilies binnen dezelfde groep van motorfamilies of familie van motornabehandelingssystemen, maar met verschillende emissieduurzaamheidsperioden, worden de emissiewaarden aan het eindpunt van de emissieduurzaamheidsperiode voor elke periode opnieuw berekend door extrapolatie of interpolatie van de overeenkomstig punt 3.2.5.1 bepaalde regressievergelijking.

▼B

3.2.5.3. Voor elke verontreinigende stof wordt de verslechteringsfactor (DF) gedefinieerd als de verhouding van de toegepaste emissiewaarden aan het eindpunt van de emissieduurzaamheidsperiode en aan het begin van het bedrijfsaccumulatieschema (multiplicatieve verslechteringsfactor).

De fabrikant kan de goedkeuringsinstantie vragen om voorafgaande toestemming voor het toepassen van een additieve DF voor elke verontreinigende stof. De additieve DF wordt gedefinieerd als het verschil tussen de berekende emissiewaarden aan het eindpunt van de emissieduurzaamheidsperiode en aan het begin van het bedrijfsaccumulatieschema.

In figuur 3.1 wordt een voorbeeld gegeven van de bepaling van DF's voor de $NO_x$-emissie door middel van lineaire regressie.

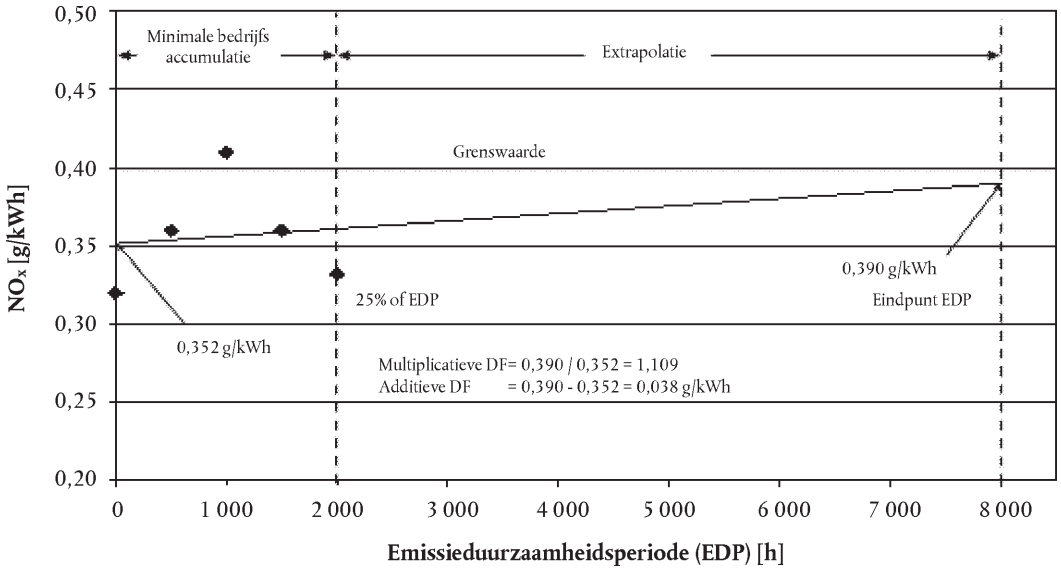
Binnen een en dezelfde reeks verontreinigende stoffen mogen multiplicatieve en additieve DF's niet door elkaar worden gebruikt.

Indien de berekening een waarde oplevert van minder dan 1,00 voor een multiplicatieve DF of minder dan 0,00 voor een additieve DF, bedraagt de verslechteringsfactor 1,0, respectievelijk 0,00.

Indien overeenkomstig punt 3.2.2.1.4 is overeengekomen dat op elk testpunt maar één testcyclus (warmstart-NRTC, LSI-NRTC of NRSC) wordt uitgevoerd en de andere testcyclus (warmstart-NRTC, LSI-NRTC of NRSC) alleen aan het begin en eind van het bedrijfsaccumulatieschema wordt uitgevoerd, is de verslechteringsfactor die is berekend voor de testcyclus die op elk testpunt is uitgevoerd, ook van toepassing op de andere testcyclus.

*Figuur 3.1*

**Voorbeeld van de bepaling van de DF**



▼B

3.2.6. Toegewezen verslechteringsfactoren

3.2.6.1. In plaats van een bedrijfsaccumulatieschema te gebruiken om DF's te bepalen, mogen de motorfabrikanten de in tabel 3.1 vermelde toegewezen multiplicatieve DF's kiezen.

*Tabel 3.1*

**Toegewezen verslechteringsfactoren**

| Testcyclus | CO | HC | $NO_x$ | PM | PN |
|---|---|---|---|---|---|
| NRTC en LSI-NRTC | 1,3 | 1,3 | 1,15 | 1,05 | 1,0 |
| NRSC | 1,3 | 1,3 | 1,15 | 1,05 | 1,0 |

Er worden geen toegewezen additieve DF's gegeven. De toegewezen multiplicatieve DF's mogen niet in additieve DF's worden omgezet.

▼M2

_____

3.2.6.1.1. Niettegenstaande punt 3.2.6.1 mag voor PN in samenhang met de resultaten van eerdere DF-tests waarbij geen PN-waarde werd vastgesteld, een additieve DF van 0,0 of een multiplicatieve DF van 1,0 worden gebruikt wanneer aan beide volgende voorwaarden wordt voldaan:

a) de eerdere DF-test is uitgevoerd op motortechnologie die overeenkomstig punt 3.1.2 in aanmerking zou komen voor opname in dezelfde familie van motornabehandelingssystemen als de motorfamilie waarop men de DF's wil toepassen, en

b) de testresultaten zijn gebruikt in een eerdere typegoedkeuring die verleend is vóór de toepasselijke in bijlage III bij Verordening (EU) 2016/1628 vermelde datum voor EU-typegoedkeuring.

▼B

3.2.6.2. Wanneer toegewezen DF's worden gebruikt, verstrekt de fabrikant de goedkeuringsinstantie afdoende bewijzen dat van de emissiebeheersingsonderdelen redelijkerwijs mag worden verwacht dat zij de bij die toegewezen factoren behorende emissieduurzaamheid hebben. Deze bewijzen mogen op ontwerpanalysen, tests of een combinatie van beide zijn gebaseerd.

3.2.7. Toepassing van verslechteringsfactoren

3.2.7.1. De motoren moeten na toepassing van de verslechteringsfactoren op het overeenkomstig bijlage VI gemeten testresultaat (cyclusgewogen specifieke emissie voor deeltjes en voor elk afzonderlijk gas) voldoen aan de voor de motorfamilie geldende emissiegrenswaarden voor elke verontreinigende stof. Naargelang het type DF geldt het volgende:

a) multiplicatieve DF: (cyclusgewogen specifieke emissie) × DF ≤ emissiegrenswaarde;

b) additieve DF: (cyclusgewogen specifieke emissie) + DF ≤ emissiegrenswaarde.

De cyclusgewogen specifieke emissie mag in voorkomend geval voor niet-frequente regeneratie worden gecorrigeerd.

▼B

3.2.7.2. In het geval van een multiplicatieve DF voor $NO_x$ + HC worden afzonderlijke DF's voor $NO_x$ en HC bepaald, die bij de berekening van de verslechterde emissieniveaus aan de hand van een emissietestresultaat afzonderlijk worden toegepast voordat de daaruit voortvloeiende verslechterde $NO_x$- en HC-waarden worden gecombineerd om te bepalen of aan de emissiegrenswaarde wordt voldaan.

3.2.7.3. De fabrikant mag de voor een familie van motornabehandelingssystemen bepaalde DF's toepassen op een motor die niet tot dezelfde familie van motornabehandelingssystemen behoort. In dat geval toont de fabrikant aan de goedkeuringsinstantie aan dat de motor waarvoor de familie van motornabehandelingssystemen oorspronkelijk was getest en de motor waarnaar de DF's worden overgedragen, vrijwel dezelfde technische specificaties en voorschriften voor montage in de niet voor de weg bestemde mobiele machine hebben en dat de emissies van die motoren nagenoeg gelijk zijn.

Indien DF's naar een motor met een andere emissieduurzaamheidperiode worden overgedragen, worden de DF's voor die emissieduurzaamheidsperiode opnieuw berekend door extrapolatie of interpolatie van de overeenkomstig punt 3.2.5.1 bepaalde regressievergelijking.

3.2.7.4. De DF voor elke verontreinigende stof bij elke toepasselijke testcyclus wordt vastgelegd in het in aanhangsel 1 van bijlage VI bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven testrapport.

3.3. Controle van de conformiteit van de productie

3.3.1. De conformiteit van de productie met de emissievoorschriften wordt gecontroleerd op basis van onderdeel 6 van bijlage II.

3.3.2. De fabrikant mag de verontreinigende emissies vóór een uitlaatgasnabehandelingssysteem meten op het moment dat de EU-typegoedkeuringstest wordt uitgevoerd. Daartoe mag de fabrikant voor de motor zonder nabehandelingssysteem en voor het nabehandelingssysteem apart informele DF's ontwikkelen die hij bij controles aan het eind van de productielijn als hulpmiddel mag gebruiken.

3.3.3. Voor EU-typegoedkeuring mogen alleen de overeenkomstig punt 3.2.5 of 3.2.6 bepaalde DF's worden vastgelegd in het in aanhangsel 1 van bijlage VI bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven testrapport.

3.4. Onderhoud

In het kader van het bedrijfsaccumulatieschema wordt het onderhoud volgens de service- en onderhoudshandleiding van de fabrikant uitgevoerd.

3.4.1. Gepland emissiegerelateerd onderhoud

3.4.1.1. Gepland emissiegerelateerd onderhoud bij draaiende motor in het kader van de uitvoering van een bedrijfsaccumulatieschema moet plaatsvinden met dezelfde intervallen als die welke in de onderhoudsinstructies van de fabrikant voor de eindgebruiker van de niet voor de weg bestemde mobiele machine of motor zijn gespecificeerd. Het onderhoudsschema mag in de loop van het bedrijfsaccumulatieschema zo nodig worden bijgewerkt mits er geen onderhoudswerkzaamheid uit het onderhoudsschema wordt geschrapt nadat zij op de testmotor is uitgevoerd.

▼B

3.4.1.2. Periodieke bijstelling, demontage, reiniging of vervanging van kritische emissiegerelateerde onderdelen om storingen van de motor te voorkomen, mag tijdens de emissieduurzaamheidsperiode alleen plaatsvinden als dat technisch noodzakelijk is om te waarborgen dat het emissiebeheersingssysteem goed functioneert. Voorkomen moet worden dat tijdens het bedrijfsaccumulatieschema na een bepaalde bedrijfstijd van de motor een geplande vervanging van kritische emissiegerelateerde onderdelen moet plaatsvinden, afgezien van onderdelen die routinematig moeten worden vervangen. In dit verband worden verbruiksartikelen die regelmatig bij onderhoud vervangen moeten worden of onderdelen die na een bepaalde bedrijfstijd van de motor gereinigd moeten worden, beschouwd als onderdelen die routinematig moeten worden vervangen.

3.4.1.3. Voorschriften voor gepland onderhoud worden voorafgaand aan de verlening van EU-typegoedkeuring door de goedkeuringsinstantie goedgekeurd en worden in de gebruikershandleiding opgenomen. ►M2 De goedkeuringsinstantie weigert geen goedkeuring voor onderhoudsvoorschriften die redelijk en technisch noodzakelijk zijn, waaronder onder meer de in punt 3.4.1.4 bedoelde verrichtingen. ◄

3.4.1.4. Voor de bedrijfsaccumulatieschema's moet de motorfabrikant elke bijstelling, reiniging, geplande vervanging en elk onderhoud (indien nodig) specificeren van de volgende onderdelen:

— filters en koelers in de uitlaatgasrecirculatie (EGR),

— positieve carterventilatieklep, indien aanwezig,

— uiteinde van brandstofinjectoren (alleen reiniging is toegestaan),

— brandstofinjectoren,

— turbocompressor,

— elektronische motorregeleenheid en bijbehorende sensoren en actuatoren,

— deeltjesnabehandelingssysteem (en bijbehorende onderdelen),

— $NO_x$-nabehandelingssysteem (en bijbehorende onderdelen),

— uitlaatgasrecirculatie (EGR) met alle bijbehorende regelkleppen en leidingen,

— andere uitlaatgasnabehandelingssystemen.

3.4.1.5. Gepland kritisch emissiegerelateerd onderhoud mag alleen worden uitgevoerd als het noodzakelijk is om het tijdens het gebruik te verrichten en die noodzaak aan de eindgebruiker van de motor of niet voor de weg bestemde mobiele machine wordt medegedeeld.

3.4.2. Wijzigingen in het geplande onderhoud

De fabrikant moet bij de goedkeuringsinstantie een verzoek indienen tot goedkeuring van elk nieuw gepland onderhoud dat hij tijdens het bedrijfsaccumulatieschema wil verrichten en vervolgens ook aan de

▼B

eindgebruikers van niet voor de weg bestemde mobiele machines en motoren wil aanbevelen. Het verzoek gaat vergezeld van gegevens waaruit blijkt dat het nieuwe geplande onderhoud en het onderhoudsinterval noodzakelijk zijn.

3.4.3. Niet-emissiegerelateerd gepland onderhoud

Niet-emissiegerelateerd gepland onderhoud dat redelijk en technisch noodzakelijk is (bv. olie verversen, vervangen van oliefilter, brandstoffilter of luchtfilter, onderhoud van het koelsysteem, afstellen van stationair toerental, regulateur, aanhalen van motorbouten, kleppenspeling, injectorspeling, afstellen van de spanning van aandrijfriemen enz.) mag aan de voor het bedrijfsaccumulatieschema geselecteerde motoren en niet voor de weg bestemde mobiele machines worden verricht met de langste intervallen die door de fabrikant aan de eindgebruiker worden aanbevolen (bv. niet met de voor intensief gebruik aanbevolen intervallen).

3.5. Reparatie

3.5.1. Reparaties aan de onderdelen van een motor die is geselecteerd om volgens een bedrijfsaccumulatieschema te worden getest, mogen alleen worden verricht bij het uitvallen van een onderdeel of bij een storing van de motor. Reparatie van de motor zelf, het emissiebeheersingssysteem of het brandstofsysteem is niet toegestaan, behalve in de mate zoals bepaald in punt 3.5.2.

3.5.2. Indien de motor of het emissiebeheersings- of brandstofsysteem ervan tijdens het bedrijfsaccumulatieschema uitvalt, wordt de bedrijfsaccumulatie als ongeldig beschouwd en wordt een nieuwe bedrijfsaccumulatie met een nieuwe motor gestart.

De voorgaande alinea is niet van toepassing wanneer de defecte onderdelen worden vervangen door gelijkwaardige onderdelen die ongeveer evenveel uren bedrijfsaccumulatie hebben ondergaan.

4. **Motorcategorieën en -subcategorieën NRSh en NRS, met uitzondering van NRS-v-2b en NRS-v-3**

4.1. De toepasselijke EDP-categorie en de daarmee overeenkomende verslechteringsfactor (DF) worden bepaald overeenkomstig dit onderdeel 4.

4.2. Een motorfamilie wordt geacht aan de emissiegrenswaarden voor een motorsubcategorie te voldoen indien de emissietestresultaten van alle motoren die de motorfamilie vertegenwoordigen, na vermenigvuldiging met de overeenkomstig onderdeel 2 bepaalde DF, lager dan of gelijk aan de grenswaarden voor die motorsubcategorie zijn. Indien echter een of meer emissietestresultaten van een of meer motoren die de motorfamilie vertegenwoordigen na vermenigvuldiging met de overeenkomstig onderdeel 2 bepaalde DF hoger zijn dan een of meer afzonderlijke emissiegrenswaarden voor die motorsubcategorie, wordt de motorfamilie geacht niet aan de emissiegrenswaarden voor die motorsubcategorie te voldoen.

4.3. De DF's worden als volgt bepaald:

4.3.1. Ten minste één testmotor die qua configuratie zodanig is dat de grootste kans bestaat dat de emissiegrenswaarden voor HC + $NO_x$ worden overschreden, en die qua constructie representatief is voor de geproduceerde motoren, wordt na het aantal uren dat gestabiliseerde emissies vertegenwoordigt, onderworpen aan de in bijlage VI beschreven (volledige) testprocedure voor het meten van de emissies.

▼B

4.3.2. Indien meer dan een motor wordt getest, worden de resultaten berekend als het gemiddelde van de resultaten voor alle geteste motoren, afgerond op hetzelfde aantal decimalen als in de desbetreffende grenswaarde, uitgedrukt in één significant cijfer extra.

4.3.3. Deze emissietest wordt nogmaals uitgevoerd na veroudering van de motor. De verouderingsprocedure dient zodanig te zijn dat de fabrikant een juiste prognose kan maken van de te verwachten verslechtering van de emissies tijdens de EDP van de motor, rekening houdend met het soort slijtage en andere verslechteringsprocessen die zich bij normaal gebruikersgedrag plegen voor te doen en van invloed kunnen zijn op de emissieprestaties. Indien meer dan een motor wordt getest, worden de resultaten berekend als het gemiddelde de resultaten voor alle geteste motoren, afgerond op hetzelfde aantal decimalen als in de desbetreffende grenswaarde, uitgedrukt in één significant cijfer extra.

4.3.4. Van elke onder de regelgeving vallende verontreinigende stof worden de emissies (in voorkomend geval: gemiddelde emissies) aan het eind van de EDP gedeeld door de gestabiliseerde emissies (in voorkomend geval: gemiddelde gestabiliseerde emissies) en op twee significante cijfers afgerond. Het verkregen getal is de DF, tenzij het kleiner is dan 1,00, in welk geval de DF wordt gelijkgesteld aan 1,00.

4.3.5. De fabrikant mag extra emissietestpunten toevoegen tussen het testpunt voor de gestabiliseerde emissies en het eind van de EDP. Indien tussenliggende tests worden gepland, moeten de testpunten gelijkmatig over de EDP worden gespreid (gelijke intervallen ± 2 uur) en dient één van die testpunten halverwege de EDP (± 2 uur) te liggen.

4.3.6. Voor elke verontreinigende stof HC + $NO_x$ en CO wordt met behulp van de kleinstekwadratenmethode een rechte lijn tussen de meetwaardepunten getrokken, waarbij de initiële test geacht wordt plaats te hebben gevonden op het tijdstip t = 0. De DF is de berekende emissie aan het eind van de duurzaamheidsperiode, gedeeld door de berekende emissie op het tijdstip t = 0.

De DF voor elke verontreinigende stof bij de toepasselijke testcyclus wordt vastgelegd in het in aanhangsel 1 van bijlage VII bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 betreffende administratieve voorschriften beschreven testrapport.

4.3.7. De berekende verslechteringsfactoren mogen worden gebruikt voor andere motorfamilies dan die waarvoor zij oorspronkelijk werden verkregen indien de fabrikant vóór de EU-typegoedkeuring ten genoegen van de goedkeuringsinstantie aantoont dat de betrokken motorfamilies in het licht van hun ontwerp en de gebruikte technologie redelijkerwijs geacht mogen worden vergelijkbare emissieverslechteringskarakteristieken te zullen vertonen.

Hier volgt een niet-limitatieve lijst van op basis van ontwerp en technologie samengestelde groepen:

— traditionele tweetaktmotoren zonder nabehandelingssysteem;

— traditionele tweetaktmotoren met een katalysator met hetzelfde actieve materiaal in dezelfde dosering en met hetzelfde aantal cellen per $cm^2$;

— tweetaktmotoren met een gelaagd opvangsysteem;

▼B

— tweetaktmotoren met een gelaagd opvangsysteem en een katalysator met hetzelfde actieve materiaal in dezelfde dosering en met hetzelfde aantal cellen per $cm^2$;

— viertaktmotoren met katalysator, met dezelfde kleppentechnologie en een identiek smeersysteem;

— viertaktmotoren zonder katalysator, met dezelfde kleppentechnologie en een identiek smeersysteem.

4.4. EDP-categorieën

4.4.1. Voor de motorcategorieën in tabel V-3 of V-4 van bijlage V bij Verordening (EU) 2016/1628 die alternatieve EDP-waarden hebben, geven de fabrikanten op het moment van EU-typegoedkeuring de toepasselijke EDP-categorie voor elke motorfamilie aan. Dat is de categorie uit tabel 3.2 die volgens de motorfabrikant het beste overeenstemt met de verwachte nuttige levensduur van de apparatuur waarin de motoren vermoedelijk zullen worden gemonteerd. De fabrikant bewaart de passende gegevens die zijn keuze van een EDP-categorie voor iedere motorfamilie ondersteunen. Deze gegevens worden op verzoek aan de goedkeuringsinstantie verstrekt.

*Tabel 3.2*

**EDP-categorieën**

| EDP-categorie | Toepassing van de motor |
|---|---|
| Categorie 1 | Consumentenproducten |
| Categorie 2 | Semiprofessionele producten |
| Categorie 3 | Professionele producten |

4.4.2. De fabrikant toont tot tevredenheid van de goedkeuringsinstantie aan dat de juiste EDP-categorie is aangegeven. Ter staving van de juistheid van de door hem gekozen EDP-categorie voor een gegeven motorfamilie kan de fabrikant gebruikmaken van gegevens uit de volgende niet-limitatieve lijst:

— onderzoek naar de levensduur van de apparatuur waarin de motoren in kwestie worden gemonteerd;

— technische evaluaties van de veroudering van in gebruik zijnde motoren ter bepaling van het moment waarop de prestaties van de motor wat betreft bruikbaarheid en/of betrouwbaarheid dermate zijn afgenomen dat reparatie of vervanging noodzakelijk is;

— garantiebewijzen en garantietermijnen;

— reclamemateriaal met betrekking tot de levensduur van de motoren;

— storingsmeldingen van kopers van de motoren, en

— technische evaluaties van de duurzaamheid, in uren, van specifieke motortechnologieën, -materialen of -ontwerpen.

▼B

*BIJLAGE IV*

**Voorschriften voor emissiebeheersingsstrategieën, $NO_x$-beheersingsmaatregelen en deeltjesbeheersingsmaatregelen**

1. **Definities, afkortingen en algemene voorschriften**

1.1. In deze bijlage gelden de volgende definities en afkortingen:

1) „diagnosefoutcode" of „DTC" (*diagnostic trouble code*): een numerieke of alfanumerieke identificatiecode die een NCM en/of PCM identificeert of kwalificeert;

2) „bevestigde en actieve DTC": een DTC die wordt opgeslagen terwijl het NCD- en/of PCD-systeem concludeert dat er een storing is;

3) „NCD-motorfamilie": een door de fabrikant samengestelde groep motoren met dezelfde methoden voor bewaking of diagnose van NCM's;

4) „diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing" of „NCD" (*$NO_x$ control diagnostic system*): een systeem binnen de motor dat:

a) een storing van de $NO_x$-beheersing kan detecteren;

b) de vermoedelijke oorzaak van storingen van de $NO_x$-beheersing aan de hand van in het computergeheugen opgeslagen informatie kan identificeren en/of die informatie aan een extern systeem kan verstrekken;

5) „storing van de $NO_x$-beheersing" of „NCM" (*$NO_x$ control malfunction*): een poging om het $NO_x$-beheersingssysteem van een motor te manipuleren of een storing die dat systeem aantast en het gevolg kan zijn van manipulatie, en waarbij volgens deze verordening een waarschuwings- of aansporingssysteem moet worden geactiveerd zodra die poging of storing is gedetecteerd;

6) „diagnosesysteem van de deeltjesbeheersing" of „PCD" (*particulate control diagnostic system*): een systeem binnen de motor dat:

a) een storing van de deeltjesbeheersing kan detecteren;

b) de vermoedelijke oorzaak van storingen van de deeltjesbeheersing aan de hand van in het computergeheugen opgeslagen informatie kan identificeren en/of die informatie aan een extern systeem kan verstrekken;

7) „storing van de deeltjesbeheersing" of „PCM" (*particulate control malfunction*): een poging om het deeltjesnabehandelingssysteem van een motor te manipuleren of een storing die het deeltjesnabehandelingssysteem aantast en het gevolg kan zijn van manipulatie, en waarbij volgens deze verordening een waarschuwingssysteem moet worden geactiveerd zodra die poging of storing is gedetecteerd;

8) „PCD-motorfamilie": een door de fabrikant samengestelde groep motoren met dezelfde methoden voor bewaking of diagnose van PCM's;

9) „scanner": een extern testapparaat dat wordt gebruikt voor externe communicatie met het NCD- en/of PCD-systeem.

▼B

1.2. Omgevingstemperatuur

Niettegenstaande artikel 2, punt 7, zijn de volgende bepalingen van toepassing wanneer naar een omgevingstemperatuur buiten een laboratoriumomgeving wordt verwezen:

1.2.1. bij een motor die op een testbank is geïnstalleerd, is de omgevingstemperatuur de temperatuur van de naar de motor gevoerde verbrandingslucht, vóór alle onderdelen van de motor die wordt getest;

1.2.2. bij een motor die in een niet voor de weg bestemde mobiele machine is gemonteerd, is de omgevingstemperatuur de luchttemperatuur direct buiten de niet voor de weg bestemde mobiele machine.

2. **Technische voorschriften voor emissiebeheersingsstrategieën**

2.1. Dit onderdeel 2 is van toepassing op elektronisch gestuurde motoren van de categorieën NRE, NRG, IWP, IWA, RLL en RLR die voldoen aan de emissiegrenswaarden voor fase V in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 en waarbij zowel de dosering als de timing van de brandstofinspuiting elektronisch wordt geregeld of waarbij het emissiebeheersingssysteem voor de vermindering van $NO_x$ elektronisch wordt geactiveerd, gedeactiveerd of gemoduleerd.

2.2. Voorschriften voor de basisemissiebeheersingsstrategie

2.2.1. De basisemissiebeheersingsstrategie moet zodanig zijn ontworpen dat de motor bij normaal gebruik aan de voorschriften van deze verordening kan voldoen. Normaal gebruik is niet beperkt tot de in punt 2.4 gespecificeerde controleomstandigheden.

2.2.2. Basisemissiebeheersingsstrategieën zijn onder meer diagrammen of algoritmen voor het beheersen van:

a) de timing van de brandstofinspuiting of ontsteking (motortiming);

b) uitlaatgasrecirculatie (EGR);

c) de reagensdosering van de SCR-katalysator.

2.2.3. Elke basisemissiebeheersingsstrategie die een onderscheid kan maken tussen de werking van de motor bij een genormaliseerde EU-typegoedkeuringstest en onder andere bedrijfsomstandigheden en vervolgens de mate van emissiebeheersing kan verlagen wanneer de motor niet werkt onder omstandigheden die grotendeels in de EU-typegoedkeuringsprocedure zijn opgenomen, is verboden.

▼M2

2.2.3.1. Niettegenstaande punt 2.2.3 mag de basisemissiebeheersingsstrategie in het geval van motor(sub)categorieën waarop de transiënte testcycli, niet voor wegverkeer, niet van toepassing zijn met het oog op EU-typegoedkeuring, vaststellen wanneer de transiënte bedrijfsomstandigheden zich voordoen en de desbetreffende emissiebeheersingsstrategie toepassen. In dat geval wordt deze emissiebeheersingsstrategie opgenomen in het in punt 1.4 van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 voorgeschreven overzicht van de emissiebeheersingsstrategie, alsook in de in aanhangsel 2 van die bijlage bedoelde vertrouwelijke informatie over de emissiebeheersingsstrategie.

2.2.4. Op het moment van de EU-typegoedkeuringstest bewijst de fabrikant de technische dienst aan de hand van de in punt 2.6 bedoelde documentatie dat de werking van de basisemissiebeheersingsstrategie voldoet aan de voorschriften van dit onderdeel.

▼B

2.3. Voorschriften voor de aanvullende emissiebeheersingsstrategie

▼M2

2.3.1. Een motor of een niet voor de weg bestemde mobiele machine mag een aanvullende emissiebeheersingsstrategie activeren, op voorwaarde dat die strategie:

▼B

2.3.1.1. de doeltreffendheid van het emissiebeheersingssysteem niet permanent vermindert;

2.3.1.2. alleen functioneert buiten de in punt 2.4.1, 2.4.2 of 2.4.3 gespecificeerde controleomstandigheden, voor de in punt 2.3.5 beschreven doeleinden, en alleen zo lang als nodig is voor die doeleinden, behalve voor zover ander gebruik uit hoofde van de punten 2.3.1.3, 2.3.2 en 2.3.4 is toegestaan;

2.3.1.3. alleen in uitzonderlijke gevallen in de in punt 2.4.1, 2.4.2 of 2.4.3 gespecificeerde controleomstandigheden wordt geactiveerd, wanneer aangetoond is dat dat noodzakelijk is voor de in punt 2.3.5 beschreven doeleinden, de goedkeuringsinstantie daarvoor goedkeuring heeft verleend en de strategie niet langer wordt geactiveerd dan nodig is voor die doeleinden;

2.3.1.4. een prestatieniveau van het emissiebeheersingssysteem waarborgt dat zo dicht mogelijk bij dat van de basisemissiebeheersingsstrategie ligt.

2.3.2. Als de aanvullende emissiebeheersingsstrategie tijdens de EU-typegoedkeuringstest wordt geactiveerd, mag dat niet alleen gebeuren buiten de in punt 2.4 beschreven controleomstandigheden en mag het doel ervan niet beperkt zijn tot de in punt 2.3.5 vermelde criteria.

2.3.3. Als de aanvullende emissiebeheersingsstrategie tijdens de EU-typegoedkeuringstest niet wordt geactiveerd, moet worden aangetoond dat zij alleen zo lang actief is als nodig is voor de in punt 2.3.5 beschreven doeleinden.

2.3.4. Werking bij lage temperatuur

Een aanvullende emissiebeheersingsstrategie mag bij een met uitlaatgasrecirculatie (EGR) uitgeruste motor ongeacht de in punt 2.4 beschreven controleomstandigheden worden geactiveerd wanneer de omgevingstemperatuur minder dan 275 K (2 °C) bedraagt en aan een van de volgende twee criteria is voldaan:

a) de temperatuur in het inlaatspruitstuk bedraagt minder dan of is gelijk aan de temperatuur die is bepaald met de volgende vergelijking: $IMT_c = P_{IM} / 15{,}75 + 304{,}4$, waarin: $IMT_c$ = de berekende temperatuur in het inlaatspruitstuk in K en $P_{IM}$ = de absolute druk in het inlaatspruitstuk in kPa;

b) de motorkoelmiddeltemperatuur bedraagt minder dan of is gelijk aan de temperatuur die is bepaald met de volgende vergelijking: $ECT_c = P_{IM} / 14{,}004 + 325{,}8$, waarin: $ECT_c$ = de berekende motorkoelmiddeltemperatuur in K en $P_{IM}$ = de absolute druk in het inlaatspruitstuk in kPa.

2.3.5. Behalve voor zover toegestaan uit hoofde van punt 2.3.2, mag een aanvullende emissiebeheersingsstrategie alleen voor de volgende doeleinden worden geactiveerd:

a) door van het voertuig zelf uitgaande signalen, om schade aan de motor (inclusief de luchtbehandelingsvoorziening) en/of de niet voor de weg bestemde mobiele machine waarin de motor is gemonteerd, te voorkomen;

b) om bedrijfsveiligheidsredenen;

c) om excessieve emissies tijdens het koud starten, opwarmen of uitschakelen van de motor te voorkomen;

▼B

d) als zij wordt gebruikt om de beheersing van één gereglementeerde verontreinigende stof onder specifieke omgevings- of bedrijfsomstandigheden op te geven om de beheersing van alle andere gereglementeerde verontreinigende stoffen binnen de voor de desbetreffende motor geldende emissiegrenswaarden te houden. Het doel is van nature voorkomende fenomenen zo te compenseren dat alle emissiebestanddelen op aanvaardbare wijze worden beheerst.

2.3.6. Op het moment van de EU-typegoedkeuringstest bewijst de fabrikant de technische dienst dat de werking van elke aanvullende emissiebeheersingsstrategie voldoet aan de voorschriften van dit onderdeel. Het bewijs moet bestaan uit een evaluatie van de in punt 2.6 bedoelde documentatie.

2.3.7. Elke werking van een aanvullende emissiebeheersingsstrategie die niet voldoet aan de punten 2.3.1 tot en met 2.3.5, is verboden.

2.4. Controleomstandigheden

De controleomstandigheden specificeren een bereik voor de hoogte en de omgevings- en motorkoelmiddeltemperatuur, dat bepaalt of aanvullende emissiebeheersingsstrategieën overeenkomstig punt 2.3 in het algemeen of alleen in uitzonderlijke gevallen mogen worden geactiveerd.

De controleomstandigheden specificeren een luchtdruk die wordt gemeten als een absolute atmosferische statische druk (nat of droog) (hierna „luchtdruk” genoemd).

2.4.1. Controleomstandigheden voor motoren van de categorieën IWP en IWA:

a) een hoogte van maximaal 500 m (of een gelijkwaardige luchtdruk van 95,5 kPa),

b) een omgevingstemperatuur van 275 tot en met 303 K (2 tot en met 30 $^{o}$C),

c) een motorkoelmiddeltemperatuur van meer dan 343 K (70 $^{o}$C).

2.4.2. Controleomstandigheden voor motoren van categorie RLL:

a) een hoogte van maximaal 1 000 m (of een daarmee overeenkomende luchtdruk van 90 kPa),

b) een omgevingstemperatuur van 275 tot en met 303 K (2 tot en met 30 $^{o}$C),

c) een motorkoelmiddeltemperatuur van meer dan 343 K (70 $^{o}$C).

2.4.3. Controleomstandigheden voor motoren van de categorieën NRE, NRG en RLR:

a) de luchtdruk bedraagt 82,5 kPa of meer;

b) de omgevingstemperatuur:

— bedraagt 266 K (– 7 $^{o}$C) of meer;

— bedraagt minder dan of is gelijk aan de temperatuur die bij de aangegeven luchtdruk is bepaald met de volgende vergelijking: $T_c = – 0{,}4514 \times (101{,}3 – P_b) + 311$, waarin: $T_c$ = berekende omgevingsluchttemperatuur in K en $P_b$ = luchtdruk in kPa;

c) een motorkoelmiddeltemperatuur van meer dan 343 K (70 $^{o}$C).

2.5. Als de sensor van de temperatuur van de inlaatlucht wordt gebruikt om de omgevingsluchttemperatuur te schatten, wordt de nominale afwijking tussen de twee meetpunten voor een motortype of motorfamilie beoordeeld. Als de gemeten inlaatluchttemperatuur wordt gebruikt, wordt deze gecorrigeerd met een hoeveelheid die overeenkomt met de nominale afwijking om de omgevingstemperatuur te schatten voor een installatie die het gespecificeerde motortype of de gespecificeerde motorfamilie gebruikt.

▼B

De beoordeling van de afwijking gebeurt op basis van goede ingenieursinzichten aan de hand van technische elementen (berekeningen, simulaties, testresultaten, gegevens enz.), met inbegrip van:

a) de categorieën niet voor de weg bestemde mobiele machines waarin het motortype of de motorfamilie gewoonlijk wordt gemonteerd, en

b) de montage-instructies die de fabrikant aan de OEM verstrekt.

Op verzoek wordt een kopie van de beoordeling aan de goedkeuringsinstantie verstrekt.

2.6. Documentatievoorschriften

▼M2

_____

2.6.1. De fabrikant moet voldoen aan de documentatievoorschriften in deel A, punt 1.4, van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 en aanhangsel 2 van die bijlage.

2.6.2. De fabrikant zorgt ervoor dat alle documenten die voor dit doeleinde worden gebruikt, zijn voorzien van een identificatienummer en een datum van uitgifte. Wanneer de vastgelegde gegevens worden veranderd, stelt de fabrikant de goedkeuringsinstantie daarvan in kennis. In dat geval verstrekt hij hetzij een bijgewerkte versie van de betrokken documenten, waarbij op alle betrokken bladzijden de datum van wijziging en de aard van de wijziging duidelijk zijn vermeld, hetzij een nieuwe geconsolideerde versie die vergezeld gaat van een index waarin elke wijziging uitvoerig is beschreven, met vermelding van de datum van wijziging.

▼B

3. **Technische voorschriften voor $NO_x$-beheersingsmaatregelen**

3.1. Dit onderdeel 3 is van toepassing op elektronisch gestuurde motoren van de categorieën NRE, NRG, IWP, IWA, RLL en RLR die voldoen aan de emissiegrenswaarden voor fase V in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 en waarbij zowel de dosering als de timing van de brandstofinspuiting elektronisch wordt geregeld of waarbij het emissiebeheersingssysteem voor de vermindering van $NO_x$ elektronisch wordt geactiveerd, gedeactiveerd of gemoduleerd.

3.2. De fabrikant verstrekt volledige informatie over de functionele werkingskenmerken van de $NO_x$-beheersingsmaatregelen met behulp van de in bijlage I bij (EU) 2017/656 beschreven documenten.

3.3. De $NO_x$-beheersingsstrategie is operationeel onder alle milieuomstandigheden die op het grondgebied van de Unie geregeld voorkomen, met name bij lage omgevingstemperaturen.

3.4. Wanneer een reagens wordt gebruikt, toont de fabrikant aan dat tijdens de toepasselijke emissietestcyclus van de EU-typegoedkeuringsprocedure de gemiddelde uitstoot van ammoniak niet meer bedraagt dan 25 ppm voor motoren van categorie RLL en 10 ppm en voor alle andere toepasselijke categorieën.

3.5. Als reagensreservoirs op een niet voor de weg bestemde mobiele machine worden geïnstalleerd of daarmee worden verbonden, moet het mogelijk zijn het reagens in de reservoirs te bemonsteren. Het bemonsteringspunt moet gemakkelijk toegankelijk zijn zonder gebruik van speciale gereedschappen of voorzieningen.

3.6. Behalve aan de voorschriften in de punten 3.2 tot en met 3.5 moet ook aan de volgende voorschriften worden voldaan:

▼B

a) voor motoren van categorie NRG: de technische voorschriften in aanhangsel 1;

b) voor motoren van categorie NRE:

i) de voorschriften in aanhangsel 2, wanneer de motor uitsluitend bestemd is voor gebruik in de plaats van fase V-motoren van de categorieën IWP en IWA, overeenkomstig artikel 4, lid 1, punt 1, onder b), van Verordening (EU) 2016/1628, of

ii) de voorschriften in aanhangsel 1 voor motoren die niet onder punt i) vallen;

c) voor motoren van de categorieën IWP, IWA en RLR: de technische voorschriften in aanhangsel 2;

d) voor motoren van categorie RRL: de technische voorschriften in aanhangsel 3.

4. **Technische voorschriften voor beheersingsmaatregelen voor verontreinigende deeltjes**

4.1. Dit onderdeel is van toepassing op motoren van subcategorieën waarvoor een PN-grenswaarde geldt overeenkomstig de emissiegrenswaarden voor fase V in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628, die voorzien zijn van een deeltjesnabehandelingssysteem. Indien het $NO_x$-beheersingssysteem en het deeltjesbeheersingssysteem gebruikmaken van dezelfde fysieke onderdelen (bv. hetzelfde substraat (SCR met filter) of dezelfde sensor van de uitlaatgastemperatuur), zijn de voorschriften van dit onderdeel niet op een onderdeel of storing van toepassing wanneer de goedkeuringsinstantie na bestudering van een met redenen omklede beoordeling door de fabrikant concludeert dat een storing van de deeltjesbeheersing die binnen het toepassingsgebied van dit onderdeel valt, zou leiden tot eenzelfde storing van de $NO_x$-beheersing die binnen het toepassingsgebied van onderdeel 3 valt.

4.2. De nadere technische voorschriften voor beheersingsmaatregelen voor verontreinigende deeltjes zijn gespecificeerd in aanhangsel 4.

▼B

*Aanhangsel 1*

**Aanvullende technische voorschriften voor $NO_x$-beheersingsmaatregelen voor motoren van de categorieën NRE en NRG, met inbegrip van de methode om die strategieën aan te tonen**

1. **Inleiding**

Dit aanhangsel bevat de aanvullende voorschriften om de correcte werking van de $NO_x$-beheersingsmaatregelen te waarborgen. Het bevat ook voorschriften voor motoren waarbij een reagens wordt gebruikt om de emissies te beperken. De toepassing van de in dit aanhangsel opgenomen bepalingen inzake bedienersinstructies, montagedocumenten, waarschuwingssysteem voor de bediener, aansporingssysteem en bescherming van reagens tegen bevriezing, moet een voorwaarde van de EU-typegoedkeuring zijn.

2. **Algemene voorschriften**

De motor moet zijn uitgerust met een diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing (NCD) dat de storingen van de $NO_x$-beheersing (NCM's) kan identificeren. Alle onder dit onderdeel 2 vallende motoren moeten zo zijn ontworpen, gebouwd en gemonteerd dat zij onder normale gebruiksomstandigheden tijdens de volledige normale levensduur van de motor aan deze voorschriften kunnen voldoen. Hierbij is het aanvaardbaar dat motoren die langer zijn gebruikt dan de in bijlage V bij Verordening (EU) 2016/1628 gespecificeerde emissieduurzaamheidsperiode, enige achteruitgang van de prestaties en de gevoeligheid van het diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing (NCD) vertonen, zodat de grenswaarden van deze bijlage mogen worden overschreden voordat de waarschuwings- en/of aansporingssystemen worden geactiveerd.

2.1. Vereiste informatie

2.1.1. Als het emissiebeheersingssysteem een reagens nodig heeft, specificeert de fabrikant overeenkomstig deel B van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 het type reagens, informatie over de concentratie van het opgeloste reagens, de bedrijfstemperatuursomstandigheden ervan en een verwijzing naar internationale normen wat de samenstelling, kwaliteit en andere kenmerken ervan betreft.

2.1.2. Op het ogenblik van de EU-typegoedkeuring moet gedetailleerde schriftelijke informatie met een volledige beschrijving van de functionele werkingskenmerken van het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener en het in onderdeel 5 beschreven aansporingssysteem voor de bediener aan de goedkeuringsinstantie worden verstrekt.

2.1.3. De fabrikant moet aan de OEM documenten verstrekken waarin instructies zijn opgenomen voor de montage van de motor in niet voor de weg bestemde mobiele machines op zodanige wijze dat de motor, het emissiebeheersingssysteem ervan en de onderdelen van de niet voor de weg bestemde mobiele machine overeenkomstig de voorschriften van dit aanhangsel werken. Deze documentatie moet de nadere technische voorschriften van de motor (software, hardware en communicatie) omvatten die nodig zijn om de motor correct in de niet voor de weg bestemde mobiele machine te kunnen monteren.

2.2. Bedrijfsomstandigheden

▼M2

2.2.1. De bewaking van het reagensniveau in het reservoir moet plaatsvinden onder alle omstandigheden waarin meting technisch haalbaar is (bv. onder alle omstandigheden waarin een vloeibaar reagens niet bevroren is).

▼M2

2.2.2. Bij omgevingstemperaturen van 266 K (– 7 °C) of lager moet het reagens tegen bevriezing worden beschermd.

2.2.3. Alle elementen van het diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing, met uitzondering van de in de punten 2.2.1 en 2.2.2 bedoelde elementen, moeten operationeel zijn bij de toepasselijke controleomstandigheden die in punt 2.4 van deze bijlage voor elke motorcategorie zijn vastgesteld. Indien het technisch mogelijk is, moet het diagnosesysteem ook buiten dit bereik operationeel blijven.

▼B

2.3. Bescherming van het reagens tegen bevriezing

▼M2

2.3.1. Het is toegestaan een verwarmd of niet-verwarmd reagensreservoir en -doseersysteem te gebruiken. Een verwarmd systeem moet voldoen aan de voorschriften van de punten 2.3.2.2 tot en met 2.3.2.2.4. Een niet-verwarmd systeem moet voldoen aan de voorschriften van punt 2.3.2.3.

▼B

2.3.1.1. Het gebruik van een niet-verwarmd reagensreservoir en -doseersysteem moet in de schriftelijke instructies aan de eindgebruiker van de niet voor de weg bestemde mobiele machine worden medegedeeld.

2.3.2. Reagensreservoir en -doseersysteem

2.3.2.1. Als het reagens bevroren is, moet het bij een omgevingstemperatuur van 266 K (– 7 °C) binnen 70 minuten na het starten van de motor klaar zijn voor gebruik.

▼M2

2.3.2.2. Ontwerpcriteria voor een verwarmd systeem

Een verwarmd systeem moet zo zijn ontworpen dat het aan de prestatievoorschriften van de punten 2.3.2 tot en met 2.3.2.2.4 voldoet wanneer het volgens de vastgestelde procedure wordt getest.

▼B

2.3.2.2.1. Het reagensreservoir en -doseersysteem worden gedurende 72 uur of totdat het reagens een vaste toestand aanneemt, naargelang wat zich het eerst voordoet, bij 255 K (– 18 °C) geïmpregneerd.

2.3.2.2.2. Na de in punt 2.3.2.2.1 vermelde impregneerperiode wordt de niet voor de weg bestemde mobiele machine of de motor bij een omgevingstemperatuur van 266 K (– 7 °C) of minder gestart en als volgt bediend:

a) 10 tot 20 minuten stationair draaien, gevolgd door

b) maximaal 50 minuten werken bij niet meer dan 40 % van de nominale belasting.

2.3.2.2.3. Na de in punt 2.3.2.2.2 beschreven testprocedure moet het reagensdoseersysteem volledig operationeel zijn.

▼M2

2.3.2.2.4. De evaluatie van de ontwerpcriteria mag worden uitgevoerd in een koele testruimte met een volledige niet voor de weg bestemde mobiele machine of met delen die representatief zijn voor die welke op een niet voor de weg bestemde mobiele machine zullen worden gemonteerd, dan wel op basis van praktijktests.

2.3.2.3. Activering van het waarschuwings- en aansporingssysteem voor de bediener bij een niet-verwarmd systeem.

▼M2

2.3.2.3.1. Als er bij een omgevingstemperatuur ≤ 266 K (– 7 °C) geen reagensdosering plaatsvindt, wordt het in de punten 4 tot en met 4.9 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener geactiveerd.

2.3.2.3.2. Als er binnen 70 minuten na het starten van de motor bij een omgevingstemperatuur ≤ 266 K (– 7 °C) geen reagensdosering plaatsvindt, wordt het in punt 5.4 bedoelde sterkeaansporingssysteem geactiveerd.

———————

▼B

2.4. Voorschriften inzake diagnose

2.4.1 Het diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing (NCD) moet de storingen van de $NO_x$-beheersing (NCM's) aan de hand van de in het computergeheugen opgeslagen diagnosefoutcodes (DTC's) kunnen identificeren en die informatie op verzoek aan een extern systeem kunnen verstrekken.

2.4.2 Voorschriften voor het registreren van diagnosefoutcodes (DTC's)

2.4.2.1 Het NCD-systeem registreert voor elke afzonderlijke storing van de $NO_x$-beheersing (NCM) een DTC.

2.4.2.2 Het NCD-systeem concludeert binnen 60 minuten motorbedrijf of er een detecteerbare storing aanwezig is. Op dat ogenblik wordt een „bevestigde en actieve” DTC opgeslagen en wordt het waarschuwingssysteem overeenkomstig onderdeel 4 geactiveerd.

2.4.2.3 Wanneer de motor meer dan 60 minuten moet hebben gedraaid voordat de bewakingsfuncties een NCM nauwkeurig kunnen detecteren en bevestigen (bv. bewakingsfuncties die gebruikmaken van statistische modellen of voor het vloeistofverbruik van de niet voor de weg bestemde mobiele machine), kan de goedkeuringsinstantie een langere bewakingstermijn toestaan op voorwaarde dat de fabrikant de noodzaak daarvan aantoont (bv. technische redenen, testresultaten, opgedane ervaring enz.).

2.4.3. Voorschriften voor het wissen van diagnosefoutcodes (DTC's)

a) Een DTC mag door het NCD-systeem zelf niet uit het computergeheugen worden gewist zolang de aan die DTC gerelateerde storing niet is verholpen.

b) Het NCD-systeem mag alle DTC's wissen op verzoek van een merkgebonden scanner of onderhoudsinstrument die of dat door de motorfabrikant op verzoek wordt verstrekt, of met een door de motorfabrikant verstrekte toegangscode.

2.4.4. Een NCD-systeem mag niet zodanig zijn geprogrammeerd of anderszins ontworpen dat het tijdens de werkelijke levensduur van de motor op basis van de leeftijd van de niet voor de weg bestemde mobiele machine geheel of gedeeltelijk wordt gedeactiveerd en mag ook geen algoritme of strategie bevatten om de doeltreffendheid van het NCD-systeem mettertijd te verminderen.

2.4.5. Alle herprogrammeerbare computercodes of bedrijfsparameters van het NCD-systeem moeten tegen manipulatie bestand zijn.

▼B

2.4.6. NCD-motorfamilie

De fabrikant is verantwoordelijk voor het bepalen van de samenstelling van een NCD-motorfamilie. Het groeperen van motoren binnen een NCD-motorfamilie moet op goede ingenieursinzichten zijn gebaseerd en aan de goedkeuringsinstantie ter goedkeuring worden voorgelegd.

Motoren die niet tot dezelfde motorfamilie behoren, kunnen toch tot dezelfde NCD-motorfamilie behoren.

2.4.6.1. Parameters die een NCD-motorfamilie bepalen

Een NCD-motorfamilie wordt gekenmerkt door elementaire ontwerpparameters die de motoren binnen die familie gemeen hebben.

Om te worden geacht tot dezelfde NCD-motorfamilie te behoren, moeten de volgende elementaire parameters van de motoren vrijwel gelijk zijn:

a) emissiebeheersingssystemen;

b) NCD-bewakingsmethoden;

c) NCD-bewakingscriteria;

d) bewakingsparameters (bv. frequentie).

Deze overeenkomsten moeten door de fabrikant met een relevante technische demonstratie of andere passende procedures worden aangetoond en door de goedkeuringsinstantie worden goedgekeurd.

De fabrikant mag de goedkeuringsinstantie om goedkeuring verzoeken van kleine verschillen in de methoden voor het bewaken/diagnosticeren van het NCD-systeem als gevolg van variaties in de motorconfiguratie, wanneer die methoden door de fabrikant als soortgelijk worden beschouwd en ze alleen verschillen om te beantwoorden aan specifieke eigenschappen van de onderdelen in kwestie (bv. afmetingen, uitlaatgasstroom enz.), of de overeenkomsten zijn gebaseerd op goede ingenieursinzichten.

3. **Onderhoudsvoorschriften**

▼M2

3.1. De OEM moet alle eindgebruikers van nieuwe niet voor de weg bestemde mobiele machines overeenkomstig bijlage XV schriftelijke instructies over het emissiebeheersingssysteem en de correcte werking ervan verstrekken.

▼B

4. **Waarschuwingssysteem voor de bediener**

4.1. De niet voor de weg bestemde mobiele machine moet voorzien zijn van een waarschuwingssysteem voor de bediener met visuele signalen om de bediener erop te attenderen dat een laag reagensniveau, een onjuiste reagenskwaliteit, een onderbreking van de dosering of een in onderdeel 9 gespecificeerde storing is gedetecteerd, waardoor het aansporingssysteem voor de bediener zal worden geactiveerd indien niet tijdig wordt ingegrepen. Het waarschuwingssysteem moet actief blijven wanneer het in onderdeel 5 beschreven aansporingssysteem voor de bediener is geactiveerd.

4.2. De waarschuwing mag niet dezelfde zijn als gebruikt wordt voor storingen of ander motoronderhoud, hoewel daarvoor wel hetzelfde waarschuwingssysteem mag worden gebruikt.

▼B

4.3. Het waarschuwingssysteem voor de bediener mag uit een of meer lampjes bestaan of mag korte berichten weergeven die bijvoorbeeld duidelijk het volgende aangegeven:

a) de resterende tijd vóór de activering van de lichte en/of sterke aansporing,

b) de intensiteit van de lichte en/of sterke aansporing, bv. met hoeveel het koppel wordt verminderd,

c) de omstandigheden waarin de uitschakeling van de niet voor de weg bestemde mobiele machine ongedaan kan worden gemaakt.

Wanneer berichten worden weergegeven, mag daarvoor hetzelfde systeem worden toegepast als voor andere onderhoudsdoeleinden.

4.4. Naar keuze van de fabrikant mag het waarschuwingssysteem een geluidssignaal geven om de bediener te waarschuwen. De uitschakeling van geluidssignalen door de bediener is toegestaan.

4.5. Het waarschuwingssysteem voor de bediener wordt geactiveerd zoals aangegeven in de punten 2.3.3.1, 6.2, 7.2, 8.4 en 9.3.

4.6. Het waarschuwingssysteem voor de bediener wordt gedeactiveerd als niet meer wordt voldaan aan de voorwaarden voor activering. Het waarschuwingssysteem voor de bediener mag niet automatisch worden gedeactiveerd zonder dat de oorzaak van de activering is weggenomen.

4.7. Het waarschuwingssysteem mag tijdelijk worden onderbroken door andere waarschuwingssignalen met belangrijke berichten in verband met de veiligheid.

4.8. Details van de activerings- en deactiveringsprocedures van het waarschuwingssysteem voor de bediener zijn beschreven in onderdeel 11.

4.9. In het kader van de aanvraag voor EU-typegoedkeuring krachtens deze verordening toont de fabrikant overeenkomstig onderdeel 10 de werking van het waarschuwingssysteem voor de bediener aan.

5. **Aansporingssysteem voor de bediener**

5.1. De motor moet voorzien zijn van een aansporingssysteem voor de bediener dat gebaseerd is op een van de volgende principes:

5.1.1. een aansporingssysteem met twee fasen, namelijk eerst een lichte aansporing (beperking van de prestaties) en daarna een sterke aansporing (effectieve uitschakeling van de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine);

5.1.2. een sterke-aansporingssysteem met één fase (effectieve uitschakeling van de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine) dat wordt geactiveerd onder de in de punten 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 en 9.4.1 gespecificeerde omstandigheden voor de activering van een lichte-aansporingssysteem.

Indien de fabrikant ervoor kiest de motor uit te schakelen om aan het voorschrift voor sterke aansporing met één fase te voldoen, mag de aansporing in verband met een laag reagensniveau desgewenst onder de omstandigheden van punt 6.3.2 in plaats van onder die van punt 6.3.1 worden geactiveerd.

▼B

5.2. De motor mag worden voorzien van een middel om het aansporingssysteem voor de bediener uit te schakelen op voorwaarde dat het aan de voorschriften van punt 5.2.1 voldoet.

5.2.1 De motor mag worden voorzien van een middel om het aansporingssysteem voor de bediener tijdelijk uit te schakelen in een noodtoestand die door een nationale of regionale regering of door haar noodhulpdiensten of strijdkrachten is afgekondigd.

5.2.1.1 Wanneer een motor is voorzien van een middel om het aansporingssysteem voor de bediener tijdelijk uit te schakelen, moet aan alle volgende voorwaarden worden voldaan:

a) de uitschakeling van het aansporingssysteem door de bediener mag niet langer duren dan een werkingsperiode van 120 uur;

b) de activeringsmethode moet zodanig zijn ontworpen dat ongewilde activering wordt voorkomen, doordat een dubbele vrijwillige handeling vereist is, en duidelijk aangegeven zijn, met ten minste de waarschuwing „ALLEEN GEBRUIKEN IN NOODSITUATIES”;

c) de uitschakeling moet automatisch ongedaan worden gemaakt als de 120 uur is verstreken en de bediener moet de uitschakeling handmatig ongedaan kunnen maken als de noodsituatie voorbij is;

d) als de werkingsperiode van 120 uur is verstreken, mag het niet meer mogelijk zijn het aansporingssysteem uit te schakelen, tenzij het uitschakelingsmiddel door het invoeren van een tijdelijke beveiligingscode van de fabrikant wordt gereset of de elektronische regeleenheid van de motor wordt geherconfigureerd door een gekwalificeerde onderhoudsmonteur, of een soortgelijk technische beveiliging die uniek is voor elke motor;

e) in een permanent elektronisch geheugen of tellers wordt opgeslagen hoe vaak en hoe lang het aansporingssysteem in totaal is uitgeschakeld en deze informatie mag niet opzettelijk gewist kunnen worden. De nationale inspectie-instanties moeten deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen;

▼M2

e bis) in het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier wordt een beschrijving opgenomen van de verbinding en de methode voor het uitlezen van de onder e) bedoelde gegevens;

▼B

f) de fabrikant houdt een register bij van alle verzoeken om het middel om het aansporingssysteem voor de bediener tijdelijk uit te schakelen te resetten en stelt dit op verzoek ter beschikking van de Commissie of de nationale autoriteiten.

5.3. Lichte-aansporingssysteem

5.3.1. Het lichte-aansporingssysteem wordt geactiveerd nadat een van de in de punten 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 en 9.4.1 gespecificeerde omstandigheden zich heeft voorgedaan.

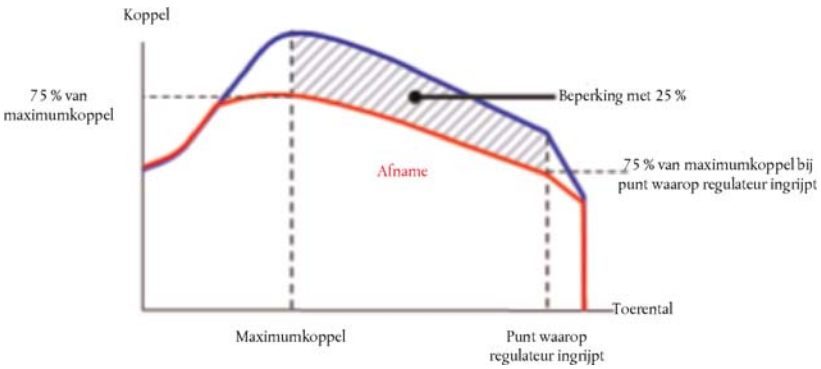
5.3.2. Het lichte-aansporingssysteem moet het maximaal beschikbare motorkoppel in het hele motortoerentalbereik tussen het toerental van het maximumkoppel en dat waarbij de regulateur ingrijpt, geleidelijk met ten minste 25 % verminderen zoals geïllustreerd in figuur 4.1. Het koppel moet met ten minste 1 % per minuut worden verminderd.

▼B

5.3.3. Er mogen andere aansporingsmaatregelen worden genomen waarvan aan de goedkeuringsinstantie is aangetoond dat ze hetzelfde of een groter intensiteitsniveau hebben.

*Figuur 4.1*

**Schema van de koppelvermindering bij lichte aansporing**




5.4. Sterke-aansporingssysteem

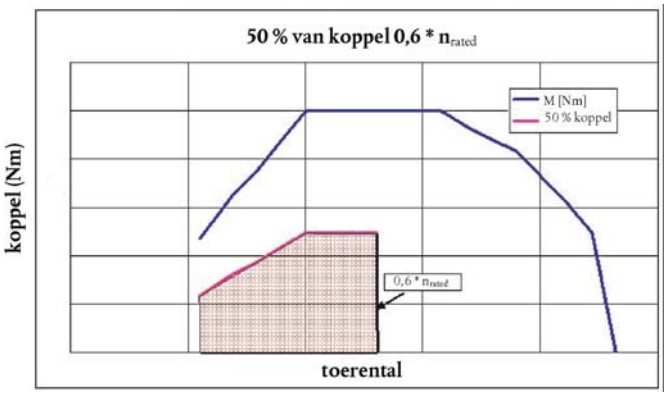
5.4.1. Het sterke-aansporingssysteem wordt geactiveerd nadat een van de in de punten 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 en 9.4.2 gespecificeerde omstandigheden zich heeft voorgedaan.

5.4.2. Het sterke-aansporingssysteem moet het nuttige vermogen van de niet voor de weg bestemde mobiele machine reduceren tot een niveau dat hinderlijk genoeg is om de bediener ertoe aan te zetten een oplossing te vinden voor problemen in verband met de onderdelen 6 tot en met 9. De volgende strategieën zijn aanvaardbaar:

5.4.2.1. tussen het toerental van het maximumkoppel en dat waarbij de regulateur ingrijpt, wordt het motorkoppel van dat bij lichte aansporing in figuur 4.1 met ten minste 1 % per minuut geleidelijk verlaagd tot 50 % of minder van het maximumkoppel en voor motoren met variabel toerental wordt tegelijkertijd het motortoerental geleidelijk verlaagd tot 60 % of minder van het nominale toerental zoals geïllustreerd in figuur 4.2.

*Figuur 4.2*

**Schema van de koppelvermindering bij sterke aansporing**




5.4.2.2. Er mogen andere aansporingsmaatregelen worden genomen waarvan aan de goedkeuringsinstantie is aangetoond dat ze hetzelfde of een groter intensiteitsniveau hebben.

▼B

5.5. Om veiligheidsredenen en om een diagnose voor zelfreparatie mogelijk te maken, is het gebruik van een aansporingsblokkeerfunctie toegestaan om het volledige motorvermogen vrij te geven op voorwaarde dat zij:

a) niet langer dan dertig minuten actief is, en

b) beperkt is tot drie activeringen gedurende elke periode waarin het aansporingssysteem voor de bediener actief is.

5.6. Het aansporingssysteem voor de bediener wordt gedeactiveerd als niet meer wordt voldaan aan de voorwaarden voor activering. Het mag niet automatisch worden gedeactiveerd zonder dat de oorzaak van de activering is weggenomen.

5.7. Details van de activerings- en deactiveringsprocedures van het aansporingssysteem voor de bediener zijn beschreven in onderdeel 11.

5.8. In het kader van de aanvraag voor EU-typegoedkeuring krachtens deze verordening toont de fabrikant overeenkomstig onderdeel 11 de werking van het aansporingssysteem voor de bediener aan.

6. **Beschikbaarheid van reagens**

6.1. Indicator van het reagensniveau

De niet voor de weg bestemde mobiele machine moet voorzien zijn van een indicator die de bediener duidelijk over het reagensniveau in het reagensreservoir informeert. Het minimaal aanvaardbare prestatieniveau voor de reagensindicator is dat hij, wanneer het in onderdeel 4 bedoelde waarschuwingssysteem voor de bediener is geactiveerd, continu het reagensniveau aangeeft. De reagensindicator mag een analoge of digitale display zijn en mag het niveau in verhouding tot de volledige reservoirinhoud, de hoeveelheid resterend reagens of de geschatte resterende bedrijfsuren aangeven.

6.2. Activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener

6.2.1. Als het reagensniveau minder dan 10 % van de inhoud van het reagensreservoir of een door de fabrikant gekozen hoger percentage bedraagt, wordt het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener geactiveerd.

6.2.2. In combinatie met de reagensindicator moet de gegeven waarschuwing duidelijk genoeg zijn om de bediener te doen begrijpen dat het reagensniveau laag is. Als het waarschuwingssysteem een systeem voor berichtenweergave omvat, wordt een bericht getoond waaruit blijkt dat het reagensniveau laag is (bv. „ureumniveau laag”, „AdBlue-niveau laag” of „reagensniveau laag”).

6.2.3. Het waarschuwingssysteem voor de bediener hoeft aanvankelijk niet continu geactiveerd te zijn (er hoeft bv. niet continu een bericht te worden weergegeven), maar de activering moet in intensiteit toenemen zodat zij continu wordt naarmate het reagens opraakt en het punt nadert waarop het aansporingssysteem voor de bediener in werking treedt (bv. de frequentie waarmee een lichtje knippert). Het waarschuwingssysteem moet culmineren in een attendering van de bediener met een intensiteit die door de fabrikant wordt gekozen, maar die duidelijk beter merkbaar is op het ogenblik dat het in punt 6.3 beschreven aansporingssysteem voor de bediener in werking treedt, dan wanneer het voor het eerst werd geactiveerd.

▼B

6.2.4. De continue waarschuwing mag niet gemakkelijk kunnen worden uitgeschakeld of genegeerd. Als het waarschuwingssysteem een systeem voor berichtenweergave omvat, wordt een expliciet bericht getoond (bv. „ureum bijvullen", „AdBlue bijvullen" of „reagens bijvullen"). De continue waarschuwing mag tijdelijk worden onderbroken door andere waarschuwingssignalen met belangrijke berichten in verband met de veiligheid.

6.2.5. Het waarschuwingssysteem voor de bediener mag niet kunnen worden uitgeschakeld zolang het reagens niet is bijgevuld tot een niveau waarop de activering van het systeem niet is vereist.

6.3 Activering van het aansporingssysteem voor de bediener

6.3.1 Als het reagensniveau minder dan 2,5 % van de nominale reservoirinhoud of een door de fabrikant gekozen hoger percentage bedraagt, wordt het in punt 5.3 beschreven lichte-aansporingssysteem geactiveerd.

6.3.2. Als het reagensreservoir leeg is, d.w.z. als het doseersysteem geen reagens meer uit het reservoir kan putten, of als een door de fabrikant gekozen niveau van minder dan 2,5 % van de nominale reservoirinhoud is bereikt, wordt het in punt 5.4 beschreven sterke-aansporingssysteem geactiveerd.

6.3.3. Het lichte- of sterke-aansporingssysteem mag niet kunnen worden uitgeschakeld zolang het reagens niet is bijgevuld tot een niveau waarop de activering van het systeem in kwestie niet is vereist, behalve voor zover uit hoofde van punt 5.5 is toegestaan.

7. **Bewaking van de reagenskwaliteit**

7.1. De motor of de niet voor de weg bestemde mobiele machine moet voorzien zijn van een middel om de aanwezigheid van een onjuist reagens in een niet voor de weg bestemde mobiele machine vast te stellen.

7.1.1. De fabrikant specificeert een minimaal aanvaardbare reagensconcentratie $CD_{min}$ waarbij de $NO_x$-uitlaatemissies niet hoger zijn dan de toepasselijke $NO_x$-grenswaarde vermenigvuldigd met 2,25 of, als dat lager is, de toepasselijke $NO_x$-grenswaarde plus 1,5 g/kWh. Voor motorsubcategorieën met een gecombineerde grenswaarde voor HC en $NO_x$ is de toepasselijke $NO_x$-grenswaarde voor de toepassing van dit punt die gecombineerde grenswaarde verminderd met 0,19 g/kWh.

▼M2

7.1.1.1. De door de fabrikant gespecificeerde waarde van $CD_{min}$ wordt gebruikt tijdens de in onderdeel 13 beschreven demonstratie en wordt vastgelegd in deel C van het in bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 gespecificeerde inlichtingenformulier.

▼B

7.1.2. Elke reagensconcentratie die lager is dan $CD_{min}$ moet worden gedetecteerd en voor de toepassing van punt 7.1 als onjuist reagens worden beschouwd.

7.1.3. Er moet een specifieke teller zijn voor de reagenskwaliteit (de „reagenskwaliteitsteller"). De reagenskwaliteitsteller telt het aantal motorbedrijfsuren met een onjuist reagens.

▼B

7.1.3.1. De fabrikant mag het reagenskwaliteitsgebrek eventueel met een of meer van de in de onderdelen 8 en 9 genoemde storingen in één teller combineren.

7.1.4. Details van de activerings- en deactiveringscriteria en -mechanismen van de reagenskwaliteitsteller worden beschreven in onderdeel 11.

7.2. Activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener

Als het bewakingssysteem bevestigt dat de reagenskwaliteit onjuist is, wordt het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener geactiveerd. Als het waarschuwingssysteem een systeem voor berichtenweergave omvat, wordt een bericht getoond met de reden van de waarschuwing (bv. „onjuist ureum gedetecteerd", „onjuist AdBlue gedetecteerd" of „onjuist reagens gedetecteerd").

7.3. Activering van het aansporingssysteem voor de bediener

7.3.1. Als de reagenskwaliteit niet binnen 10 motorbedrijfsuren na de in punt 7.2 beschreven activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener is gecorrigeerd, wordt het in punt 5.3 beschreven lichte-aansporingssysteem geactiveerd.

7.3.2. Als de reagenskwaliteit niet binnen 20 motorbedrijfsuren na de in punt 7.2 beschreven activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener is gecorrigeerd, wordt het in punt 5.4 beschreven sterke-aansporingssysteem geactiveerd.

7.3.3. Het aantal uren vóór activering van de aansporingssystemen wordt volgens het in onderdeel 11 beschreven mechanisme verlaagd indien de storing zich herhaaldelijk voordoet.

8. **Reagensdosering**

8.1. De motor moet voorzien zijn van een middel om een onderbreking van de dosering vast te stellen.

8.2. Reagensdoseringsteller

8.2.1. Er moet een specifieke teller zijn voor de dosering (de „doseringsteller"). De teller telt het aantal motorbedrijfsuren dat de reagensdosering wordt onderbroken. Dat is niet nodig als die onderbreking door de elektronische regeleenheid van de motor wordt gevraagd omdat de bedrijfsomstandigheden van de niet voor de weg bestemde mobiele machine zo zijn dat de emissieprestaties ervan geen reagensdosering vergen.

8.2.1.1. De fabrikant mag de reagensdoseerstoring eventueel met een of meer van de in de onderdelen 7 en 9 genoemde storingen in één teller combineren.

8.2.2. Details van de activerings- en deactiveringscriteria en -mechanismen van de reagensdoseringsteller worden beschreven in onderdeel 11.

8.3. Activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener

Bij een onderbreking van de dosering die de doseringsteller overeenkomstig punt 8.2.1 in werking stelt, wordt het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener geactiveerd. Als het waarschuwingssysteem een systeem voor berichtenweergave omvat, wordt een bericht getoond met de reden van de waarschuwing (bv. „storing van de ureumdosering", „storing van de AdBluedosering" of „storing van de reagensdosering").

▼B

8.4. Activering van het aansporingssysteem voor de bediener

8.4.1. Als een onderbreking in de reagensdosering niet binnen 10 motorbedrijfsuren na de in punt 8.3 beschreven activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener is gecorrigeerd, wordt het in punt 5.3 beschreven lichte-aansporingssysteem geactiveerd.

8.4.2. Als een onderbreking in de reagensdosering niet binnen 20 motorbedrijfsuren na de in punt 8.3 beschreven activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener is gecorrigeerd, wordt het in punt 5.4 beschreven sterke-aansporingssysteem geactiveerd.

8.4.3. Het aantal uren vóór activering van de aansporingssystemen wordt volgens het in onderdeel 11 beschreven mechanisme verlaagd indien de storing zich herhaaldelijk voordoet.

▼M2

9. **Andere storingen die aan manipulatie kunnen worden toegeschreven**

9.1. Behalve het reagensniveau in het reagensreservoir, de reagenskwaliteit en de onderbreking van de dosering moeten de volgende storingen worden bewaakt omdat zij aan manipulatie kunnen worden toegeschreven:

a) storingen van het diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing (NCD-systeem) zoals beschreven in punt 9.2.1;

b) storingen van de klep van de uitlaatgasrecirculatie (EGR) zoals beschreven in punt 9.2.2.

9.2. Bewakingsvoorschriften en tellers

9.2.1. NCD-systeem

9.2.1.1. Het diagnosesysteem van de $NO_x$-beheersing (NCD-systeem) wordt bewaakt op elektrische storingen en op verwijdering of deactivering van sensoren waardoor het systeem geen andere in de onderdelen 6 tot en met 8 (onderdeelbewaking) beschreven storingen kan opsporen.

Sensoren die de diagnosecapaciteit beïnvloeden, zijn bijvoorbeeld sensoren die de $NO_x$-concentratie direct meten, sensoren voor de ureumkwaliteit, omgevingssensoren en sensoren om de reagensdosering, het reagensniveau of het reagensverbruik te bewaken.

9.2.1.2. Er moet een teller zijn voor elke van de bewakingsstoringen. De NCD-systeemtellers moeten het aantal motorbedrijfsuren tellen dat de aan een storing van het NCD-systeem gerelateerde DTC als actief wordt bevestigd. Verschillende storingen van het NCD-systeem mogen in één teller worden gecombineerd.

9.2.1.2.1. De fabrikant mag de NCD-systeemstoring eventueel met een of meer van de in de onderdelen 7 en 8 en punt 9.2.2 genoemde systemen in één teller combineren.

9.2.1.3. Details van de activerings- en deactiveringscriteria en -mechanismen van de NCD-systeemteller(s) worden beschreven in onderdeel 11.

9.2.2. Belemmerde EGR-klep

9.2.2.1. Het uitlaatgasrecerculatiesysteem (EGR-systeem) wordt bewaakt op een belemmerde EGR-klep.

▼M2

9.2.2.2. Er moet een teller zijn voor een belemmerde EGR-klep. De EGR-klepteller telt het aantal motorbedrijfsuren dat de aan een belemmerde EGR-klep gerelateerde DTC als actief wordt bevestigd.

9.2.2.2.1. De fabrikant mag de storing voor een belemmerde EGR-klep eventueel met een of meer van de in de onderdelen 7 en 8 en punt 9.2.1 genoemde systemen in één teller combineren.

9.2.2.3. Details van de activerings- en deactiveringscriteria en -mechanismen van de EGR-klepteller worden beschreven in onderdeel 11.

▼B

9.3. Activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener

Als een van de in punt 9.1 beschreven storingen optreedt, wordt het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener geactiveerd en wordt aangegeven dat een dringende reparatie noodzakelijk is. Als het waarschuwingssysteem een systeem voor berichtenweergave omvat, wordt een bericht getoond met de reden van de waarschuwing (bv. „reagensdoseerklep ontkoppeld” of „kritische emissiestoring”).

9.4. Activering van het aansporingssysteem voor de bediener

9.4.1. Als een in punt 9.1 vermelde storing niet binnen 36 motorbedrijfsuren na de in punt 9.3 beschreven activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener is gecorrigeerd, wordt het in punt 5.3 beschreven lichte-aansporingssysteem geactiveerd.

9.4.2. Als een in punt 9.1 vermelde storing niet binnen 100 motorbedrijfsuren na de in punt 9.3 beschreven activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener is gecorrigeerd, wordt het in punt 5.4 beschreven sterke-aansporingssysteem geactiveerd.

9.4.3. Het aantal uren vóór activering van de aansporingssystemen wordt volgens het in onderdeel 11 beschreven mechanisme verlaagd indien de storing zich herhaaldelijk voordoet.

▼M2

9.5. Als alternatief voor de bewakingsvoorschriften in punt 9.2 mag de fabrikant voor de storingsbewaking een in het uitlaatsysteem geplaatste $NO_x$-sensor gebruiken. In dat geval:

a) mag de $NO_x$-waarde waarbij de NCM moet worden gedetecteerd, niet hoger zijn dan de toepasselijke $NO_x$-grenswaarde vermenigvuldigd met 2,25 of, als dat lager is, de toepasselijke $NO_x$-grenswaarde plus 1,5 g/kWh. Voor motorsubcategorieën met een gecombineerde grenswaarde voor HC en $NO_x$ is de toepasselijke $NO_x$-grenswaarde voor de toepassing van dit punt die gecombineerde grenswaarde verminderd met 0,19 g/kWh;

b) mag één waarschuwing worden getoond, waaronder — als berichten worden weergegeven — de tekst „hoog $NO_x$-niveau — oorzaak onbekend”;

c) wordt het in punt 9.4.1 vermelde maximumaantal motorbedrijfsuren tussen de activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener en de activering van het lichteaansporingssysteem verlaagd tot 10;

▼M2

d) wordt het in punt 9.4.2 vermelde maximumaantal motorbedrijfsuren tussen de activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener en de activering van het sterkeaansporingssysteem verlaagd tot 20;

▼B

10. **Demonstratievoorschriften**

10.1. Algemeen

Tijdens de EU-typegoedkeuring moet de naleving van de voorschriften van dit aanhangsel worden aangetoond door, zoals in tabel 4.1 wordt geïllustreerd en in dit onderdeel 10 wordt gespecificeerd, het volgende uit te voeren:

a) een demonstratie van de activering van het waarschuwingssysteem;

b) een demonstratie van de activering van het lichte-aansporingssysteem, indien van toepassing;

c) een demonstratie van de activering van het sterke-aansporingssysteem.

10.2. Motorfamilies en NCD-motorfamilies

Dat een motorfamilie of een NCD-motorfamilie voldoet aan de voorschriften van onderdeel 10, kan worden aangetoond door een van de leden van de familie in kwestie te testen, op voorwaarde dat de fabrikant aan de goedkeuringsinstantie aantoont dat de bewakingssystemen die nodig zijn om aan de voorschriften van dit aanhangsel te voldoen, binnen de familie nagenoeg dezelfde zijn.

▼M2

10.2.1. Het bewijs dat de bewakingssystemen voor andere leden van de NCD-motorfamilie nagenoeg dezelfde zijn, kan worden geleverd door de goedkeuringsinstanties elementen zoals algoritmen, functionele analysen enz. over te leggen.

▼B

10.2.2. De testmotor wordt door de fabrikant in overleg met de goedkeuringsinstantie geselecteerd. Dit kan, maar hoeft niet de basismotor van de familie in kwestie te zijn.

▼M2

10.2.3. Indien motoren van een motorfamilie behoren tot een NCD-motorfamilie waarvoor al EU-typegoedkeuring is verleend, zoals bedoeld in punt 10.2.1 (figuur 4.3), wordt de naleving van de voorschriften door die motorfamilie zonder verdere tests geacht te zijn aangetoond mits de fabrikant aan de instantie aantoont dat de voor de naleving van de voorschriften van dit aanhangsel vereiste bewakingssystemen binnen de desbetreffende motor- en NCD-motorfamilie nagenoeg dezelfde zijn.

*Tabel 4.1*

**Illustratie van de inhoud van de demonstratieprocedure overeenkomstig de punten 10.3 en 10.4**

| Mechanisme | Elementen van de demonstratie |
|---|---|
| Activering van het waarschuwingssysteem overeenkomstig punt 10.3 | — 2 activeringstests (incl. reagenstekort)<br>— aanvullende elementen, naargelang het geval |
| Activering van het lichteaansporingssysteem overeenkomstig punt 10.4 | — 2 activeringstests (incl. reagenstekort)<br>— aanvullende elementen, naargelang het geval<br>— 1 koppelverminderingstest |

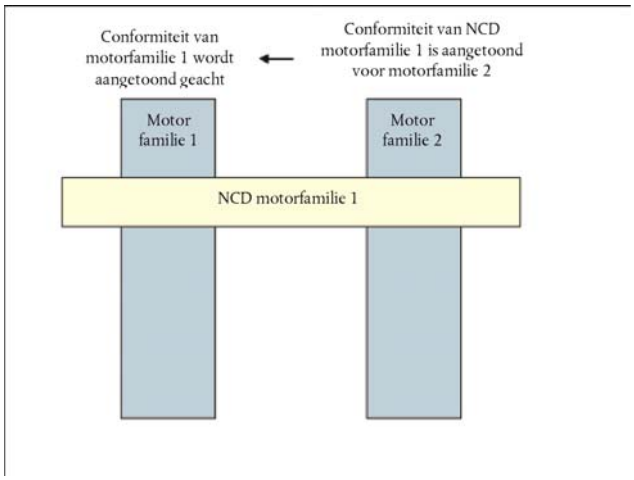
▼M2

| Mechanisme | Elementen van de demonstratie |
|---|---|
| Activering van het sterkeaansporingssysteem overeenkomstig punt 10.4 | — 2 activeringstests (incl. reagenstekort)<br>— aanvullende elementen, naargelang het geval |

▼B

*Figuur 4.3*

**Eerder aangetoonde conformiteit van een NCD-motorfamilie**




10.3. Demonstratie van de activering van het waarschuwingssysteem

▼M2

10.3.1. Dat de activering van het waarschuwingssysteem voldoet aan de voorschriften, wordt aangetoond met twee tests: reagenstekort en een van de in de onderdelen 7, 8 of 9 genoemde storingscategorieën.

10.3.2. Keuze van de in de onderdelen 7, 8 of 9 genoemde storing die wordt getest

10.3.2.1. De goedkeuringsinstantie kiest één storingscategorie. Als een storing uit onderdeel 7 of 9 wordt gekozen, zijn de aanvullende voorschriften van punt 10.3.2.2, respectievelijk punt 10.3.2.3 van toepassing.

10.3.2.2. Om de activering van het waarschuwingssysteem bij een verkeerde reagenskwaliteit aan te tonen, wordt een reagens gekozen waarvan de verdunning van de werkzame ingrediënt ten minste even groot is als die welke door de fabrikant overeenkomstig de punten 7 tot en met 7.3.3 is medegedeeld.

10.3.2.3. Om aan te tonen dat het waarschuwingssysteem wordt geactiveerd bij storingen die aan manipulatie kunnen worden toegeschreven en in onderdeel 9 worden gedefinieerd, vindt de keuze als volgt plaats:

10.3.2.3.1. de fabrikant verstrekt aan de goedkeuringsinstantie een lijst van mogelijke dergelijke storingen;

10.3.2.3.2. de goedkeuringsinstantie beslist welke storing uit de in punt 10.3.2.3.1 bedoelde lijst bij de test in aanmerking wordt genomen.

▼M2

10.3.3. Demonstratie

10.3.3.1. Met het oog op deze demonstratie wordt voor reagenstekort en voor de overeenkomstig de punten 10.3.2 tot en met 10.3.2.3.2 gekozen storing een afzonderlijke test uitgevoerd.

▼B

10.3.3.2. Tijdens een test mag zich geen andere storing voordoen dan die waarvoor de test is bedoeld.

10.3.3.3. Vóór het begin van een test moeten alle DTC's zijn gewist.

10.3.3.4. Op verzoek van de fabrikant en met het akkoord van de goedkeuringsinstantie mogen de te testen storingen worden gesimuleerd.

10.3.3.5. Detectie van andere storingen dan een reagenstekort

Zodra andere storingen dan een reagenstekort zijn veroorzaakt of gesimuleerd, moeten zij als volgt worden gedetecteerd.

10.3.3.5.1. Het NCD-systeem moet reageren op de invoering van een door de goedkeuringsinstantie overeenkomstig dit aanhangsel gekozen storing. Dit wordt geacht te zijn aangetoond als de activering plaatsvindt binnen twee opeenvolgende NCD-testcycli overeenkomstig punt 10.3.3.7.

Wanneer in de beschrijving van het bewakingssysteem is gespecificeerd en door de goedkeuringsinstantie is aanvaard dat voor een specifieke bewakingsfunctie meer dan twee NCD-testcycli nodig zijn om de bewaking te voltooien, mag het aantal NCD-testcycli tot 3 worden verhoogd.

Na elke afzonderlijke NCD-testcyclus van de demonstratietest mag de motor worden uitgezet. In de periode totdat de motor opnieuw wordt gestart, moet rekening worden gehouden met elke bewaking die eventueel na het uitzetten van de motor kan plaatsvinden en met alle voorwaarden die moeten worden vervuld voor bewaking bij het opnieuw starten van de motor.

▼M2

10.3.3.5.2. De activering van het waarschuwingssysteem wordt geacht te zijn aangetoond als het systeem aan het eind van elke overeenkomstig punt 10.3.3 uitgevoerde demonstratietest naar behoren is geactiveerd en de DTC voor de geselecteerde storing de status „bevestigd en actief” heeft.

▼B

10.3.3.6. Detectie van niet-beschikbaarheid van reagens

Om aan te tonen dat het waarschuwingssysteem bij niet-beschikbaarheid van reagens wordt geactiveerd, wordt de motor naar keuze van de fabrikant gedurende een of meer NCD-testcycli in werking gesteld.

10.3.3.6.1. De demonstratie begint met een reagensniveau in het reservoir dat de fabrikant en de goedkeuringsinstantie in overleg hebben bepaald en dat niet minder dan 10 % van de nominale capaciteit van het reservoir bedraagt.

10.3.3.6.2. Het waarschuwingssysteem wordt geacht correct te hebben gepresteerd als de volgende voorwaarden tegelijkertijd zijn vervuld:

a) het waarschuwingssysteem is geactiveerd met een reagensbeschikbaarheid die hoger is dan of gelijk is aan 10 % van de reservoircapaciteit, en

b) het „continue” waarschuwingssysteem is geactiveerd met een reagensbeschikbaarheid die hoger is dan of gelijk is aan de waarde die de fabrikant overeenkomstig onderdeel 6 heeft opgegeven.

▼B

10.3.3.7. NCD-testcyclus

10.3.3.7.1 De in dit onderdeel 10 bedoelde NCD-testcyclus waarmee de goede werking van het NCD-systeem moet worden aangetoond, is voor motoren van de subcategorieën NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 en NRE-v-6 de warmstart-NRTC en voor alle andere categorieën de toepasselijke NRSC.

10.3.3.7.2 Op verzoek van de fabrikant en met het akkoord van de goedkeuringsinstantie kan voor een specifieke bewakingsfunctie een alternatieve NCD-testcyclus worden gebruikt (bv. een andere dan de NTRC of de NRSC). Het verzoek moet elementen (technische overwegingen, simulatie, testresultaten enz.) bevatten om aan te tonen dat:

a) de gevraagde testcyclus een bewakingsfunctie oplevert die in reële omstandigheden zal werken, en

b) de in punt 10.3.3.7.1 gespecificeerde toepasselijke NCD-testcyclus minder geschikt is voor de bewakingsfunctie in kwestie.

10.3.4. De activering van het waarschuwingssysteem wordt geacht te zijn aangetoond als het systeem aan het eind van elke overeenkomstig punt 10.3.3 uitgevoerde demonstratietest naar behoren is geactiveerd.

10.4. Demonstratie van het aansporingssysteem

10.4.1. De demonstratie van het aansporingssysteem vindt plaats door tests op een motortestbank uit te voeren.

10.4.1.1. Alle voor de demonstraties vereiste onderdelen of subsystemen die niet fysiek op de motor zijn gemonteerd, zoals onder meer omgevingstemperatuursensoren, niveausensoren, waarschuwings- en informatiesystemen voor de bediener, worden daartoe tot tevredenheid van de goedkeuringsinstantie op de motor aangesloten of gesimuleerd.

10.4.1.2. Niettegenstaande punt 10.4.1 mogen de demonstratietests, indien de fabrikant het wenst en de goedkeuringsinstantie ermee instemt, op een of meer complete niet voor de weg bestemde mobiele machines worden uitgevoerd door die machines op een geschikte testbank te monteren of er onder gecontroleerde omstandigheden mee op een testbaan te rijden.

▼M2

10.4.2. De testreeks moet aantonen dat het aansporingssysteem wordt geactiveerd als de storing zich voordoet die de goedkeuringsinstantie overeenkomstig punt 10.3.2.1 uit de lijst heeft gekozen voor het testen van het waarschuwingssysteem.

10.4.3. Voor deze demonstratie geldt het volgende:

a) met het akkoord van de goedkeuringsinstantie mag de fabrikant de test versnellen door een bepaald aantal bedrijfsuren te simuleren;

b) de verwezenlijking van de bij een lichte aansporing vereiste koppelvermindering mag worden aangetoond terwijl de algemene procedure voor de goedkeuring van de motorprestaties overeenkomstig deze verordening wordt uitgevoerd. Een afzonderlijke meting van het koppel tijdens de demonstratie van het aansporingssysteem is in dit geval niet vereist;

c) de lichte aansporing moet, in voorkomend geval, overeenkomstig punt 10.4.5 worden gedemonstreerd;

▼M2

d) de sterke aansporing moet overeenkomstig punt 10.4.6 worden gedemonstreerd.

▼B

10.4.4. De fabrikant moet daarnaast de werking van het aansporingssysteem aantonen onder de in de onderdelen 7, 8 en 9 gedefinieerde storingsomstandigheden die niet zijn gekozen voor gebruik in de in de punten 10.4.1 tot en met 10.4.3 beschreven demonstratietests.

Deze aanvullende demonstraties mogen worden uitgevoerd door de goedkeuringsinstantie een technisch dossier over te leggen met bewijzen zoals algoritmen, functionele analysen en het resultaat van eerdere tests.

10.4.4.1. Deze aanvullende demonstraties moeten met name tot tevredenheid van de goedkeuringsinstantie aantonen dat het correcte koppelverminderingsmechanisme in de elektronische regeleenheid van de motor is geïntegreerd.

10.4.5. Demonstratietest van het lichte-aansporingssysteem

10.4.5.1. Deze demonstratie begint wanneer het waarschuwingssysteem of, in voorkomend geval, het „continue” waarschuwingssysteem als gevolg van de detectie van een door de goedkeuringsinstantie gekozen storing is geactiveerd.

10.4.5.2. Wanneer de reactie van het systeem op een reagenstekort in het reservoir wordt gecontroleerd, moet de motor blijven draaien totdat de beschikbaarheid van het reagens overeenkomstig punt 6.3.1 een waarde heeft bereikt van 2,5 % van de nominale reservoirinhoud dan wel de door de fabrikant opgegeven waarde waarbij het lichte aansporingssysteem in werking moet treden.

10.4.5.2.1. Met het akkoord van de goedkeuringsinstantie mag de fabrikant een continue werking simuleren door reagens uit het reservoir te verwijderen terwijl de motor draait of is uitgezet.

10.4.5.3. Wanneer de reactie van het systeem op een andere storing dan een reagenstekort in het reservoir wordt gecontroleerd, moet de motor blijven draaien gedurende het desbetreffende in tabel 4.3 vermelde aantal bedrijfsuren of, indien de fabrikant dat wenst, totdat de desbetreffende teller de waarde heeft bereikt waarbij het lichte-aansporingssysteem wordt geactiveerd.

10.4.5.4. De demonstratie van het lichte-aansporingssysteem wordt geacht te zijn voltooid als de fabrikant aan het eind van elke demonstratietest die overeenkomstig de punten 10.4.5.2 en 10.4.5.3 is uitgevoerd, aan de goedkeuringsinstantie heeft aangetoond dat de elektronische regeleenheid van de motor het koppelverminderingsmechanisme heeft geactiveerd.

10.4.6. Demonstratietest van het sterke-aansporingssysteem

10.4.6.1. Deze demonstratie begint nadat het lichte-aansporingssysteem is geactiveerd en mag worden uitgevoerd als voortzetting van de tests ter demonstratie van het lichte-aansporingssysteem.

10.4.6.2. Wanneer de reactie van het systeem op een reagenstekort in het reservoir wordt gecontroleerd, moet de motor blijven draaien totdat het reagensreservoir leeg is of het niveau onder 2,5 % van de nominale reservoirinhoud heeft bereikt waarbij volgens de fabrikant het sterke-aansporingssysteem wordt geactiveerd.

10.4.6.2.1. Met het akkoord van de goedkeuringsinstantie mag de fabrikant een continue werking simuleren door reagens uit het reservoir te verwijderen terwijl de motor draait of is uitgezet.

▼B

10.4.6.3. Wanneer de reactie van het systeem op een andere storing dan een reagenstekort in het reservoir wordt gecontroleerd, moet de motor blijven draaien gedurende het desbetreffende in tabel 4.4 vermelde aantal bedrijfsuren of, indien de fabrikant dat wenst, totdat de desbetreffende teller de waarde heeft bereikt waarbij het sterke-aansporingssysteem wordt geactiveerd.

10.4.6.4. De demonstratie van het sterke-aansporingssysteem wordt geacht te zijn voltooid als de fabrikant aan het eind van elke demonstratietest die overeenkomstig de punten 10.4.6.2 en 10.4.6.3 is uitgevoerd, aan de goedkeuringsinstantie heeft aangetoond dat het in dit aanhangsel bedoelde sterke-aansporingsmechanisme is geactiveerd.

10.4.7. Indien de fabrikant het wenst en de goedkeuringsinstantie ermee instemt, mag de demonstratie van de aansporingsmechanismen overeenkomstig de punten 5.4 en 10.4.1.2 op een complete niet voor de weg bestemde mobiele machine worden uitgevoerd door de niet voor de weg bestemde mobiele machine op een geschikte testbank te monteren of er onder gecontroleerde omstandigheden mee op een testbaan te rijden.

10.4.7.1. De niet voor de weg bestemde mobiele machine wordt gebruikt totdat de teller van de geselecteerde storing het desbetreffende aantal bedrijfsuren heeft bereikt zoals aangegeven in tabel 4.4 of, in voorkomend geval, totdat het reagensreservoir leeg is of het niveau onder 2,5 % van de nominale reservoirinhoud heeft bereikt waarbij volgens de fabrikant het sterke-aansporingssysteem wordt geactiveerd.

▼M2

10.5. Documentatie van de demonstratie

10.5.1. De demonstratie van het NCD-systeem wordt vastgelegd in een demonstratieverslag. Dat verslag:

a) bevat een vermelding van de onderzochte storingen;

b) bevat een beschrijving van de uitgevoerde demonstratie, met vermelding van de toepasselijke testcyclus;

c) bevat een bevestiging dat de in deze verordening voorgeschreven toepasselijke waarschuwingen en aansporingen werden geactiveerd; en

d) wordt opgenomen in het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier.

▼B

11. **Beschrijving van de activerings- en deactiveringsmechanismen van het waarschuwings- en aansporingssysteem voor de bediener**

11.1. Ter completering van de voorschriften van dit aanhangsel betreffende de activerings- en deactiveringsmechanismen van het waarschuwings- en aansporingssysteem, bevat onderdeel 11 de technische voorschriften voor de toepassing van die mechanismen.

11.2. Activerings- en deactiveringsmechanismen van het waarschuwingssysteem

11.2.1. Het waarschuwingssysteem voor de bediener moet worden geactiveerd wanneer de diagnosefoutcode (DTC) voor een NCM die de activering rechtvaardigt, de in tabel 4.2 gedefinieerde status heeft.

▼B

*Tabel 4.2*

**Activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener**

| Type storing | DTC-status voor activering van het waarschuwingssysteem |
|---|---|
| Slechte reagenskwaliteit | bevestigd en actief |
| Onderbreking van de dosering | bevestigd en actief |
| Belemmerde EGR-klep | bevestigd en actief |
| Storing van het bewakingssysteem | bevestigd en actief |
| $NO_x$-grenswaarde, indien van toepassing | bevestigd en actief |

11.2.2. Het waarschuwingssysteem voor de bediener moet worden gedeactiveerd wanneer het diagnosesysteem concludeert dat de voor die waarschuwing relevante storing niet meer aanwezig is of wanneer de informatie, inclusief de DTC's voor de storingen die de activering rechtvaardigen, door een scanner is gewist.

11.2.2.1 Voorschriften voor het wissen van „informatie over de $NO_x$-beheersing”

11.2.2.1.1. Wissen en resetten van „informatie over de $NO_x$-beheersing” door een scanner

Op verzoek van de scanner moeten de volgende gegevens uit het computergeheugen worden gewist of daarin op de in dit aanhangsel gespecificeerde waarde worden gereset (zie tabel 4.3).

*Tabel 4.3*

**Wissen en resetten van informatie over de $NO_x$-beheersing door een scanner**

| Informatie over de $NO_x$-beheersing | Wisbaar | Resetbaar |
|---|---|---|
| Alle DTC's | X | |
| Waarde van de teller met het hoogste aantal motorbedrijfsuren | | X |
| Aantal motorbedrijfsuren op de NCD-teller(s) | | X |

11.2.2.1.2. Informatie over de $NO_x$-beheersing mag niet worden gewist wanneer de accu('s) van de niet voor de weg bestemde mobiele machine worden losgekoppeld.

11.2.2.1.3. Het wissen van informatie over de $NO_x$-beheersing mag alleen mogelijk zijn wanneer de motor is uitgezet.

▼B

11.2.2.1.4. Wanneer informatie over de $NO_x$-beheersing, met inbegrip van DTC's, wordt gewist, mogen de in dit aanhangsel beschreven tellers die verband houden met die storingen, niet worden gewist, maar worden zij gereset op de in het desbetreffende onderdeel van dit aanhangsel aangegeven waarde.

11.3. Activerings- en deactiveringsmechanisme van het aansporingssysteem voor de bediener

11.3.1. Het aansporingssysteem voor de bediener moet worden geactiveerd wanneer het waarschuwingssysteem actief is en de teller die relevant is voor het type NCM dat de activering rechtvaardigt, de in tabel 4.4 gespecificeerde waarde heeft bereikt.

11.3.2. Het aansporingssysteem voor de bediener moet worden gedeactiveerd wanneer het geen storing meer detecteert die de activering rechtvaardigt, of als de informatie betreffende de NCM's die de activering rechtvaardigen, met inbegrip van de DTC's, door een scanner of onderhoudsinstrument is gewist.

11.3.3. Na de beoordeling van de hoeveelheid reagens in het reservoir worden het waarschuwings- en het aansporingssysteem voor de bediener overeenkomstig onderdeel 6 naar gelang het geval onmiddellijk geactiveerd of gedeactiveerd. In dat geval mogen de activerings- of deactiveringsmechanismen niet afhankelijk zijn van de status van de daaraan gerelateerde DTC's.

11.4. Tellermechanisme

11.4.1. Algemeen

▼M2

11.4.1.1. Om aan de voorschriften van dit aanhangsel te voldoen, moet het systeem tellers bevatten om te registreren hoeveel uren de motor heeft gedraaid terwijl het systeem een van de volgende NCM's heeft gedetecteerd:

a) een onjuiste reagenskwaliteit,

b) een onderbreking van de reagensdosering,

c) een belemmerde EGR-klep,

d) een storing van het NCD-systeem.

11.4.1.1.1. De fabrikant mag een of meer tellers gebruiken om de in punt 11.4.1.1 aangegeven NCM's te groeperen.

▼B

11.4.1.2. Elk van de tellers moet optellen tot de maximumwaarde voor een teller van 2 bytes met een resolutie van 1 uur en moet die waarde behouden tenzij de voorwaarden zijn vervuld om de teller op nul te mogen resetten.

11.4.1.3. Een fabrikant mag een of meer NCD-systeemtellers gebruiken. Eén teller mag het aantal uren dat twee of meer verschillende, voor dat tellertype relevante storingen zich voordoen, accumuleren mits geen van die storingen de tijd heeft bereikt die de teller aangeeft.

11.4.1.3.1. Wanneer de fabrikant besluit meerdere NCD-systeemtellers te gebruiken, moet het systeem een specifieke bewakingssysteemteller kunnen toewijzen aan elke storing die overeenkomstig dit aanhangsel relevant is voor dat tellertype.

▼B

11.4.2. Principe van het tellermechanisme

11.4.2.1. Elke teller moet als volgt werken:

11.4.2.1.1. Indien de teller bij nul start, begint hij te tellen zodra een voor die teller relevante storing wordt gedetecteerd en de desbetreffende diagnosefoutcode (DTC) de in tabel 4.2 gedefinieerde status heeft.

11.4.2.1.2. Bij herhaalde storingen wordt, naar keuze van de fabrikant, een van de volgende bepalingen toegepast:

a) als zich één bewakingsgebeurtenis voordoet en de storing die de teller aanvankelijk heeft geactiveerd, niet meer wordt gedetecteerd of als de storing door een scanner of onderhoudsinstrument is gewist, stopt de teller en behoudt hij de op dat moment aangegeven waarde. Als de teller stopt met tellen wanneer het sterke-aansporingssysteem actief is, blijft hij staan op de in tabel 4.4 aangegeven waarde of op een waarde die groter is dan of gelijk is aan de tellerwaarde voor sterke aansporing min 30 minuten;

b) de teller blijft staan op de in tabel 4.4 aangegeven waarde of op een waarde die groter is dan of gelijk is aan de tellerwaarde voor sterke aansporing min 30 minuten.

11.4.2.1.3. Als er maar een enkel bewakingssysteemteller is, blijft deze tellen als een voor die teller relevante NCM is gedetecteerd en de desbetreffende diagnosefoutcode (DTC) de status „bevestigd en actief” heeft. Wanneer geen NCM wordt gedetecteerd die de activering van de teller zou rechtvaardigen, of wanneer alle voor die teller relevante storingen door een scanner of onderhoudsinstrument zijn gewist, stopt de teller en behoudt hij een van de in punt 11.4.2.1.2 gespecificeerde waarden.

*Tabel 4.4*

**Tellers en aansporing**

| | DTC-status voor eerste activering van de teller | Tellerwaarde voor lichte aansporing | Tellerwaarde voor sterke aansporing | Waarde waarop de teller blijft staan |
|---|---|---|---|---|
| Reagenskwaliteitsteller | bevestigd en actief | ≤ 10 uur | ≤ 20 uur | ≥ 90 % van de tellerwaarde voor sterke aansporing |
| Doseringsteller | bevestigd en actief | ≤ 10 uur | ≤ 20 uur | ≥ 90 % van de tellerwaarde voor sterke aansporing |
| EGR-klepteller | bevestigd en actief | ≤ 36 uur | ≤ 100 uur | ≥ 95 % van de tellerwaarde voor sterke aansporing |
| Bewakingssysteemteller | bevestigd en actief | ≤ 36 uur | ≤ 100 uur | ≥ 95 % van de tellerwaarde voor sterke aansporing |
| $NO_x$-grenswaarde, indien van toepassing | bevestigd en actief | ≤ 10 uur | ≤ 20 uur | ≥ 90 % van de tellerwaarde voor sterke aansporing |

11.4.2.1.4. Nadat de teller is blijven stilstaan, wordt hij weer op nul gezet wanneer de voor die teller relevante bewakingsfuncties ten minste eenmaal hun volledige bewakingscyclus hebben doorlopen zonder

▼B

een storing te hebben gedetecteerd, en er gedurende 40 motorbedrijfsuren sinds de teller is stilgezet geen voor die teller relevante storing is gedetecteerd (zie figuur 4.4).

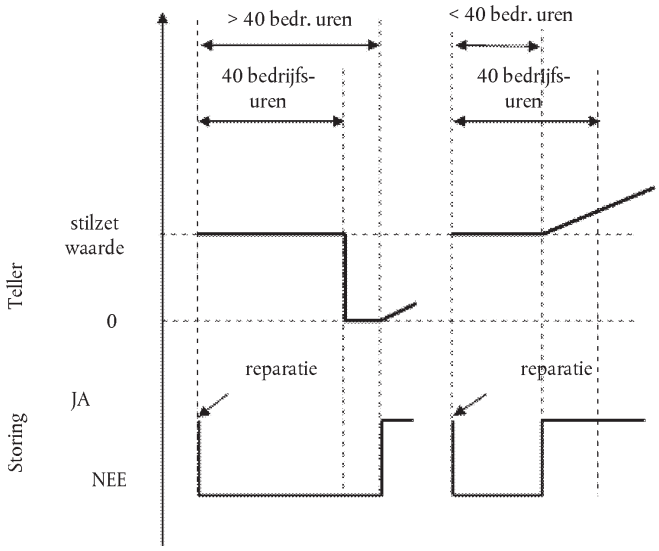
11.4.2.1.5. De teller moet voorttellen vanaf het punt waar hij was gestopt als een voor die teller relevante storing wordt gedetecteerd in een periode dat de teller dezelfde waarde behoudt (zie figuur 4.4).

12. **Illustratie van de activerings-, deactiverings- en tellermechanismen**

12.1. In dit onderdeel 12 worden de activerings-, deactiverings- en tellermechanismen voor enkele gangbare gevallen uiteengezet. De figuren en beschrijvingen in de punten 12.2, 12.3 en 12.4 dienen alleen ter illustratie van dit aanhangsel en mogen niet worden geciteerd als voorbeelden van de voorschriften van deze verordening of als definitieve beschrijvingen van de toe te passen procedures. De telleruren in de figuren 4.6 en 4.7 hebben betrekking op de maximumwaarden voor sterke aansporing in tabel 4.4. Ter vereenvoudiging is bijvoorbeeld het feit dat het waarschuwingssysteem ook actief is wanneer het aansporingssysteem actief is, niet in de illustraties aangegeven.

*Figuur 4.4*

**Reactivering en resetting op nul van een teller nadat deze is stilgezet**




12.2. Figuur 4.5 illustreert de werking van de activerings- en deactiveringsmechanismen bij de bewaking van de reagensbeschikbaarheid voor vier gevallen:

a) gebruik, geval 1: ondanks de waarschuwing blijft de bediener de niet voor de weg bestemde mobiele machine gebruiken totdat zij wordt uitgeschakeld;

▼B

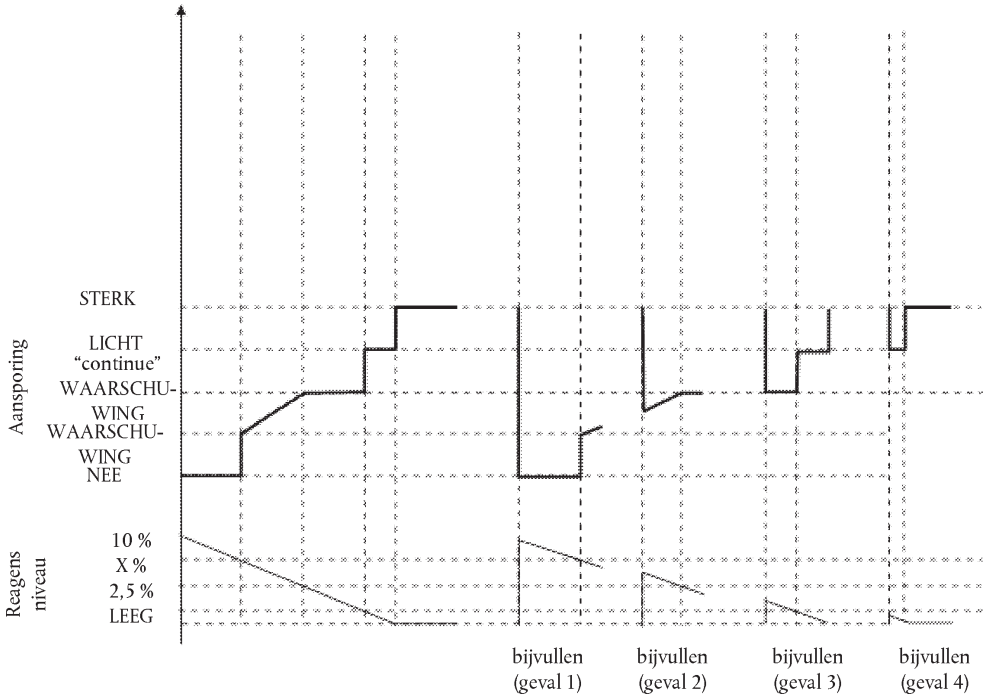
b) bijvullen, geval 1 („adequaat” bijvullen): de bediener vult het reagensreservoir zo bij dat de grenswaarde van 10 % wordt overschreden. Waarschuwing en aansporing worden gedeactiveerd;

c) bijvullen, gevallen 2 en 3 („inadequaat” bijvullen): het waarschuwingssysteem wordt geactiveerd. Het waarschuwingsniveau hangt af van de hoeveelheid beschikbaar reagens;

d) bijvullen, geval 4 („zeer inadequaat” bijvullen): de lichte aansporing wordt onmiddellijk geactiveerd.

*Figuur 4.5*

**Beschikbaarheid van reagens**




12.3. Figuur 4.6 illustreert drie gevallen van verkeerde reagenskwaliteit:

a) gebruik, geval 1: ondanks de waarschuwing blijft de bediener de niet voor de weg bestemde mobiele machine gebruiken totdat zij wordt uitgeschakeld;

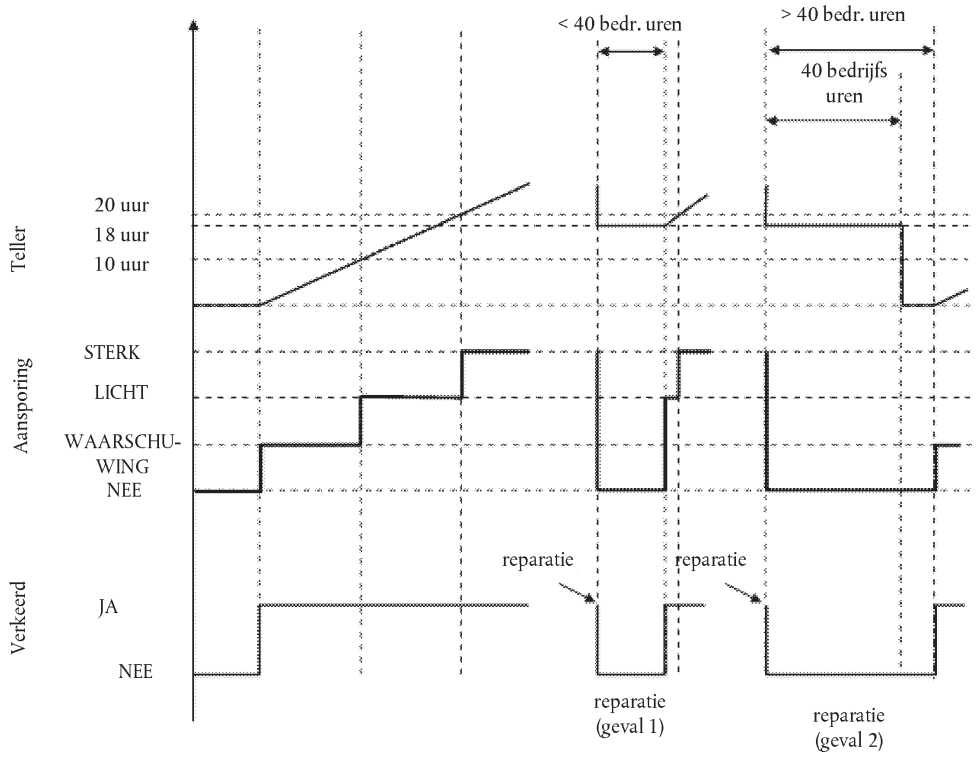
b) reparatie, geval 1 („slechte” of „bedrieglijke” reparatie): na uitschakeling van de niet voor de weg bestemde mobiele machine verandert de bediener de kwaliteit van het reagens, kort daarna vervangt hij het reagens weer door een reagens van slechte kwaliteit. Het aansporingssysteem wordt onmiddellijk gereactiveerd en de niet voor de weg bestemde mobiele machine wordt na 2 motorbedrijfsuren uitgeschakeld;

▼B

c) reparatie, geval 2 („goede” reparatie): na uitschakeling van de niet voor de weg bestemde mobiele machine corrigeert de bediener de kwaliteit van het reagens. Nadien wordt echter opnieuw bijgevuld met een reagens van slechte kwaliteit. De waarschuwings-, aansporings- en telprocedures herbeginnen van nul.

*Figuur 4.6*

**Vullen met een reagens van slechte kwaliteit**




12.4. Figuur 4.7 illustreert drie gevallen van storing van het ureumdoseersysteem. In deze figuur wordt ook de procedure geïllustreerd die van toepassing is bij de in onderdeel 9 beschreven bewakingsstoringen:

a) gebruik, geval 1: ondanks de waarschuwing blijft de bediener de niet voor de weg bestemde mobiele machine gebruiken totdat zij wordt uitgeschakeld;

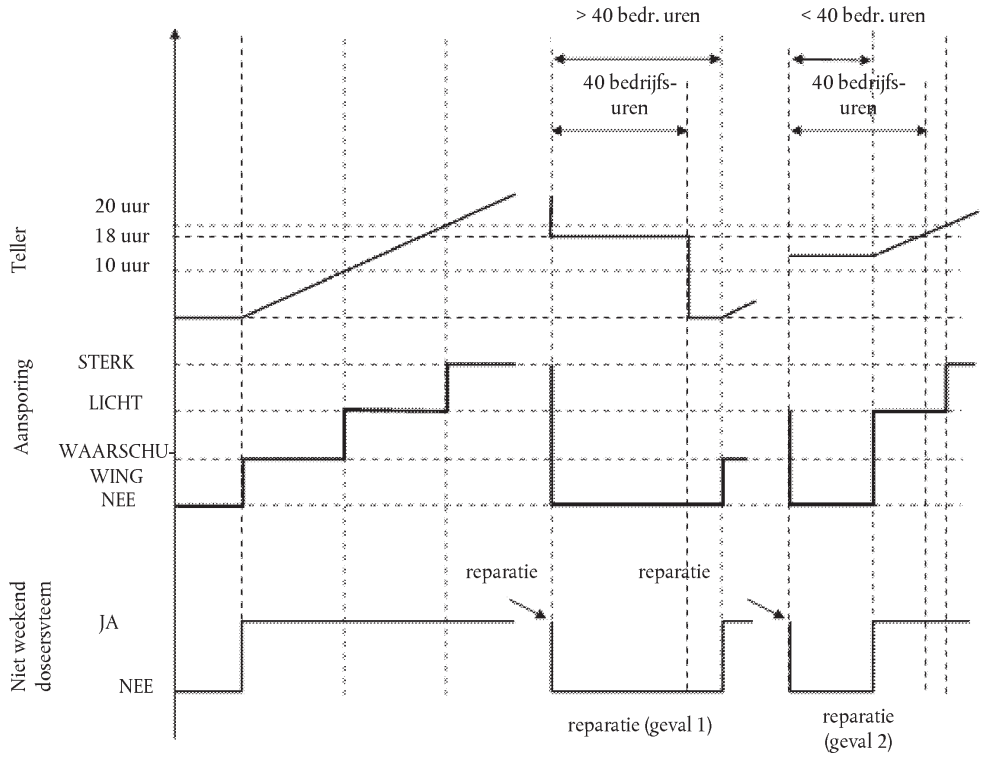
b) reparatie, geval 1 („goede” reparatie): na uitschakeling van de niet voor de weg bestemde mobiele machine repareert de bediener het doseersysteem. Nadien doet zich in het doseersysteem echter opnieuw een storing voor. De waarschuwings-, aansporings- en telprocedures herbeginnen van nul;

c) reparatie, geval 2 („slechte” reparatie): tijdens de periode van lichte aansporing (koppelvermindering) repareert de bediener het doseersysteem. Kort daarna valt het doseersysteem echter weer uit. Het lichte-aansporingssysteem wordt onmiddellijk gereactiveerd en de teller herbegint bij de waarde die hij op het moment van de reparatie had.

▼B

*Figuur 4.7*

**Storing van het reagensdoseersysteem**




13. **Demonstratie van de minimaal aanvaardbare reagensconcentratie $CD_{min}$**

13.1. Tijdens de EU-typegoedkeuring toont de fabrikant de correcte waarde van $CD_{min}$ aan door voor motoren van de subcategorieën NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 en NRE-v-6 de warmstart-NRTC en voor alle andere categorieën de toepasselijke NRSC uit te voeren met een reagens met de concentratie $CD_{min}$.

13.2. De test moet de toepasselijke NCD-cyclus (-cycli) of de door de fabrikant gedefinieerde voorconditioneringscyclus volgen, waarbij de kwaliteit van het reagens met de concentratie $CD_{min}$ door een $NO_x$-beheersingssysteem met gesloten circuit kan worden aanpast.

▼M2

13.3. De uit deze test voortvloeiende verontreinigende emissies mogen niet hoger zijn dan de in punt 7.1.1 gespecificeerde $NO_x$-grenswaarde.

13.4. Documentatie van de demonstratie

13.4.1. De demonstratie van de minimaal aanvaardbare reagensconcentratie wordt vastgelegd in een demonstratieverslag. Dat verslag:

a) bevat een vermelding van de onderzochte storingen;

b) bevat een beschrijving van de uitgevoerde demonstratie, met vermelding van de toepasselijke testcyclus;

c) bevat een vestiging dat de uit deze demonstratie voortvloeiende verontreinigende emissies niet hoger zijn dan de in punt 7.1.1 gespecificeerde $NO_x$-grenswaarde;

d) wordt opgenomen in het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier.

▼B

*Aanhangsel 2*

**Aanvullende technische voorschriften voor $NO_x$-beheersingsmaatregelen voor motoren van de categorieën IWP, IWA en RLR, met inbegrip van de methode om die strategieën aan te tonen**

1. **Inleiding**

Dit aanhangsel bevat de aanvullende voorschriften om de correcte werking van de $NO_x$-beheersingsmaatregelen voor motoren van de categorieën IWP, IWA en RLR te waarborgen.

▼M2

2. **Algemene voorschriften**

De voorschriften van aanhangsel 1 zijn van toepassing op de motoren waarop dit aanhangsel van toepassing is, behalve voor zover in de punten 3 en 4 van dit aanhangsel anders is bepaald.

3. **Uitzonderingen op de voorschriften van aanhangsel 1**

Om veiligheidsredenen is het in de punten 5 en 11.3 van aanhangsel 1 beschreven aansporingssysteem voor de bediener niet van toepassing op de motoren waarop dit aanhangsel van toepassing is. Het in punt 4 van dit aanhangsel opgenomen voorschrift om gegevens in een boordcomputer op te slaan, is telkens van toepassing wanneer overeenkomstig de punten 2.3.2.3.2, 6.3, 7.3, 8.4 en 9.4 van aanhangsel 1 de aansporing zou worden geactiveerd.

4. **Voorschriften voor het opslaan van incidenten waarbij de motor met onvoldoende reagensinspuiting of met reagens van onvoldoende kwaliteit werkt**

4.1. De boordcomputer moet in een permanent computergeheugen of tellers het totale aantal en de duur van alle incidenten vastleggen waarbij de motor met onvoldoende reagensinspuiting of met reagens van onvoldoende kwaliteit werkt en deze informatie mag niet opzettelijk gewist kunnen worden.

4.1.1. De nationale inspectie-instanties moeten deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen.

4.1.2. In het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier wordt een beschrijving opgenomen van de verbinding en de methode voor het uitlezen van deze gegevens.

4.2. De duur van een overeenkomstig punt 4.1 in de boordcomputer vastgelegd incident waarbij het reagensniveau onvoldoende is, in plaats van de aansporing overeenkomstig punt 6.3 van aanhangsel 1, begint wanneer het reagensreservoir leeg raakt, d.w.z. als het doseersysteem geen reagens meer uit het reservoir kan putten, of wanneer het door de fabrikant gekozen niveau van minder dan 2,5 % van de nominale reservoirinhoud is bereikt.

4.3. De duur van een overeenkomstig punt 4.1 in de boordcomputer vastgelegd incident, in plaats van de aansporing overeenkomstig de punten 6.3, 7.3, 8.4 en 9.4 van aanhangsel 1, begint wanneer de desbetreffende teller de in tabel 4.4 van aanhangsel 1 vermelde waarde voor sterke aansporing bereikt.

4.4. De duur van een overeenkomstig punt 4.1 in de boordcomputer vastgelegd incident, in plaats van de aansporing overeenkomstig punt 2.3.2.3.2 van aanhangsel 1, begint wanneer de aansporing zou zijn begonnen.

▼**M2**

4.5. De duur van een overeenkomstig punt 4.1 in de boordcomputer vastgelegd incident eindigt wanneer het incident is opgelost.

4.6. Bij de uitvoering van een demonstratie overeenkomstig onderdeel 10.4 van aanhangsel 1 wordt de demonstratie uitgevoerd overeenkomstig de voorschriften die van toepassing zijn op de demonstratie van het sterkeaansporingssysteem, maar wordt de demonstratie van het sterkeaansporingssysteem vervangen door een demonstratie van de opslag van een incident waarbij de motor met onvoldoende reagensinspuiting of met reagens van onvoldoende kwaliteit werkt.

▼B

*Aanhangsel 3*

**Aanvullende technische voorschriften voor $NO_x$-beheersingsmaatregelen voor motoren van categorie RLL**

1. **Inleiding**

Dit aanhangsel bevat de aanvullende voorschriften om de correcte werking van de $NO_x$-beheersingsmaatregelen voor motoren van categorie RLL te waarborgen. Het bevat ook voorschriften voor motoren waarbij een reagens wordt gebruikt om de emissies te beperken. De toepassing van de in dit aanhangsel opgenomen bepalingen inzake bedienersinstructies, montagedocumenten en waarschuwingssysteem voor de bediener, moet een voorwaarde van de EU-typegoedkeuring zijn.

2. **Vereiste informatie**

2.1. De fabrikant moet informatie verstrekken die een volledige beschrijving geeft van de functionele werkingskenmerken van de $NO_x$-beheersingsmaatregelen overeenkomstig deel A, punt 1.5, van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656.

2.2. Als het emissiebeheersingssysteem een reagens nodig heeft, specificeert de fabrikant in het in aanhangsel 3 van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven inlichtingenformulier de kenmerken van dat reagens, zoals het type reagens, informatie over de concentratie van het opgeloste reagens, bedrijfstemperatuursomstandigheden en verwijzing naar internationale normen wat de samenstelling en kwaliteit ervan betreft.

3. **Beschikbaarheid van het reagens en waarschuwingssysteem voor de bediener**

Wanneer een reagens wordt gebruik, moet een voorwaarde van de EU-typegoedkeuring zijn dat indicatoren of andere geschikte middelen worden verstrekt, naargelang de configuratie van de niet voor de weg bestemde machine, die de bediener informeren:

a) over de in het reagensreservoir resterende hoeveelheid reagens en, met een specifiek extra signaal, wanneer deze hoeveelheid minder dan 10 % van de volledige reservoirinhoud bedraagt;

b) als het reagensreservoir leeg of bijna leeg is;

c) als het reagens in het opslagreservoir volgens het geïnstalleerde evaluatiemiddel niet voldoet aan de kenmerken die zijn opgegeven en vastgelegd in het in aanhangsel 3 van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven inlichtingenformulier;

d) als de dosering van het reagens in andere gevallen wordt onderbroken dan die welke door de elektronische regeleenheid van de motor of de doseereenheid worden uitgevoerd, als reactie op bedrijfsomstandigheden van de motor waarin geen dosering nodig is, op voorwaarde dat deze bedrijfsomstandigheden aan de goedkeuringsinstantie worden meegedeeld.

4. **Kwaliteit van het reagens**

Naar keuze van de fabrikant wordt met een van de volgende middelen voldaan aan de voorschriften voor de overeenstemming van het reagens met de opgegeven kenmerken en de daarvoor geldende tolerantie inzake $NO_x$-emissies:

a) een direct middel, zoals een reagenskwaliteitssensor;

▼B

b) een indirect middel, zoals een $NO_x$-sensor in het uitlaatsysteem om de efficiëntie van het reagens te evalueren;

c) gelijk welk ander middel, op voorwaarde dat het ten minste even efficiënt is als dat onder a) of b) en dat nog steeds aan de belangrijkste voorschriften van dit onderdeel 4 wordt voldaan.

▼B

*Aanhangsel 4*

**Technische voorschriften voor beheersingsmaatregelen voor verontreinigende deeltjes, met inbegrip van de methode om die maatregelen aan te tonen**

1. **Inleiding**

Dit aanhangsel bevat de voorschriften om de correcte werking van de beheersingsmaatregelen voor verontreinigende deeltjes te waarborgen.

2. **Algemene voorschriften**

De motor moet zijn uitgerust met een diagnosesysteem van de deeltjesbeheersing (PCD) dat de in deze bijlage bedoelde storingen van het deeltjesnabehandelingssysteem kan identificeren. Alle onder dit onderdeel 2 vallende motoren moeten zo zijn ontworpen, gebouwd en gemonteerd dat zij onder normale gebruiksomstandigheden tijdens de volledige normale levensduur van de motor aan deze voorschriften kunnen voldoen. Hierbij is het aanvaardbaar dat motoren die langer zijn gebruikt dan de in bijlage V bij Verordening (EU) 2016/1628 vermelde emissieduurzaamheidsperiode, enige achteruitgang van de prestaties en de gevoeligheid van het PCD vertonen.

2.1. Vereiste informatie

2.1.1. Als het emissiebeheersingssysteem een reagens nodig heeft, bv. een brandstofadditief met katalytische werking, specificeert de fabrikant in het in aanhangsel 3 van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven inlichtingenformulier de kenmerken van dat reagens, zoals het type reagens, informatie over de concentratie van het opgeloste reagens, bedrijfstemperatuursomstandigheden en verwijzing naar internationale normen wat de samenstelling en kwaliteit ervan betreft.

2.1.2. Bij de EU-typegoedkeuring moet een gedetailleerde beschrijving van de functionele kenmerken van de werking van het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem voor de bediener aan de goedkeuringsinstantie worden verstrekt.

2.1.3. De fabrikant moet montagedocumenten verstrekken die, wanneer zij door de OEM worden gebruikt, ervoor zorgen dat de motor, met inbegrip van het emissiebeheersingssysteem dat deel uitmaakt van het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie, bij montage in de niet voor de weg bestemde mobiele machine samen met de noodzakelijke machinedelen zo zal werken dat aan de voorschriften van deze bijlage wordt voldaan. Deze documentatie moet de gedetailleerde technische voorschriften en de voorzieningen van de motor (software, hardware en communicatie) omvatten die nodig zijn om de motor correct in de niet voor de weg bestemde mobiele machine te kunnen monteren.

2.2. Bedrijfsomstandigheden

▼M2

2.2.1. Het PCD-systeem moet ten minste operationeel zijn bij de toepasselijke controleomstandigheden die in punt 2.4 van bijlage IV voor elke motorcategorie zijn vastgesteld. Indien het technisch mogelijk is, moet het diagnosesysteem ook buiten dit bereik operationeel blijven.

▼B

2.3. Voorschriften inzake diagnose

2.3.1. Het PCD-systeem moet de in deze bijlage behandelde storingen van de deeltjesbeheersing (PCM's) aan de hand van de in het computergeheugen opgeslagen diagnosefoutcodes (DTC's) kunnen identificeren en die informatie op verzoek aan een extern systeem kunnen verstrekken.

▼B

2.3.2. Voorschriften voor het registreren van diagnosefoutcodes (DTC's)

2.3.2.1. Het PCD-systeem registreert voor elke afzonderlijke PCM een DTC.

2.3.2.2. Het PCD-systeem concludeert binnen de in tabel 4.5 vermelde motorbedrijfsperioden of er een detecteerbare storing aanwezig is. Op dat ogenblik wordt een „bevestigde en actieve" DTC opgeslagen en wordt het in onderdeel 4 beschreven waarschuwingssysteem geactiveerd.

▼M2

2.3.2.3. Wanneer de motor langer dan de in tabel 4.5 vermelde periode moet hebben gedraaid voordat de bewakingsfuncties een PCM nauwkeurig kunnen detecteren en bevestigen (bv. bewakingsfuncties die gebruikmaken van statistische modellen of voor het vloeistofverbruik van de niet voor de weg bestemde mobiele machine), kan de goedkeuringsinstantie een langere bewakingstermijn toestaan op voorwaarde dat de fabrikant de noodzaak daarvan onderbouwt (bv. technische redenen, testresultaten, opgedane ervaring enz.).

▼B

*Tabel 4.5*

**Typen bewakingsfuncties en periodes waarbinnen een „bevestigde en actieve" DTC moet worden opgeslagen**

| Type bewakingsfunctie | Periode van geaccumuleerde bedrijfstijd waarbinnen een „bevestigde en actieve" DTC moet worden opgeslagen |
|---|---|
| Verwijdering van het deeltjesnabehandelingssysteem | 60 minuten niet-stationair motorbedrijf |
| Functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem | 240 minuten niet-stationair motorbedrijf |
| Storing van het PCD-systeem | 60 minuten motorbedrijf |

2.3.3. Voorschriften voor het wissen van diagnosefoutcodes (DTC's)

a) Een DTC mag door het PCD-systeem zelf niet uit het computergeheugen worden gewist zolang de aan die DTC gerelateerde storing niet is verholpen.

b) Het PCD-systeem mag alle DTC's wissen op verzoek van een merkgebonden scanner of onderhoudsinstrument die of dat door de motorfabrikant op verzoek wordt verstrekt, of met een door de motorfabrikant verstrekte toegangscode.

c) De overeenkomstig punt 5.2 in een permanent geheugen opgeslagen gegevens van incidenten waarbij de motor met een bevestigde en actieve DTC werkt, mogen niet worden gewist.

2.3.4. Een PCD-systeem mag niet zodanig zijn geprogrammeerd of anderszins ontworpen dat het tijdens de werkelijke levensduur van de motor op basis van de leeftijd van de niet voor de weg bestemde mobiele machine geheel of gedeeltelijk wordt gedeactiveerd en mag ook geen algoritme of strategie bevatten om de doeltreffendheid van het PCD-systeem mettertijd te verminderen.

2.3.5. Alle herprogrammeerbare computercodes of bedrijfsparameters van het PCD-systeem moeten tegen manipulatie bestand zijn.

▼B

2.3.6. PCD-motorfamilie

De fabrikant is verantwoordelijk voor het bepalen van de samenstelling van een PCD-motorfamilie. Het groeperen van motoren binnen een PCD-motorfamilie moet op goede ingenieursinzichten zijn gebaseerd en aan de goedkeuringsinstantie ter goedkeuring worden voorgelegd.

Motoren die niet tot dezelfde motorfamilie behoren, kunnen toch tot dezelfde PCD-motorfamilie behoren.

2.3.6.1. Parameters die een PCD-motorfamilie bepalen

Een PCD-motorfamilie wordt gekenmerkt door elementaire ontwerpparameters die de motoren binnen die familie gemeen hebben.

Om te worden geacht tot dezelfde PCD-motorfamilie te behoren, moeten de volgende elementaire parameters van de motoren vrijwel gelijk zijn:

a) werkingsprincipe van het deeltjesnabehandelingssysteem (bv. mechanisch, aerodynamisch, diffusie, traagheid, periodieke regeneratie, continue regeneratie enz.);

b) PCD-bewakingsmethoden;

c) PCD-bewakingscriteria;

d) bewakingsparameters (bv. frequentie).

Deze overeenkomsten moeten door de fabrikant met een relevante technische demonstratie of andere passende procedures worden aangetoond en door de goedkeuringsinstantie worden goedgekeurd.

De fabrikant mag de goedkeuringsinstantie om goedkeuring verzoeken van kleine verschillen in de methoden voor het bewaken/diagnosticeren van het PCD-bewakingssysteem als gevolg van variaties in de motorconfiguratie, wanneer die methoden door de fabrikant als soortgelijk worden beschouwd en ze alleen verschillen om te beantwoorden aan specifieke eigenschappen van de onderdelen in kwestie (bv. afmetingen, uitlaatgasstroom enz.), of de overeenkomsten zijn gebaseerd op goede ingenieursinzichten.

3. **Onderhoudsvoorschriften**

▼M2

3.1. De OEM moet alle eindgebruikers van nieuwe niet voor de weg bestemde mobiele machines overeenkomstig bijlage XV schriftelijke instructies over het emissiebeheersingssysteem en de correcte werking ervan verstrekken.

▼B

4. **Waarschuwingssysteem voor de bediener**

4.1. De niet voor de weg bestemde mobiele machine moet voorzien zijn van een waarschuwingssysteem voor de bediener met visuele signalen.

4.2. Het waarschuwingssysteem voor de bediener mag uit een of meer lampjes bestaan of mag korte berichten weergeven.

Het systeem dat voor het weergeven van deze berichten wordt gebruikt, mag hetzelfde zijn als voor andere onderhouds- of NCD-doeleinden wordt toegepast.

▼B

Het waarschuwingssysteem moet aangeven dat een dringende reparatie noodzakelijk is. Als het waarschuwingssysteem een systeem voor berichtenweergave omvat, wordt een bericht getoond met de reden van de waarschuwing (bv. „sensor ontkoppeld" of „kritische emissiestoring").

4.3. Naar keuze van de fabrikant mag het waarschuwingssysteem een geluidssignaal geven om de bediener te waarschuwen. De uitschakeling van geluidssignalen door de bediener is toegestaan.

4.4. Het waarschuwingssysteem voor de bediener wordt geactiveerd zoals aangegeven in punt 2.3.2.2.

4.5. Het waarschuwingssysteem voor de bediener wordt gedeactiveerd als niet meer wordt voldaan aan de voorwaarden voor activering. Het waarschuwingssysteem voor de bediener mag niet automatisch worden gedeactiveerd zonder dat de oorzaak van de activering is weggenomen.

4.6. Het waarschuwingssysteem mag tijdelijk worden onderbroken door andere waarschuwingssignalen met belangrijke berichten in verband met de veiligheid.

4.7. In de aanvraag voor EU-typegoedkeuring krachtens Verordening (EU) 2016/1628 toont de fabrikant overeenkomstig onderdeel 9 de werking van het waarschuwingssysteem voor de bediener aan.

5. **Systeem voor de opslag van informatie over de activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener**

5.1. Het PCD-systeem omvat een permanent computergeheugen of tellers voor het opslaan van incidenten waarbij de motor met een bevestigde en actieve DTC werkt en deze informatie mag niet opzettelijk gewist kunnen worden.

5.2. Het PCD slaat in het permanente geheugen het totale aantal en de duur van alle incidenten op waarbij de motor met een bevestigde en actieve DTC heeft gewerkt en het waarschuwingssysteem voor de bediener gedurende 20 bedrijfsuren van de motor, of een kortere duur naar keuze van de fabrikant, actief is geweest.

5.3. De nationale autoriteiten moeten deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen.

▼M2

5.4. in het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier wordt een beschrijving opgenomen van de verbinding en de methode voor het uitlezen van deze gegevens.

▼B

6. **Bewaking voor verwijdering van het deeltjesnabehandelingssysteem**

▼M2

6.1. Wanneer het deeltjesnabehandelingssysteem volledig wordt verwijderd, of wanneer sensoren worden verwijderd die gebruikt worden om de werking ervan te bewaken, activeren, deactiveren of moduleren, moet het PCD-systeem dat detecteren.

▼B

7. **Aanvullende voorschriften voor een deeltjesnabehandelingssysteem dat gebruikmaakt van een reagens (bv. brandstofadditief met katalytische werking)**

7.1. In het geval van een bevestigde en actieve DTC voor verwijdering van het deeltjesnabehandelingssysteem of functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem, wordt de reagensdosering onmiddellijk onderbroken. De dosering wordt hervat wanneer de DTC niet meer actief is.

7.2. Het waarschuwingssysteem wordt geactiveerd wanneer het reagensniveau in het additiefreservoir onder de door de fabrikant gespecificeerde minimumwaarde komt.

▼B

8. **Bewaking van storingen die aan manipulatie kunnen worden toegeschreven**

8.1. Naast verwijdering van het deeltjesnabehandelingssysteem worden ook de volgende storingen bewaakt, omdat zij aan manipulatie kunnen worden toegeschreven:

a) functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem;

b) storingen van het PCD-systeem, zoals beschreven in punt 8.3.

8.2. Bewaking voor functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem

Het PCD moet de volledige verwijdering van het substraat van het deeltjesnabehandelingssysteem detecteren („leeg reservoir"). In dit geval zijn de behuizing van het deeltjesnabehandelingssysteem en de sensoren die gebruikt worden om de werking ervan te bewaken, activeren, deactiveren of moduleren, nog aanwezig.

8.3. Bewaking van storingen van het PCD-systeem

8.3.1. Het PCD-systeem moet worden bewaakt op elektrische storingen en op verwijdering of deactivering van sensoren of actuatoren waardoor het systeem geen andere in de punten 6.1 en 8.1, onder a), (onderdeelbewaking) genoemde storingen kan opsporen.

Sensoren die de diagnosecapaciteit beïnvloeden, zijn bijvoorbeeld sensoren die het drukverschil over het deeltjesnabehandelingssysteem direct meten en sensoren die de uitlaatgastemperatuur meten om de regeneratie van het deeltjesnabehandelingssysteem te regelen.

8.3.2. Wanneer een storing of de verwijdering of deactivering van één sensor of actuator van het PCD-systeem niet verhindert dat de in punt 6.1 en punt 8.1, onder a), genoemde storingen binnen de vereiste tijd worden opgespoord (redundant systeem), is de activering van het waarschuwingssysteem voor de bediener en de opslag van informatie over die activering niet vereist, tenzij er bevestigde en actieve aanvullende storingen van sensoren of actuatoren zijn.

9. **Demonstratievoorschriften**

9.1. Algemeen

Tijdens de EU-typegoedkeuring moet de naleving van de voorschriften van dit aanhangsel worden aangetoond door een demonstratie van de activering van het waarschuwingssysteem uit te voeren, zoals geïllustreerd in tabel 4.6 en gespecificeerd in dit onderdeel 9.

*Tabel 4.6*

**Illustratie van de inhoud van de demonstratieprocedure overeenkomstig punt 9.3**

| Mechanisme | Elementen van de demonstratie |
|---|---|
| Activering van het waarschuwingssysteem overeenkomstig punt 4.4 | — 2 activeringstests (inclusief functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem)<br>— aanvullende elementen, naargelang het geval |

▼B

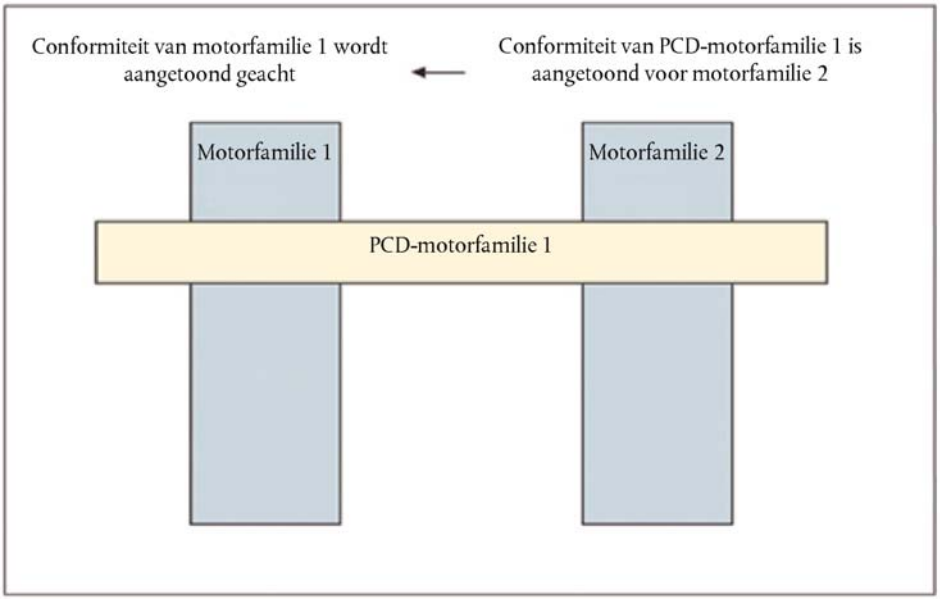
9.2. Motorfamilies en PCD-motorfamilies

▼M2

9.2.1. Indien motoren van een motorfamilie overeenkomstig punt 2.3.6 (figuur 4.8) behoren tot een PCD-motorfamilie waarvoor al EU-typegoedkeuring is verleend, wordt de naleving van de voorschriften door die motorfamilie zonder verdere tests geacht te zijn aangetoond mits de fabrikant aan de instantie aantoont dat de voor de naleving van de voorschriften van dit aanhangsel vereiste bewakingssystemen binnen de desbetreffende motor- en PCD-motorfamilie nagenoeg dezelfde zijn.

*Figuur 4.8*

**Eerder aangetoonde conformiteit van een PCD-motorfamilie**




▼B

9.3. Demonstratie van de activering van het waarschuwingssysteem

9.3.1. Dat de activering van het waarschuwingssysteem voldoet aan de voorschriften, wordt aangetoond met twee tests: een voor functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem en een voor een van de in punt 6 of 8.3 van deze bijlage genoemde storingscategorieën.

9.3.2. Keuze van de te testen storingen

9.3.2.1. De fabrikant verstrekt aan de goedkeuringsinstantie een lijst van mogelijke dergelijke storingen.

9.3.2.2. De goedkeuringsinstantie beslist welke storing uit de in punt 9.3.2.1 bedoelde lijst wordt getest.

9.3.3. Demonstratie

9.3.3.1. Met het oog op deze demonstratie wordt een afzonderlijke test uitgevoerd voor functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem als bedoeld in punt 8.2 en voor de in de punten 6 en 8.3 bedoelde storingen. Functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem wordt gecreëerd door het substraat volledig uit de behuizing van het deeltjesnabehandelingssysteem te verwijderen.

9.3.3.2. Tijdens een test mag zich geen andere storing voordoen dan die waarvoor de test is bedoeld.

▼B

9.3.3.3. Vóór het begin van een test moeten alle DTC's zijn gewist.

9.3.3.4. Op verzoek van de fabrikant en met het akkoord van de goedkeuringsinstantie mogen de te testen storingen worden gesimuleerd.

9.3.3.5. Detectie van storingen

9.3.3.5.1. Het PCD-systeem moet reageren op de invoering van een door de goedkeuringsinstantie overeenkomstig dit aanhangsel gekozen storing. Dit wordt geacht te zijn aangetoond als de activering binnen het in tabel 4.7 vermelde aantal opeenvolgende PCD-testcycli plaatsvindt.

Wanneer in de beschrijving van het bewakingssysteem is gespecificeerd en door de goedkeuringsinstantie is aanvaard dat voor een specifieke bewakingsfunctie meer dan het in tabel 4.7 vermelde aantal PCD-testcycli nodig is om de bewaking te voltooien, mag het aantal PCD-testcycli met maximaal 50 % worden verhoogd.

Na elke afzonderlijke PCD-testcyclus van de demonstratietest mag de motor worden uitgezet. In de periode totdat de motor opnieuw wordt gestart, moet rekening worden gehouden met elke bewaking die eventueel na het uitzetten van de motor kan plaatsvinden en met alle voorwaarden die moeten worden vervuld voor bewaking bij het opnieuw starten van de motor.

*Tabel 4.7*

**Typen bewakingsfuncties en aantal PCD-testcycli waarbinnen een bevestigde en actieve DTC moet worden opgeslagen**

| Type bewakingsfunctie | Aantal PCD-testcycli waarbinnen een bevestigde en actieve DTC moet worden opgeslagen |
|---|---|
| Verwijdering van het deeltjesnabehandelingssysteem | 2 |
| Functie-uitval van het deeltjesnabehandelingssysteem | 8 |
| Storing van het PCD-systeem | 2 |

9.3.3.6. PCD-testcyclus

9.3.3.6.1. De in dit onderdeel 9 bedoelde PCD-testcyclus waarmee de goede werking van het bewakingssysteem van het deeltjesnabehandelingssysteem moet worden aangetoond, is voor motoren van de subcategorieën NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 en NRE-v-6 de warmstart-NRTC en voor alle andere categorieën de toepasselijke NRSC.

9.3.3.6.2. Op verzoek van de fabrikant en met het akkoord van de goedkeuringsinstantie kan voor een specifieke bewakingsfunctie een alternatieve PCD-testcyclus worden gebruikt (bv. een andere dan de NRTC of de NRSC). Het verzoek moet elementen (technische overwegingen, simulatie, testresultaten enz.) bevatten om aan te tonen dat:

▼M2

a) de gevraagde testcyclus een bewakingsfunctie oplevert die in reële bedrijfsomstandigheden zal werken, en

▼B

b) de in punt 9.3.3.6.1 vermelde toepasselijke PCD-testcyclus minder geschikt is voor de bewakingsfunctie in kwestie.

9.3.3.7 Opstelling voor demonstratie van de activering van het waarschuwingssysteem

9.3.3.7.1. De demonstratie van de activering van het waarschuwingssysteem vindt plaats door tests op een motortestbank uit te voeren.

9.3.3.7.2. Alle voor de demonstraties vereiste onderdelen of subsystemen die niet fysiek op de motor zijn gemonteerd, zoals onder meer omgevingstemperatuursensoren, niveausensoren, waarschuwings- en informatiesystemen voor de bediener, worden daartoe tot tevredenheid van de goedkeuringsinstantie op de motor aangesloten of gesimuleerd.

9.3.3.7.3. Niettegenstaande punt 9.3.3.7.1 mogen de demonstratietests, indien de fabrikant het wenst en de goedkeuringsinstantie ermee instemt, op een of meer complete niet voor de weg bestemde mobiele machines worden uitgevoerd door die machines op een geschikte testbank te monteren of er onder gecontroleerde omstandigheden mee op een testbaan te rijden.

9.3.4. De activering van het waarschuwingssysteem wordt geacht te zijn aangetoond als het systeem aan het eind van elke overeenkomstig punt 9.3.3 uitgevoerde demonstratietest naar behoren is geactiveerd en de DTC voor de geselecteerde storing de status „bevestigd en actief” heeft.

9.3.5 Wanneer een demonstratietest voor functie-uitval of verwijdering van het deeltjesnabehandelingssysteem wordt uitgevoerd op een deeltjesnabehandelingssysteem dat een reagens gebruikt, moet ook worden bevestigd dat de reagensdosering is onderbroken.

▼M2

9.3.6. Documentatie van de demonstratie

9.3.6.1. De demonstratie van het PCD-systeem wordt vastgelegd in een demonstratieverslag. Dat verslag:

a) bevat een vermelding van de onderzochte storingen;

b) bevat een beschrijving van de uitgevoerde demonstratie, met vermelding van de toepasselijke testcyclus;

c) bevat een bevestiging dat de in deze verordening voorgeschreven toepasselijke waarschuwingen werden geactiveerd;

d) wordt opgenomen in het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier.

▼B

*BIJLAGE V*

**Metingen en tests in verband met het gebied van de testcyclus in statische toestand, niet voor wegverkeer**

1. **Algemene voorschriften**

Deze bijlage is van toepassing op elektronisch geregelde motoren van de categorieën NRE, NRG, IWP, IWA en RLR die voldoen aan de emissiegrenswaarden voor fase V in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 en waarbij zowel de dosering als de timing van de brandstofinspuiting elektronisch wordt geregeld of waarbij het emissiebeheersingssysteem voor de vermindering van $NO_x$ elektronisch wordt geactiveerd, gedeactiveerd of gemoduleerd.

▼M2

Deze bijlage bevat de technische voorschriften in verband met het gebied van de toepasselijke NRSC waarin de toegestane overschrijding van de emissiegrenswaarden van bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 beheerst wordt.

Wanneer een motor overeenkomstig de testvoorschriften van onderdeel 4 wordt getest, mogen de op een willekeurig gekozen punt binnen het in onderdeel 2 gedefinieerde beheersgebied bemonsterde emissies van verontreinigende gassen en deeltjes de toepasselijke emissiegrenswaarden in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628, vermenigvuldigd met factor 2,0, niet overschrijden.

▼B

In onderdeel 3 wordt beschreven hoe de technische dienst tijdens de emissiebanktest aanvullende meetpunten binnen het beheersgebied selecteert om aan te tonen dat aan de voorschriften van dit onderdeel 1 is voldaan.

De fabrikant mag de technische dienst verzoeken tijdens de in onderdeel 3 beschreven demonstratie bepaalde bedrijfspunten van een van de in onderdeel 2 gedefinieerde beheersgebieden uit te sluiten. De technische dienst mag dit verzoek inwilligen als de fabrikant kan aantonen dat de motor bij geen enkele combinatie van een niet voor de weg bestemde mobiele machine ooit op die punten zal kunnen werken.

▼M2

In de montage-instructies die de fabrikant overeenkomstig bijlage XIV aan de OEM verstrekt, worden de boven- en ondergrens van het toepasselijke beheersgebied aangegeven en wordt een verklaring opgenomen om te verduidelijken dat de OEM de motor niet op zodanige wijze mag monteren dat de motor gedwongen wordt permanent uitsluitend bij combinaties van toerental en koppel te werken die buiten het beheersgebied voor de koppelcurve voor het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie liggen.

▼B

2. **Motorbeheersgebied**

Het toepasselijke beheersgebied voor de uitvoering van de motortest is het in dit onderdeel 2 vastgestelde gebied, dat overeenkomt met de toepasselijke NRSC voor de motor die wordt getest.

2.1. Beheersgebied voor motoren die volgens NRSC-cyclus C1 worden getest

Deze motoren werken bij variabel toerental en variabele belasting. Er gelden, afhankelijk van de (sub)categorie van de motor en het toerental waarmee de motor draait, verschillende uitsluitingen van het beheersgebied.

▼B

2.1.1. Motoren van categorie NRE met variabel toerental en een maximaal nettovermogen ≥ 19 kW, motoren van categorie IWA met variabel toerental en een maximaal nettovermogen ≥ 300 kW, motoren van categorie RLR met variabel toerental en motoren van categorie NRG met variabel toerental

Het beheersgebied (zie figuur 5.1) wordt als volgt gedefinieerd:

bovengrens koppel: vollastkoppelcurve;

toerentalgebied: toerental A tot $n_{hi}$;

waarbij:

toerental A = $n_{lo} + 0{,}15 \cdot (n_{hi} - n_{lo})$;

$n_{hi}$ = hoog toerental [zie artikel 1, punt 12],

$n_{lo}$ = laag toerental [zie artikel 1, punt 13].

De volgende motorbedrijfsomstandigheden worden van de tests uitgesloten:

a) punten onder 30 % van het maximumkoppel;

b) punten onder 30 % van het maximale nettovermogen.

Indien het gemeten motortoerental A binnen ± 3 % van het door de fabrikant opgegeven motortoerental ligt, worden de opgegeven motortoerentallen gebruikt. Als de tolerantie voor een van de testtoerentallen wordt overschreden, worden de gemeten motortoerentallen gebruikt.

Tussenliggende testpunten binnen het beheersgebied worden als volgt bepaald:

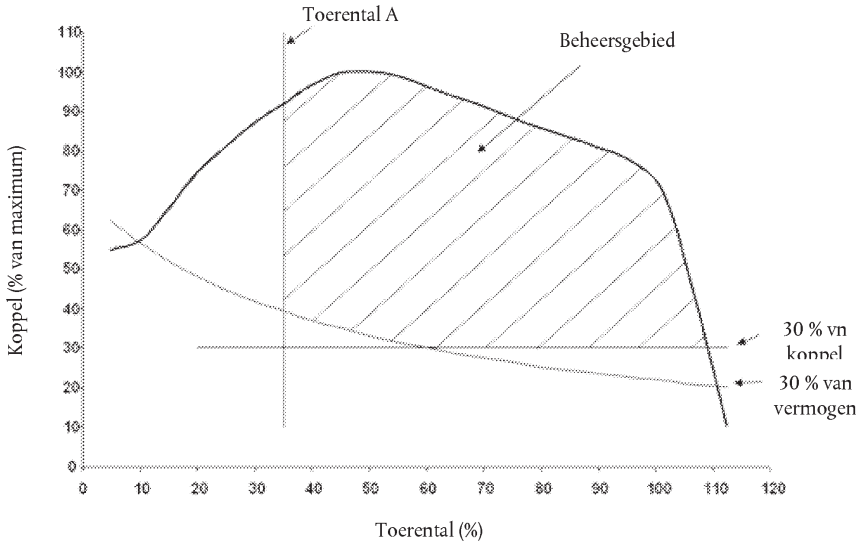
*% koppel* = % van maximumkoppel;

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

waarbij: het 100 %-toerental van de betreffende testcyclus.

*Figuur 5.1*

**Beheersgebied voor motoren van categorie NRE met variabel toerental en een maximaal nettovermogen ≥ 19 kW, motoren van categorie IWA met variabel toerental en een maximaal nettovermogen ≥ 300 kW en motoren van categorie NRG met variabel toerental**



▼B

2.1.2. Motoren van categorie NRE met variabel toerental en een maximaal nettovermogen < 19 kW en motoren van categorie IWA met variabel toerental en een maximaal nettovermogen < 300 kW

Het in punt 2.1.1 gedefinieerde beheersgebied is van toepassing, waarvan echter ook de in dit punt beschreven en in de figuren 5.2 en 5.3 geïllustreerde motorbedrijfsomstandigheden worden uitgesloten:

a) uitsluitend voor deeltjes, als toerental C minder dan 2 400 omw/min bedraagt: punten rechts van en onder de lijn die gevormd wordt door het punt van 30 % van het maximumkoppel of, als dit meer is, 30 % van het maximale nettovermogen, bij toerental B, te verbinden met het punt van 70 % van het maximale nettovermogen bij het hoge toerental;

b) uitsluitend voor deeltjes, als toerental C 2 400 omw/min of meer bedraagt: punten rechts van de lijn die gevormd wordt door het punt van 30 % van het maximumkoppel of, als dit meer is, 30 % van het maximale nettovermogen, bij toerental B, te verbinden met het punt van 50 % van het maximale nettovermogen bij 2 400 omw/min en vervolgens met 70 % van het maximale nettovermogen bij hoog toerental,

waarbij:

toerental B = $n_{lo}$ + 0,5 × ($n_{hi}$ — $n_{lo}$);

toerental C = $n_{lo}$ + 0,75 × ($n_{hi}$ — $n_{lo}$).

$n_{hi}$ = hoog toerental [zie artikel 1, punt 12],

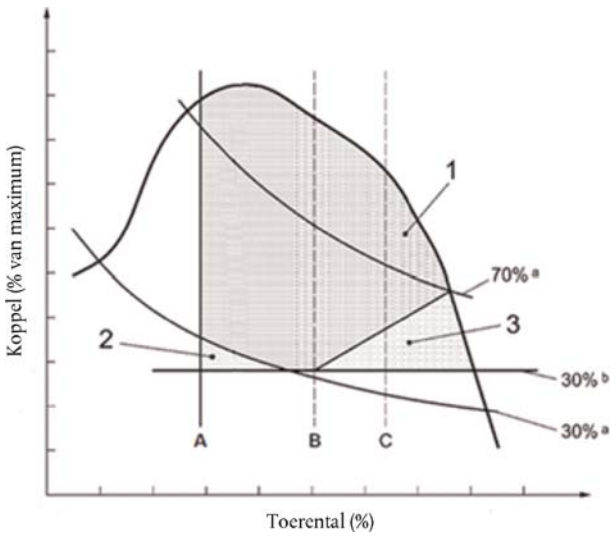
$n_{lo}$ = laag toerental [zie artikel 1, punt 13].

Indien de gemeten motortoerentallen A, B en C binnen ± 3 % van het door de fabrikant opgegeven motortoerental ligt, worden de opgegeven motortoerentallen gebruikt. Als de tolerantie voor een van de testtoerentallen wordt overschreden, worden de gemeten motortoerentallen gebruikt.

▼M2

*Figuur 5.2*

**Beheersgebied voor motoren van categorie NRE met variabel toerental en een maximaal nettovermogen < 19 kW en motoren van categorie IWA met variabel toerental en een maximaal nettovermogen < 300 kW, indien toerental C < 2 400 omw/min**



▼M2

**Legenda**

1. Motorbeheersgebied

2. Uitgesloten gebied voor alle emissies

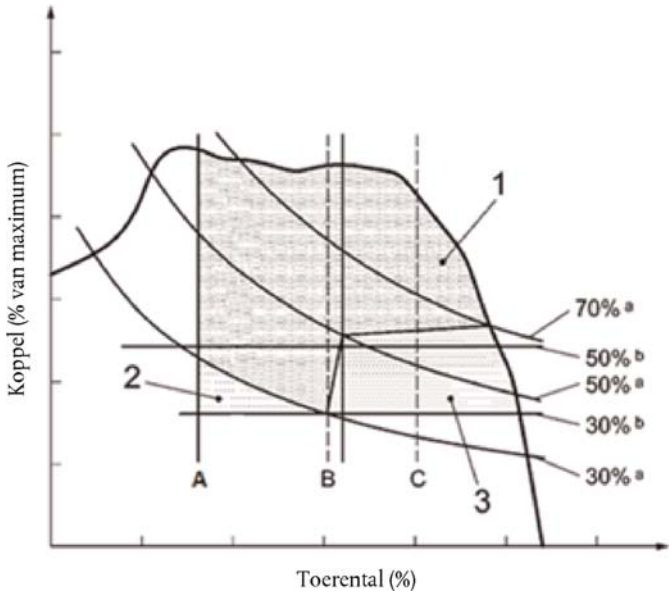
3. Uitgesloten gebied voor PM

[a] % van maximaal nettovermogen

[b] % van maximumkoppel

*Figuur 5.3*

**Beheersgebied voor motoren van categorie NRE met variabel toerental en een maximaal nettovermogen < 19 kW en motoren van categorie IWA met variabel toerental en een maximaal nettovermogen < 300 kW, indien toerental C ≥ 2 400 omw/min**




**Legenda**

1. Motorbeheersgebied

2. Uitgesloten gebied voor alle emissies

3. Uitgesloten gebied voor PM

[a] % van maximaal nettovermogen

[b] % van maximumkoppel

▼B

2.2. Beheersgebied voor motoren die volgens de NRSC-cycli D2, E2 en G2 worden getest

Aangezien deze motoren voornamelijk zeer dicht bij het toerental waarvoor zij ontworpen zijn werken, wordt het beheersgebied als volgt gedefinieerd:

toerental: 100 %

koppelbereik: 50 % van het koppel dat met het maximumvermogen overeenkomt.

▼B

2.3. Beheersgebied voor motoren die volgens NRSC-cyclus E3 worden getest

Deze motoren werken voornamelijk iets boven en onder een vastespoedschroefcurve. Het beheersgebied houdt verband met de schroefcurve en wordt begrensd door exponentiële wiskundige vergelijkingen. Het beheersgebied wordt als volgt gedefinieerd:

ondergrens van het toerental: $0{,}7 \times n_{100\ \%}$

curve van de bovenste begrenzing: $\%\ vermogen = 100 \times \cdot(\%\ toerental/90)^{3{,}5}$

curve van de onderste begrenzing: $\%\ vermogen = 70 \times \cdot(\%\ toerental/100)^{2{,}5}$

bovengrens van het vermogen: vermogenscurve bij vollast

bovengrens van het toerental: maximaal toerental dat de regulateur toestaat

waarbij:

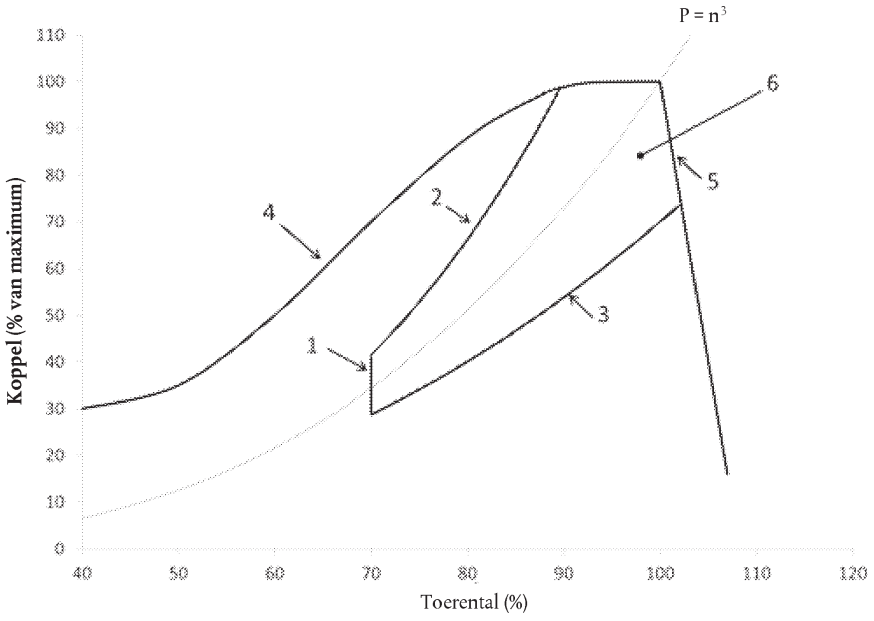
*% vermogen* = % van het maximale nettovermogen

*% toerental* = % van $n_{100\ \%}$

$n_{100\ \%}$ = het 100 %-toerental van de betreffende testcyclus.

*Figuur 5.4.*

**Beheersgebied voor motoren die volgens NRSC-cyclus E3 worden getest**




*Legenda*

1. ondergrens van het toerental
2. curve van de bovenste begrenzing
3. curve van de onderste begrenzing
4. curve van vermogen bij vollast
5. curve van het door de regulateur toegestane maximumtoerental
6. Motorbeheersgebied

▼B

3. **Demonstratievoorschriften**

De technische dienst selecteert binnen het beheersgebied willekeurige belastings- en toerentalpunten voor de tests. Voor motoren waarop punt 2.1 van toepassing is, worden maximaal drie punten geselecteerd. Voor motoren waarop punt 2.2 van toepassing is, wordt één punt geselecteerd. Voor motoren waarop de punten 2.3 en 2.4 van toepassing zijn, worden maximaal twee punten geselecteerd. De technische dienst bepaalt ook een willekeurige volgorde van de testpunten. De test wordt uitgevoerd volgens de voornaamste voorschriften van de NRSC, maar elk testpunt wordt afzonderlijk beoordeeld.

▼M2

3.1. De in punt 3 voorgeschreven willekeurige punten worden met erkende statistische randomiseringsmethoden bepaald.

▼B

4. **Testvoorschriften**

▼M2

De test wordt meteen na de toepasselijke NRSC als volgt uitgevoerd:

a) de test van de willekeurig gekozen koppel- en toerentalpunten wordt naargelang het geval hetzij meteen na de in punt 7.8.1.2, onder a) tot en met e), van bijlage VI beschreven NRSC-testsequentie, maar vóór de onder f) van dat punt beschreven na de test toe te passen procedures uitgevoerd, hetzij na de in punt 7.8.2.3, onder a) tot en met d), van bijlage VI beschreven testsequentie van de modale testcyclus in statische toestand met overgangen, niet voor wegverkeer (hierna „RMC” genoemd), maar vóór de onder e) van dat punt beschreven na de test toe te passen procedures;

▼B

b) de tests worden overeenkomstig punt 7.8.1.2, onder b) tot en met e), van bijlage VI uitgevoerd volgens de meerfiltermethode (één filter voor elk testpunt) voor elk van de overeenkomstig onderdeel 3 gekozen testpunten;

c) voor elk testpunt wordt een specifieke emissiewaarde berekend (in g/kWh of #/kWh naargelang het geval);

d) de emissiewaarden mogen op basis van de massa worden berekend volgens onderdeel 2 van bijlage VII of op molaire basis volgens onderdeel 3 van bijlage VII, maar moeten overeenkomen met de methode die bij de NRSC met specifieke modi of de RMC wordt toegepast;

▼M2

e) voor berekeningen van de gasvormige en PN-emissies door sommatie heeft $N_{mode}$ in de vergelijkingen (7-64) of (7-131) en (7-178) de waarde 1 en wordt een wegingsfactor van 1 toegepast;

f) voor PM-berekeningen wordt de meerfiltermethode toegepast; voor berekeningen door sommatie heeft $N_{mode}$ in vergelijking (7-67) of (7-134) de waarde 1 en wordt een wegingsfactor van 1 toegepast.

5. **Regeneratie**

Als tijdens of onmiddellijk voor de in punt 4 beschreven procedure een regeneratieproces plaatsvindt, kan de test na voltooiing van de procedure op verzoek van de fabrikant ongeldig worden verklaard, ongeacht de oorzaak van de regeneratie. In dit geval wordt de test herhaald. Er worden dezelfde koppel- en toerentalpunten gebruikt, hoewel de volgorde mag worden veranderd. Het wordt niet nodig geacht koppel- en toerentalpunten te herhalen waarvoor al een positief resultaat is behaald. Voor de herhaling van de test wordt de volgende procedure toegepast:

▼**M2**

a) laat de motor op zodanige wijze draaien dat gewaarborgd wordt dat het regeneratieproces is voltooid en, in voorkomend geval, de roetbelasting in het deeltjesnabehandelingssysteem is hersteld;

b) verricht de motoropwarmprocedure overeenkomstig punt 7.8.1.1 van bijlage VI;

c) herhaal de in punt 4 beschreven testprocedure vanaf de in punt 4, onder b), bedoelde fase.

▼B

*BIJLAGE VI*

**Uitvoering van emissietests en voorschriften voor meetapparatuur**

▼M2

1. **Inleiding**

In deze bijlage worden de methode voor het bepalen van de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes door de te testen motor en de specificaties van de meetapparatuur beschreven. Vanaf onderdeel 6 komt de nummering in deze bijlage overeen met die van Mondiaal Technisch Reglement nr. 11 ([1]) (GTR nr. 11) en VN/ECE-Reglement nr. 96, wijzigingenreeks 04 ([2]), bijlage 4B. Enkele punten van GTR nr. 11 zijn echter in deze bijlage niet nodig of zijn aangepast aan de vooruitgang van de techniek.

▼B

2. **Algemeen overzicht**

Deze bijlage bevat de volgende technische bepalingen voor de uitvoering van een emissietest. Aanvullende bepalingen zijn vermeld in punt 3.

— Onderdeel 5: Prestatievoorschriften, met inbegrip van de bepaling van testtoerentallen.

— Onderdeel 6: Testvoorwaarden, met inbegrip van de methode voor het in aanmerking nemen van de emissies van cartergassen, de methode voor het bepalen en in aanmerking nemen van de continue of niet-frequente regeneratie van uitlaatgasnabehandelingssystemen

— Onderdeel 7: Testprocedures, met inbegrip van het bepalen van de motorkarakteristiek („mapping”), het genereren van testcycli en de procedure voor het uitvoeren van de testcyclus

— Onderdeel 8: Meetprocedures, met inbegrip van de kalibratie en de controles van de prestaties van instrumenten, en de validering van instrumenten voor de test

— Onderdeel 9: Meetapparatuur, met inbegrip van meetinstrumenten, verdunprocedures, bemonsteringsprocedures en analysegassen en massastandaarden

— Aanhangsel 1: Procedure voor PN-meting

3. **Bijbehorende bijlagen**

— Gegevensevaluatie en berekeningen: bijlage VII

— Testprocedures voor dualfuelmotoren: bijlage VIII

— Referentiebrandstoffen: bijlage IX

— Testcycli: bijlage XVII

([1]) Mondiaal Technisch Reglement nr. 11 betreffende de motoremissies van landbouw- en bosbouwtrekkers en van niet voor de weg bedoelde mobiele machines in het kader van het wereldregister dat op 18 november 2004 is gecreëerd uit hoofde van artikel 6 van de Overeenkomst betreffende de vaststelling van mondiale technische reglementen voor wielvoertuigen, uitrustingsstukken en onderdelen die kunnen worden aangebracht en/of gebruikt op wielvoertuigen.

([2]) Reglement nr. 96 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE) — Uniforme bepalingen voor de goedkeuring van compressieontstekingsmotoren voor landbouw- en bosbouwtrekkers en niet voor de weg bestemde mobiele machines wat de emissies van verontreinigende stoffen door de motor betreft.

▼B

4. **Algemene voorschriften**

Wanneer motoren worden getest volgens de testvoorwaarden in onderdeel 6 en de testprocedures in onderdeel 7, moeten zij aan de in onderdeel 5 beschreven prestatievoorschriften voldoen.

5. **Prestatievoorschriften**

5.1. Emissies van verontreinigende gassen en deeltjes en van $CO_2$ en $NH_3$

De verontreinigende stoffen worden vertegenwoordigd door:

a) stikstofoxiden, $NO_x$;

b) koolwaterstoffen, uitgedrukt als het totaal aan koolwaterstoffen, HC of THC;

c) koolstofmonoxide, CO;

d) deeltjesmateriaal, PM;

e) deeltjesaantal, PN.

▼M2

Met de gemeten waarden van de door de motor uitgestoten verontreinigende gassen en deeltjes en $CO_2$ worden de specifieke emissies in grammen per kilowattuur (g/kWh) bedoeld, of het aantal deeltjes per kilowattuur (#/kWh) voor PN.

Gemeten worden de verontreinigende gassen en deeltjes waarvoor grenswaarden gelden ten aanzien van de subcategorie van de geteste motor, zoals vermeld in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628. De resultaten, met inbegrip van:

a) de overeenkomstig onderdeel 6.10 bepaalde carteremissies, in voorkomend geval;

b) de overeenkomstig onderdeel 6.6 bepaalde aanpassingsfactoren voor niet-frequente regeneratie van het nabehandelingssysteem, in voorkomend geval, en

c) als laatste stap van de berekening, de overeenkomstig bijlage III bepaalde verslechteringsfactor,

mogen de toepasselijke grenswaarden niet overschrijden.

De $CO_2$-waarden worden overeenkomstig artikel 43, lid 4, van Verordening (EU) 2016/1628 voor alle motorsubcategorieën gemeten en gerapporteerd.

▼B

Wanneer de $NO_x$-beheersingsmaatregelen die een onderdeel vormen van het emissiebeheersingssysteem van de motor, gebruikmaken van een reagens, wordt overeenkomstig onderdeel 3 van bijlage IV bovendien de gemiddelde emissie van ammoniak ($NH_3$) gemeten; deze mag de in dat onderdeel vermelde waarden niet overschrijden.

De emissies worden bepaald tijdens de in onderdeel 7 en bijlage XVII beschreven bedrijfscycli (testcycli in statische toestand en/of transiënte testcycli). Met de in onderdeel 9 beschreven meetapparatuur moeten de meetsystemen voldoen aan de kalibratievoorschriften en prestatiecontroles in onderdeel 8.

▼B

Andere systemen of analyseapparatuur kunnen door de goedkeuringsinstantie worden goedgekeurd indien overeenkomstig punt 5.1.1 wordt vastgesteld dat zij gelijkwaardige resultaten opleveren. De resultaten worden overeenkomstig bijlage VII berekend.

5.1.1. Gelijkwaardigheid

De systeemgelijkwaardigheid moet worden vastgesteld aan de hand van een correlatiestudie met zeven (of meer) monsterparen tussen het onderzochte systeem en een van de systemen uit deze bijlage. Met „resultaten" worden de specifieke cyclusgewogen emissiewaarden bedoeld. De correlatietest moet in hetzelfde laboratorium, in dezelfde meetcel, op dezelfde motor en liefst tegelijkertijd worden uitgevoerd. De gelijkwaardigheid van de gemiddelden van de monsterparen wordt vastgesteld aan de hand van toetsingsgrootheden $F$ en $t$ zoals beschreven in aanhangsel 3 van bijlage VII en verkregen bij de hierboven beschreven voorwaarden voor het laboratorium, de testcel en de motor. Uitschieters moeten worden vastgesteld volgens ISO 5725 en mogen niet in het gegevensbestand worden opgenomen. De systemen die voor de correlatietest worden gebruikt, worden door de goedkeuringsinstantie goedgekeurd.

5.2. Algemene voorschriften voor de testcycli

5.2.1. De EU-typegoedkeuringstest wordt uitgevoerd volgens de toepasselijke NRSC en, in voorkomend geval, NRTC of LSI-NRTC, als gespecificeerd in artikel 24 van en bijlage IV bij Verordening (EU) 2016/1628.

5.2.2. De technische specificaties en karakteristieken van de NRSC zijn beschreven in de aanhangsels 1 (NRSC met specifieke modi) en 2 (NRSC met overgangen) van bijlage XVII. Naar keuze van de fabrikant mag een NRSC overeenkomstig punt 7.4.1 worden uitgevoerd als een NRSC met specifieke modi of, indien beschikbaar, een NRSC met overgangen (hierna „RMC" genoemd).

5.2.3. De technische specificaties en karakteristieken van de NRTC en de LSI-NRTC zijn beschreven in aanhangsel 3 van bijlage XVII.

5.2.4. De in punt 7.4 en bijlage XVII gespecificeerde testcycli zijn opgezet rond percentages van het maximumkoppel of het maximumvermogen en testtoerentallen die moeten worden bepaald om de testcycli correct uit te voeren:

a) 100 %-toerental (maximaal testtoerental (MTS) of nominaal toerental);

b) een of meer intermediaire testtoerentallen, zoals gespecificeerd in punt 5.2.5.4;

c) stationair toerental, zoals gespecificeerd in punt 5.2.5.5.

De bepaling van de testtoerentallen is beschreven in punt 5.2.5 en het gebruik van koppel en vermogen in punt 5.2.6.

5.2.5. Testtoerentallen

5.2.5.1. Maximaal testtoerental (MTS)

Het MTS wordt berekend overeenkomstig punt 5.2.5.1.1 of 5.2.5.1.3.

▼**M2**

5.2.5.1.1. Berekening van MTS

Voor de berekening van het MTS wordt de procedure voor het bepalen van de transiënte motorkarakteristiek overeenkomstig punt 7.4 uitgevoerd. Het MTS wordt vervolgens bepaald aan de hand van de bepaalde waarden voor motortoerental versus vermogen. Het MTS wordt op een van de volgende manieren berekend:

a) berekening op basis van de waarden voor laag toerental en hoog toerental:

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

waarbij:

$n_{\text{hi}}$ = het hoge toerental, zoals gedefinieerd in artikel 1, punt 12

$n_{\text{lo}}$ = het lage toerental, als gedefinieerd in artikel 1, punt 13

b) berekening op basis van de methode van de langste vector

$$\text{MTS} = n_i \quad (6\text{-}2)$$

waarbij:

$n_{\text{i}}$ = gemiddelde van het laagste en hoogste toerental waarbij $(n^2_{\text{norm}i} + P^2_{\text{norm}i})$ overeenkomt met 98 % van de maximumwaarde van $(n^2_{\text{norm}i} + P^2_{\text{norm}i})$

Als er slechts één toerental is waarbij de waarde van $(n^2_{\text{norm}i} + P^2_{\text{norm}i})$ overeenkomt met 98 % van de maximumwaarde van $(n^2_{\text{norm}i} + P^2_{\text{norm}i})$:

$$\text{MTS} = n_{\text{i}} \quad (6\text{-}3)$$

waarbij:

$n_{\text{i}}$ = het toerental waarbij de maximale waarde van $(n^2_{\text{norm}i} + P^2_{\text{norm}i})$ wordt bereikt

waarbij:

$n$ = het motortoerental

$i$ = een indexeervariabele die één geregistreerde waarde van een motorkarakteristiek vertegenwoordigt

$n_{\text{norm}i}$ = een motortoerental dat is genormaliseerd door het door $n_{P_{\text{max}}}$ te delen

$P_{\text{norm}i}$ = een motorvermogen dat is genormaliseerd door het door $P_{\text{max}}$ te delen

$n_{P\text{max}}$ = het gemiddelde van het laagste en hoogste toerental waarbij het vermogen overeenkomt met 98 % van $P_{\text{max}}$

Tussen de bepaalde waarden wordt lineaire interpolatie gebruikt voor de bepaling van:

i) de toerentallen waarbij het vermogen overeenkomt met 98 % van $P_{\text{max}}$. Als er slechts één toerental is waarbij het vermogen overeenkomt met 98 % van $P_{\text{max}}$, is $n_{P_{\text{max}}}$ het toerental waarbij $P_{\text{max}}$ wordt bereikt;

▼M2

ii) de toerentallen waarbij ($n^2_{normi}$ + $P^2_{normi}$) overeenkomt met 98 % van de maximumwaarde van ($n^2_{normi}$ + $P^2_{normi}$).

▼B

5.2.5.1.2. Gebruik van een opgegeven MTS

Als het overeenkomstig punt 5.2.5.1.1 of 5.2.5.1.3 berekende MTS niet meer dan ± 3 % van het door de fabrikant opgegeven MTS afwijkt, mag het opgegeven MTS voor de emissietest worden gebruikt. Als de tolerantie wordt overschreden, wordt het gemeten MTS voor de emissietest gebruikt.

5.2.5.1.3. Gebruik van een gecorrigeerd MTS

Als het dalende gedeelte van de vollastcurve een zeer scherpe hoek maakt, kan dit problemen opleveren om de 105 %-toerentallen van de NRTC correct uit te voeren. In dat geval is het, met voorafgaande toestemming van de technische dienst, toegestaan een alternatieve MTS-waarde te gebruiken, die met een van de volgende methoden wordt bepaald:

a) het MTS mag iets worden verlaagd (maximaal 3 %) om de correcte uitvoering van de NRTC mogelijk te maken;

b) bereken een alternatief MTS met vergelijking (6-4):

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

waarbij:

$n_{max}$ = motortoerental waarbij de motorregulateurfunctie het motortoerental regelt met toepassing van maximale vraag van de operator en nulbelasting („maximumtoerental in onbelaste toestand”)

$n_{idle}$ = stationair toerental

5.2.5.2. Nominaal toerental

▼M2

Het nominale toerental is gedefinieerd in artikel 3, punt 29, van Verordening (EU) 2016/1628. Voor motoren met variabel toerental waarop een emissietest wordt uitgevoerd en die niet in een NRSC met constant toerental, zoals gedefinieerd in artikel 1, punt 31, van deze verordening worden getest, wordt het nominale toerental bepaald aan de hand van de toepasselijke procedure voor het bepalen van de motorkarakteristiek overeenkomstig punt 7.6 van deze bijlage. Voor motoren met variabel toerental die in een NRSC met constant toerental worden getest, geeft de fabrikant het nominale toerental op overeenkomstig de karakteristieken van de motor. Voor motoren met constant toerental geeft de fabrikant het nominale toerental op overeenkomstig de karakteristieken van de regulateur. Als een emissietest wordt uitgevoerd op een motortype dat overeenkomstig artikel 3, punt 21, van Verordening (EU) 2016/1628 is uitgerust met verschillende toerentallen, wordt elk verschillend toerental opgegeven en getest.

▼B

Als het nominale toerental dat met de in onderdeel 7.6 beschreven procedure voor het bepalen van de motorkarakteristiek is verkregen, voor motoren van categorie NRS met regulateur niet meer dan ± 150 omw/min, voor motoren van categorie NRS zonder regulateur niet meer dan ± 350 omw/min of, als dat minder is ± 4 %, en

▼B

voor alle andere motorcategorieën niet meer dan ± 100 omw/min van de door de fabrikant opgegeven waarde afwijkt, mag de opgegeven waarde worden gebruikt. Als de tolerantie wordt overschreden, wordt het met de procedure voor het bepalen van de motorkarakteristiek verkregen nominale toerental gebruikt.

▼M2

Voor motoren van categorie NRSh mag het 100 %-testtoerental niet meer dan ± 350 omw/min afwijken van het door de fabrikant opgegeven nominale toerental.

▼B

Desgewenst mag voor een testcyclus in statische toestand in plaats van het nominale toerental het MTS worden gebruikt.

5.2.5.3. Toerental voor het maximumkoppel voor motoren met variabel toerental

▼M2

Indien nodig is het toerental voor het maximumkoppel, dat wordt afgelezen uit de volgens de toepasselijke procedure voor het bepalen van de motorkarakteristiek van punt 7.6.1 of 7.6.2 bepaalde maximumkoppelcurve, een van de volgende:

▼B

a) het toerental waarbij het hoogste koppel is vastgelegd; of

b) het gemiddelde van het laagste en hoogste toerental waarbij het koppel overeenkomt met 98 % van het maximumkoppel. Zo nodig wordt lineaire interpolatie toegepast om de toerentallen te bepalen waarbij het koppel overeenkomt met 98 % van het maximumkoppel.

Als het uit de maximumkoppelcurve afgelezen toerental voor het maximumkoppel voor ►M2 motoren van categorie NRS ◄ niet meer dan ± 4 % en voor alle andere motorcategorieën niet meer dan ± 2,5 % afwijkt van het door de fabrikant opgegeven toerental voor het maximumkoppel, mag voor de toepassing van deze verordening de opgegeven waarde worden gebruikt. Als de tolerantie wordt overschreden, wordt het uit de maximumkoppelcurve afgelezen toerental voor het maximumkoppel gebruikt.

5.2.5.4. Intermediair toerental

Het intermediaire toerental moet aan een van de volgende voorwaarden voldoen:

a) bij motoren die zijn ontworpen om over een toerentalbereik op een vollastkoppelcurve te draaien, is het intermediaire toerental het toerental voor het maximumkoppel indien dat wordt bereikt tussen 60 en 75 % van het nominale toerental;

b) indien het toerental voor het maximumkoppel minder dan 60 % van het nominale toerental bedraagt, is het intermediaire toerental 60 % van het nominale toerental;

c) indien het toerental voor het maximumkoppel groter dan 75 % van het nominale toerental is, is het intermediaire toerental 75 % van het nominale toerental. Indien de motor alleen kan werken bij toerentallen hoger dan 75 % van het nominale toerental, is het intermediaire toerental het laagste toerental waarbij de motor kan werken;

▼B

d) bij motoren die niet zijn ontworpen om onder statische omstandigheden over een toerentalbereik op een vollastkoppelcurve te draaien, moet het intermediaire toerental tussen 60 en 70 % van het nominale toerental liggen;

e) bij motoren die volgens cyclus G1 worden getest, met uitzondering van motoren van categorie ATS, is het intermediaire toerental 85 % van het nominale toerental;

f) bij motoren van categorie ATS die volgens cyclus G1 worden getest, is het intermediaire toerental 60 % van het nominale toerental of, als dat dichter bij het feitelijke toerental voor het maximumkoppel ligt, 85 % van het nominale toerental.

Als voor het 100 %-testtoerental het MTS wordt gebruikt in plaats van het nominale toerental, wordt bij de bepaling van het intermediaire toerental eveneens het MTS in plaats van het nominale toerental gebruikt.

5.2.5.5. Stationair toerental

Het stationaire toerental is het laagste motortoerental met minimumbelasting (groter dan of gelijk aan nulbelasting), waarbij een motorregulateurfunctie het motortoerental regelt. Bij motoren zonder regulateurfunctie voor het stationaire toerental wordt onder „stationair toerental” de door de fabrikant opgegeven waarde voor het laagst mogelijke motortoerental met minimumbelasting verstaan. Opgemerkt zij dat het warme stationaire toerental het stationaire toerental van een opgewarmde motor is.

5.2.5.6. Testtoerental voor motoren met constant toerental

De regulateurs van motoren met constant toerental kunnen het toerental wellicht niet altijd precies gelijk houden. Over het algemeen kan het toerental (0,1 tot 10 %) onder het toerental bij nulbelasting dalen, zodat het minimumtoerental wordt bereikt dicht bij het punt waarop de motor zijn maximumvermogen haalt. Het testtoerental voor motoren met constant toerental kan worden verkregen door de op de motor gemonteerde regulateur te gebruiken of door gebruik te maken van de toerentalvraag van een testbank, waarmee de werking van regulateur van de motor wordt gesimuleerd.

▼M2

Wanneer de op de motor gemonteerde regulateur wordt gebruikt, is het 100 %-toerental het gereguleerde toerental, zoals gedefinieerd in artikel 1, punt 24.

▼B

Wanneer een toerentalvraagsignaal van een testbank wordt gebruikt om de regulateur te simuleren, is het 100 %-toerental bij nulbelasting het door de fabrikant gespecificeerde toerental in onbelaste toestand voor die afstelling van de regulateur en is het 100 %-toerental bij vollast het nominale toerental voor die afstelling van de regulateur. Het toerental voor de andere testmodi wordt bepaald door interpolatie.

Als de regulateur een afstelling voor isochrone werking heeft, of als het nominale toerental en het door de fabrikant opgegeven toerental in onbelaste toestand minder dan 3 % verschillen, mag op alle belastingspunten één door de fabrikant opgegeven waarde worden gebruikt voor het 100 %-toerental.

▼B

5.2.6. Koppel en vermogen

5.2.6.1. Koppel

de in de testcycli aangegeven koppelwaarden zijn percentages die, voor een bepaalde testmodus, overeenkomen met:

a) de verhouding tussen het vereiste koppel en het maximaal mogelijke koppel bij het gespecificeerde testtoerental (voor alle cycli behalve D2 en E2); of

b) de verhouding tussen het vereiste koppel en het koppel dat overeenkomt met het door de fabrikant opgegeven nominale nettovermogen (voor de cycli D2 en E2).

5.2.6.2. Vermogen

De in de testcycli aangegeven vermogenswaarden zijn percentages die, voor een bepaalde testmodus, overeenkomen met:

a) testcyclus E3: een percentage van het maximale nettovermogen bij het 100 %-toerental, aangezien deze cyclus uitgaat van een theoretische curve van schroefkarakteristieken voor vaartuigen die worden aangedreven door zwaarbedrijfsmotoren, zonder beperking van de lengte;

b) voor testcyclus F: een percentage van het maximale nettovermogen bij het gegeven testtoerental, behalve voor het stationaire toerental, waarbij het een percentage is van het maximale nettovermogen bij het 100 %-toerental.

6. **Testomstandigheden**

6.1. Laboratoriumtestomstandigheden

De absolute temperatuur ($T_a$) van de voor de motor bestemde lucht bij de inlaat van de motor uitgedrukt in Kelvin en de droge atmosferische druk ($p_s$), uitgedrukt in kPa, worden gemeten en de parameter $f_a$ wordt overeenkomstig de volgende voorschriften en met vergelijking (6-5) of (6-6) bepaald. Als de luchtdruk in een leiding wordt gemeten, zullen er verwaarloosbaar kleine drukverliezen tussen de lucht en het meetpunt optreden en moeten wijzigingen in de statische druk van de leiding als gevolg van de stroom worden gecompenseerd. Bij meercilindermotoren met afzonderlijke groepen inlaatspruitstukken, zoals bij een V-motorconfiguratie, moet de gemiddelde temperatuur van de afzonderlijke groepen worden genomen. De parameter $f_a$ moet met de testresultaten worden gerapporteerd.

Motoren met natuurlijke aanzuiging en mechanische drukvulling:

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

Turbomotoren met of zonder inlaatluchtkoeling:

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

6.1.1. Voor een geldige test moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

a) $f_a$ moet binnen het bereik $0{,}93 \leq f_a \leq 1{,}07$ liggen, tenzij uit hoofde van de punten 6.1.2 en 6.1.4 een andere waarde is toegestaan;

▼B

b) de vóór elk motoronderdeel gemeten temperatuur van de inlaatlucht moet op 298 ± 5 K (25 ± 5 °C) worden gehouden, tenzij een andere waarde uit hoofde van de punten 6.1.3 en 6.1.4 is toegestaan of uit hoofde van de punten 6.1.5 en 6.1.6 vereist is.

6.1.2. Als de motor wordt getest in een laboratorium dat zich op een hoogte van meer dan 600 m bevindt, mag $f_a$ met instemming van de fabrikant een hogere waarde dan 1,07 hebben, op voorwaarde dat $p_s$ niet minder dan 80 kPa bedraagt.

6.1.3. Als het vermogen van de geteste motor meer dan 560 kW bedraagt, mag de maximumwaarde van de temperatuur van de inlaatlucht met instemming van de fabrikant hoger zijn dan 303 K (30 °C), maar niet hoger dan 308 K (35 °C).

6.1.4. Als de motor wordt getest in een laboratorium dat zich op een hoogte van meer dan 300 m bevindt en het vermogen van de geteste motor meer dan 560 kW bedraagt, mag $f_a$ met instemming van de fabrikant een hogere waarde dan 1,07 hebben, op voorwaarde dat $p_s$ niet minder dan 80 kPa bedraagt, en mag de maximumwaarde van de temperatuur van de inlaatlucht met instemming van de fabrikant hoger zijn dan 303 K (30 °C), maar niet hoger dan 308 K (35 °C).

6.1.5. Bij een motorfamilie van categorie NRS met een vermogen van minder dan 19 kW, uitsluitend bestaande uit motortypen bestemd voor gebruik in sneeuwblazers, wordt de temperatuur van de inlaatlucht tussen 273 en 268 K (0 en – 5 °C) gehouden.

6.1.6. Bij motoren van categorie SMB wordt de temperatuur van de inlaatlucht op 263 ± 5 K (– 10 ± 5 °C) gehouden, tenzij uit hoofde van punt 6.1.6.1 een andere waarde is toegestaan.

6.1.6.1. Bij motoren van categorie SMB met elektronisch gestuurde brandstofinjectie, waarbij de brandstofstroom aan de temperatuur van de inlaatlucht wordt aangepast, mag de temperatuur van de inlaatlucht naar keuze van de fabrikant ook op 298 ± 5 K (25 ± 5 °C) worden gehouden.

6.1.7. Het is toegestaan gebruik te maken van:

a) een luchtdrukmeter waarvan de uitgangswaarde wordt gebruikt als de luchtdruk voor een complete testfaciliteit met meer dan een dynamometermeetcel, mits de inlaatluchtbehandelingsapparatuur de omgevingsdruk op de plaats waar de motor wordt getest, niet meer dan ± 1 kPa van de gedeelde luchtdruk laat afwijken;

b) een vochtigheidsmeter voor het meten van de vochtigheid van de inlaatlucht voor een complete testfaciliteit met meer dan een dynamometermeetcel, mits de inlaatluchtbehandelingsapparatuur het dauwpunt op de plaats waar de motor wordt getest, niet meer dan ± 0,5 K van de gedeelde vochtigheidsmeting laat afwijken.

6.2. Motoren met vulluchtkoeling

▼M2

Er wordt een vulluchtkoelsysteem gebruikt met een totale inlaatluchtcapaciteit die representatief is voor die bij in gebruik zijnde productiemotoren na montage. Elk laboratoriumsysteem voor vulluchtkoeling moet zodanig zijn ontworpen dat accumulatie van

▼M2

condensaat zo veel mogelijk wordt beperkt. Vóór de emissietests wordt elk geaccumuleerd condensaat afgevoerd en worden alle afvoergaten volledig gesloten. Tijdens de emissietest worden de afvoergaten gesloten gehouden. De koelmiddelcondities worden als volgt gehandhaafd:

a) tijdens de volledige test wordt de koelmiddeltemperatuur bij de inlaat naar de vulluchtkoeler op ten minste 293 K (20 °C) gehouden;

b) bij nominaal toerental en vollast wordt het koelmiddeldebiet zo ingesteld dat na de uitlaat van de vulluchtkoeler de luchttemperatuur niet meer dan ± 5 K (± 5 °C) van de door de fabrikant aangegeven waarde afwijkt. De luchtuitlaattemperatuur wordt op de door de fabrikant gespecificeerde plaats gemeten. Dit koelmiddeldebietinstelpunt wordt tijdens de volledige test gebruikt;

c) als de motorfabrikant drukvalgrenswaarden voor het volledige vulluchtkoelsysteem specificeert, moet de drukval in het volledige vulluchtkoelsysteem bij de door de fabrikant gespecificeerde motorcondities binnen de door de fabrikant gespecificeerde grenswaarden liggen. De drukval wordt op de door de fabrikant aangegeven plaatsen gemeten.

▼B

Als voor de uitvoering van de testcyclus het in punt 5.2.5.1 gedefinieerde MTS wordt gebruikt in plaats van het nominale toerental, mag dit toerental eveneens in plaats van het nominale toerental worden gebruikt bij de instelling van de vulluchttemperatuur.

Het doel is emissieresultaten te produceren die representatief zijn voor de werking tijdens het gebruik. Als de specificaties in dit onderdeel naar goede ingenieursinzichten tot niet-representatieve tests zouden leiden (bv. overmatige koeling van de inlaatlucht), mogen geavanceerder instelpunten en regelingen van de vulluchtdrukval, de koelmiddeltemperatuur en het debiet worden toegepast om representatiever resultaten te behalen.

6.3. Motorvermogen

▼M2

6.3.1. Basis voor emissiemeting

De basis voor het meten van specifieke emissies is het ongecorrigeerde nettovermogen, zoals gedefinieerd in artikel 3, punt 25, van Verordening (EU) 2016/1628.

▼B

6.3.2. Te monteren hulpapparatuur

Tijdens de test wordt de voor de werking van de motor noodzakelijke hulpapparatuur overeenkomstig aanhangsel 2 op de testbank gemonteerd.

Wanneer de vereiste hulpapparatuur niet voor de test kan worden gemonteerd, wordt het daardoor opgenomen vermogen vastgesteld en afgetrokken van het gemeten motorvermogen.

6.3.3. Te verwijderen hulpapparatuur

Bepaalde hulpapparatuur die per definitie verband houdt met de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine en die op de motor mag worden gemonteerd, moet voor de test worden verwijderd.

▼B

Indien hulpapparatuur niet kan worden verwijderd, mag het daardoor in onbelaste toestand opgenomen vermogen worden vastgesteld en bij het gemeten motorvermogen worden opgeteld (zie voetnoot g in aanhangsel 2). Als deze waarde meer dan 3 % van het maximumvermogen bij het testtoerental bedraagt, mag zij door de technische dienst worden geverifieerd. ►M2 Het door hulpapparatuur opgenomen vermogen wordt gebruikt om de instelwaarden aan te passen en de door de motor tijdens de testcyclus geleverde arbeid te berekenen overeenkomstig punt 7.7.1.3 of punt 7.7.2.3, onder b). ◄

▼M2

6.3.4. Bepaling van het vermogen van de hulpapparatuur

Indien van toepassing uit hoofde van de punten 6.3.2 en 6.3.3 worden de waarden van het vermogen van de hulpapparatuur en de wijze waarop deze zijn gemeten of berekend voor het gehele werkgebied van de toepasselijke testcycli door de motorfabrikant ingediend en door de goedkeuringsinstantie goedgekeurd.

▼B

6.3.5. Cyclusarbeid van de motor

De berekening van de werkelijke en referentiecyclusarbeid (zie punt 7.8.3.4) wordt gebaseerd op het motorvermogen overeenkomstig punt 6.3.1. In dit geval bedragen $P_f$ en $P_r$ uit vergelijking (6-7) nul, en is $P$ gelijk aan $P_m$.

Als overeenkomstig de punten 6.3.2 en/of 6.3.3 apparatuur of hulpapparatuur is gemonteerd, wordt het daardoor opgenomen vermogen gebruikt om elke momentane cyclusarbeidswaarde $P_{m,i}$ met vergelijking (6-8) te corrigeren:

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

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

waarbij:

$P_{m,i}$ = gemeten motorvermogen, kW

$P_{f,i}$ = vermogen dat wordt opgenomen door de voor de test te monteren apparatuur en hulpapparatuur die echter niet is gemonteerd, kW

$P_{r,i}$ = vermogen dat wordt opgenomen door de voor de test te verwijderen apparatuur en hulpapparatuur die echter is gemonteerd, kW

6.4. Motorinlaatlucht

6.4.1. Inleiding

Er wordt gebruikgemaakt van het op de motor gemonteerde inlaatluchtsysteem of van een inlaatluchtsysteem dat representatief is voor een gangbare gebruiksconfiguratie. Dit omvat de vulluchtkoeling en de uitlaatgasrecirculatie (EGR).

6.4.2. Inlaatluchtdrukrestrictie

Er wordt gebruikgemaakt van een motorluchtinlaatsysteem of een testlaboratoriumsysteem met een inlaatluchtdrukrestrictie binnen ± 300 Pa van de door de fabrikant gespecificeerde maximumwaarde voor een schoon luchtfilter bij nominaal toerental en vollast. Wanneer dit door het ontwerp van het luchttoevoersysteem van het testlaboratorium niet mogelijk is, mag met voorafgaande toestemming van de technische dienst een drukrestrictie worden gebruikt die niet groter is dan de door de fabrikant gespecificeerde waarde voor een vuil filter. De statische differentiaaldruk van de drukrestrictie wordt op de door de fabrikant gespecificeerde plaats en op de door hem aangegeven toerental- en koppelinstelpunten gemeten. Als de fabrikant geen plaats specificeert, wordt deze druk vóór de verbinding van de turbocompressor of de uitlaatgasrecirculatie (EGR) met het inlaatluchtsysteem gemeten.

▼B

Als voor de uitvoering van de testcyclus het in punt 5.2.5.1 gedefinieerde MTS wordt gebruikt in plaats van het nominale toerental, mag dit toerental eveneens in plaats van het nominale toerental worden gebruikt bij de instelling van de inlaatluchtdrukrestrictie.

6.5. Motoruitlaatsysteem

Er wordt gebruikgemaakt van het op de motor gemonteerde uitlaatsysteem of van een uitlaatsysteem dat representatief is voor een gangbare gebruiksconfiguratie. Het uitlaatsysteem moet voldoen aan de voorschriften voor uitlaatemissiebemonstering in punt 9.3. Er wordt gebruikgemaakt van een motoruitlaatsysteem of een testlaboratoriumsysteem met een statische uitlaatgastegendruk binnen 80 tot 100 % van de maximale uitlaatgasdrukrestrictie bij nominaal toerental en vollast. De uitlaatgasdrukrestrictie mag met een klep worden ingesteld. Als de maximale uitlaatgasdrukrestrictie 5 kPa of minder bedraagt, mag het instelpunt niet meer dan 1,0 kPa van het maximum liggen. Als voor de uitvoering van de testcyclus het in punt 5.2.5.1 gedefinieerde MTS wordt gebruikt in plaats van het nominale toerental, mag dit toerental eveneens in plaats van het nominale toerental worden gebruikt bij de instelling van de uitlaatgasdrukrestrictie.

6.6. Motor met uitlaatgasnabehandelingssysteem

Indien de motor is uitgerust met een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat niet rechtstreeks op de motor is gemonteerd, moet de uitlaatpijp dezelfde diameter hebben als wordt aangetroffen tijdens het gebruik voor ten minste vier pijpdiameters vóór het expansiegedeelte met de nabehandelingsvoorziening. De afstand tussen de flens van het uitlaatspruitstuk of de turbocompressoruitlaat en het uitlaatgasnabehandelingssysteem moet dezelfde zijn als in de configuratie van de niet voor de weg bestemde mobiele machine of moet binnen de afstandspecificaties van de fabrikant liggen. Indien gespecificeerd door de fabrikant, moet de pijp geïsoleerd zijn om een nabehandelingsinlaattemperatuur te verkrijgen die binnen de specificaties van de fabrikant valt. Als de fabrikant andere montagevoorschriften heeft gespecificeerd, moet de testconfiguratie daar eveneens aan voldoen. De uitlaatgastegendruk of uitlaatgasdrukrestrictie moet overeenkomstig punt 6.5 worden ingesteld. Voor uitlaatgasnabehandelingssystemen met variabele uitlaatgasdrukrestrictie wordt de in punt 6.5 gebruikte maximale uitlaatgasdrukrestrictie aangegeven in de door de fabrikant gespecificeerde nabehandelingsvoorwaarden („degreening”/veroudering en regeneratie-/verontreinigingsniveau). Het nabehandelingsgedeelte mag bij dummytests en tijdens het bepalen van de motorkarakteristiek worden verwijderd en door een gelijkwaardig gedeelte met een niet-werkzame katalysatorconstructie worden vervangen.

De tijdens de testcyclus gemeten emissies moeten representatief zijn voor de emissies in de praktijk. In het geval van een motor met een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat het verbruik van een reagens vergt, moet het bij alle tests gebruikte reagens door de fabrikant worden opgegeven.

Bij motoren van de categorieën NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB en ATS met een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat op niet-frequente (periodieke) basis wordt geregenereerd, zoals beschreven in punt 6.6.2, worden de emissieresultaten gecorrigeerd om rekening te houden met regeneraties. In dit geval is de

▼B

gemiddelde emissie afhankelijk van de frequentie van de regeneratie, uitgedrukt als de fractie van de tests waarin de regeneratie optreedt. Bij nabehandelingssystemen met een regeneratieproces dat tijdens de toepasselijke transiënte testcyclus (NRTC of LSI-NRTC) of de RMC permanent of ten minste één keer plaatsvindt (hierna „continue regeneratie" genoemd) overeenkomstig punt 6.6.1 is geen speciale testprocedure vereist.

6.6.1. Continue regeneratie

Bij een uitlaatgasnabehandelingssysteem op basis van een continu regeneratieproces worden de emissies op een gestabiliseerd nabehandelingssysteem gemeten om een herhaalbaar emissiegedrag te verkrijgen. Het regeneratieproces moet tijdens de warmstart-NRTC, LSI-NRTC of NRSC ten minste één keer plaatsvinden en de fabrikant moet aangeven onder welke normale omstandigheden de regeneratie plaatsvindt (roetgehalte, temperatuur, uitlaatgastegendruk enz.). Om aan te tonen dat het regeneratieproces continu is, worden ten minste drie tests met warme start volgens de NRTC, LSI-NRTC of NRSC uitgevoerd. Bij de warmstart-NRTC wordt de motor overeenkomstig punt 7.8.2.1 opgewarmd en overeenkomstig punt 7.4.2.1, onder b), geïmpregneerd voordat de eerste warmstart-NRTC wordt uitgevoerd.

De daaropvolgende warmstart-NRTC wordt uitgevoerd nadat de motor overeenkomstig punt 7.4.2.1, onder b), is geïmpregneerd. Tijdens de tests worden de uitlaatgastemperatuur en -druk geregistreerd (temperatuur vóór en achter het uitlaatgasnabehandelingssysteem, uitlaatgastegendruk enz.). Het uitlaatgasnabehandelingssysteem wordt geacht te voldoen als de door de fabrikant opgegeven condities zich tijdens de test binnen voldoende tijd voordoen en de emissieresultaten niet meer dan ± 25 % van de gemiddelde waarde of, als dat meer is, 0,005 g/kWh afwijken.

6.6.2. Niet-frequente regeneratie

Deze bepaling geldt alleen voor motoren met een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat op niet-frequente basis, meestal na minder dan 100 uren normaal motorbedrijf, wordt geregenereerd. Voor deze motoren worden additieve of multiplicatieve factoren bepaald voor de in punt 6.6.2.4 bedoelde op- of neerwaartse aanpassing (hierna „aanpassingsfactoren" genoemd).

De tests en de bepaling van aanpassingsfactoren zijn slechts vereist voor één toepasselijke transiënte testcyclus (NRTC of LSI-NRTC) of de RMC. De bepaalde factoren mogen ook op de resultaten van de andere toepasselijke testcycli, waaronder de NRSC met specifieke modi, worden toegepast.

Wanneer de tests volgens een transiënte testcyclus (NRTC of LSI-NRTC) of de RMC geen geschikte aanpassingsfactoren opleveren, worden aanpassingsfactoren vastgesteld met een toepasselijke NRSC-test met specifieke modi. De factoren die met een NRSC met specifieke modi zijn bepaald, mogen alleen op de NRSC met specifieke modi worden toegepast.

Het is niet noodzakelijk voor zowel de RMC als de NRSC met specifieke modi tests te verrichten en aanpassingsfactoren te bepalen.

▼B

6.6.2.1. Voorschriften voor het bepalen van aanpassingsfactoren met NRTC, LSI-NRTC of RMC

De emissies worden gemeten bij ten minste drie tests met warme start volgens de NRTC, LSI-NRTC of RMC, namelijk één met en twee zonder regeneratie, op een gestabiliseerd uitlaatgasnabehandelingssysteem. Tijdens de NRTC, LSI-NRTC of RMC met regeneratie moet het regeneratieproces ten minste één keer plaatsvinden. Als de regeneratie langer dan één NRTC, LSI-NRTC of RMC duurt, worden opeenvolgende NRTC-, LSI-NRTC of RMC-tests uitgevoerd en worden de emissiemetingen voortgezet zonder de motor uit te zetten totdat de regeneratie is voltooid, waarna het gemiddelde van de tests wordt berekend. Als de regeneratie tijdens een test is voltooid, wordt de test voortgezet totdat de volledige testduur is verstreken.

Voor de volledige toepasselijke cyclus wordt een geschikte aanpassingsfactor bepaald met de vergelijkingen (6-10) tot en met (6-13).

6.6.2.2. Voorschriften voor het bepalen van aanpassingsfactoren met NRSC-tests met specifieke modi

De emissies worden op een vooraf gestabiliseerd uitlaatgasnabehandelingssysteem gemeten door elke testmodus van de toepasselijke NRSC met specifieke modi waarin aan de voorwaarden voor regeneratie kan worden voldaan, ten minste drie keer uit te voeren, namelijk één keer met en twee keer zonder regeneratie. Voor de PM-meting wordt de in punt 7.8.1.2, onder c), beschreven meerfiltermethode toegepast. Als de regeneratie begonnen is maar aan het einde van de bemonsteringsperiode voor een specifieke testmodus nog niet is voltooid, wordt de bemonsteringsperiode verlengd totdat de regeneratie voltooid is. Als dezelfde modus verscheidene keren wordt uitgevoerd, wordt een gemiddeld resultaat berekend. Het proces wordt voor elke testmodus herhaald.

Voor de modi van de toepasselijke cyclus waarin regeneratie plaatsvindt, wordt een geschikte aanpassingsfactor bepaald met de vergelijkingen (6-10) tot en met (6-13).

6.6.2.3. Algemene procedure voor de bepaling van aanpassingsfactoren voor niet-frequente regeneratie (infrequent regeneration adjustment factors — IRAF's).

De fabrikant moet aangeven onder welke normale parametercondities het regeneratieproces plaatsvindt (roetgehalte, temperatuur, uitlaatgastegendruk enz.). De fabrikant vermeldt ook de frequentie van de regeneraties uitgedrukt in het aantal tests waarbij regeneratie plaatsvindt. ►**M2** De exacte procedure om deze frequentie te bepalen, wordt door de goedkeuringsinstantie naar goede ingenieursinzichten vastgesteld. ◄

Voor een regeneratietest stelt de fabrikant een belast uitlaatgasnabehandelingssysteem ter beschikking. Tijdens deze conditioneringsfase van de motor mag geen regeneratie optreden. Desgewenst mag de fabrikant opeenvolgende tests van de toepasselijke cyclus uitvoeren totdat het uitlaatgasnabehandelingssysteem is belast. Meting van de emissies is niet bij alle tests vereist.

De gemiddelde emissies tussen de regeneratiefasen worden bepaald aan de hand van het rekenkundig gemiddelde van verschillende ongeveer op gelijke afstand in de tijd gelegen tests van de toepasselijke cyclus. Als minimumeis geldt dat ten minste één toepasselijke cyclus zo kort mogelijk vóór een regeneratietest en één toepasselijke cyclus onmiddellijk na een regeneratietest wordt uitgevoerd.

▼B

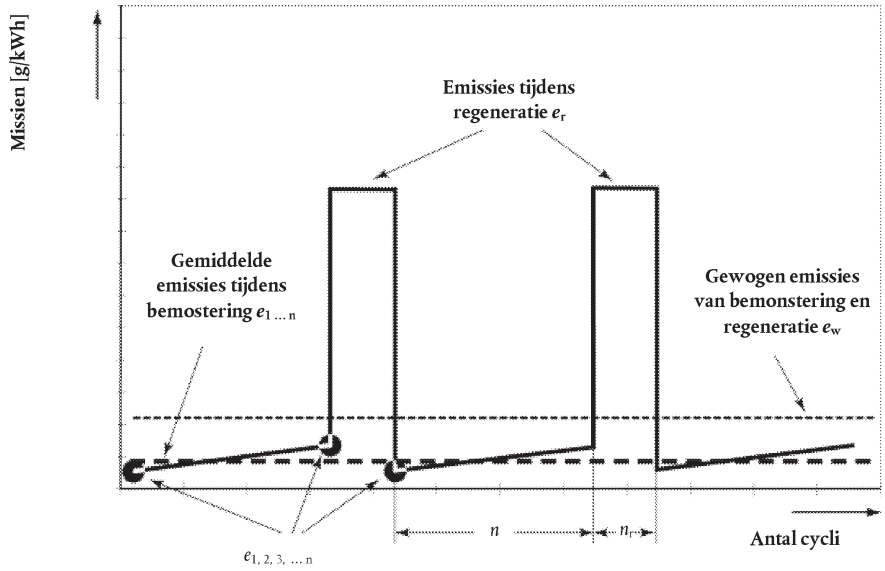
Tijdens de regeneratietest worden alle gegevens geregistreerd die nodig zijn om regeneratie te detecteren (CO- of $NO_x$-emissies, temperatuur vóór en achter het uitlaatgasnabehandelingssysteem, uitlaatgastegendruk enz.). Tijdens het regeneratieproces mogen de toepasselijke emissiegrenswaarden worden overschreden. De testprocedure is in figuur 6.1 schematisch weergegeven.

▼M2

*Figuur 6.1*

**Schema van een niet-frequente regeneratie met *n*-aantal metingen en $n_r$-aantal metingen tijdens de regeneratie**

▼B




De gemiddelde specifiek emissiewaarde voor overeenkomstig punt 6.6.2.1 of 6.6.2.2 uitgevoerde tests [g/kWh of #/kWh] wordt met vergelijking (6-9) gewogen (zie figuur 6.1):

▼M2

$$\overline{e}_w = \frac{n \cdot \overline{e} + n_r \cdot \overline{e}_r}{n + n_r} \qquad (6\text{-}9)$$

waarbij:

$n$ = aantal tests waarin geen regeneratie optreedt

$n_r$ = aantal tests waarin regeneratie optreedt (ten minste één test)

$\overline{e}$ = gemiddelde specifieke emissie van een test waarin geen regeneratie optreedt [g/kWh of #/kWh]

$\overline{e}_r$ = gemiddelde specifieke emissie van een test waarin regeneratie optreedt [g/kWh of #/kWh]

▼B

Naar keuze van de fabrikant en op basis van goede ingenieursinzichten mag de regeneratieaanpassingsfactor $k_r$, die de gemiddelde emissiewaarde uitdrukt, voor alle verontreinigende gassen en, indien er een grenswaarde van toepassing is, voor PM en PN, multiplicatief of additief worden berekend met de vergelijkingen (6-10) tot en met (6-13):

▼B

Multiplicatief

▼M2

$$k_{\mathrm{ru,m}} = \frac{\overline{e}_{\mathrm{w}}}{\overline{e}} \quad \text{(opwaartse aanpassingsfactor)} \qquad (6\text{-}10)$$

$$k_{\mathrm{rd,m}} = \frac{\overline{e}_{\mathrm{w}}}{\overline{e}_r} \quad \text{(neerwaartse aanpassingsfactor)} \qquad (6\text{-}11)$$

▼B

Additief

▼M2

$$k_{\mathrm{ru,a}} = \overline{e_w} - \overline{e} \quad \text{(opwaartse aanpassingsfactor)} \qquad (6\text{-}12)$$

$$k_{\mathrm{rd,a}} = \overline{e_w} - \overline{e_r} \quad \text{(neerwaartse aanpassingsfactor)} \qquad (6\text{-}13)$$

▼B

6.6.2.4. Toepassing van aanpassingsfactoren

De opwaartse aanpassingsfactoren worden vermenigvuldigd met of opgeteld bij de gemeten emissiewaarden voor alle tests waarin geen regeneratie optreedt. De neerwaartse aanpassingsfactoren worden vermenigvuldigd met of opgeteld bij de gemeten emissiewaarden voor alle tests waarin regeneratie optreedt. Het optreden van de regeneratie moet op zodanige wijze worden aangegeven dat het tijdens alle tests meteen duidelijk is. Wanneer geen regeneratie wordt aangegeven, wordt de opwaartse aanpassingsfactor toegepast.

Overeenkomstig bijlage VII en aanhangsel 5 van bijlage VII betreffende de berekening van de specifieke emissies:

a) wordt de regeneratieaanpassingsfactor wanneer deze voor een volledige gewogen cyclus is bepaald, toegepast op de resultaten van de toepasselijke gewogen NRTC, LSI-NRTC en NRSC;

b) wordt de regeneratieaanpassingsfactor, wanneer deze specifiek is bepaald voor de afzonderlijke modi van de toepasselijke NRSC met specifieke modi, toegepast op de resultaten van die modi van de toepasselijke NRSC met specifieke modi waarin regeneratie plaatsvindt, voordat het cyclusgewogen emissieresultaat wordt berekend. In dit geval wordt de meerfiltermethode toegepast voor de PM-meting;

c) mag de regeneratieaanpassingsfactor ook op andere leden van dezelfde motorfamilie worden toegepast;

d) mag de regeneratieaanpassingsfactor met voorafgaande toestemming van de goedkeuringsinstantie op basis van door de fabrikant geleverd technisch bewijsmateriaal waaruit blijkt dat de emissies gelijkwaardig zijn, ook op andere motorfamilies binnen dezelfde familie van motornabehandelingssystemen, zoals gedefinieerd in bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656, worden toegepast.

Hiervoor gelden de volgende mogelijkheden:

a) een fabrikant mag ervoor kiezen om voor een of meer van zijn motorfamilies (of motorconfiguraties) geen aanpassingsfactoren toe te passen, omdat het effect van de regeneratie gering is of omdat het niet haalbaar is aan te geven wanneer regeneraties optreden. In die gevallen hoeft er geen aanpassingsfactor te worden gebruikt en is de fabrikant verantwoordelijk voor de naleving van de emissiegrenswaarden bij alle tests, ongeacht of er een regeneratie optreedt;

▼M2

b) op verzoek van de fabrikant mag de goedkeuringsinstantie op een andere wijze rekening houden met regeneraties dan is bepaald onder a). Deze optie geldt echter alleen voor regeneraties

▼M2

die bijzonder sporadisch optreden en met de in punt 6.6.2.3 beschreven aanpassingsfactoren niet in aanmerking kunnen worden genomen.

▼B

6.7. Koelsysteem

Er wordt gebruikgemaakt van een motorkoelsysteem met voldoende capaciteit om de motor, inclusief de inlaatlucht, de olie, het koelmiddel, het motorblok en de cilinderkoppen, op de normale door de fabrikant voorgeschreven bedrijfstemperaturen te houden. Er mogen extra laboratoriumkoelers en –ventilatoren worden gebruikt.

6.8. Smeerolie

De smeerolie wordt door de fabrikant gespecificeerd en moet representatief te zijn voor de in de handel verkrijgbare smeerolie; de specificaties van de voor de test gebruikte smeerolie worden genoteerd en samen met de resultaten van de test verstrekt.

6.9. Specificatie van de referentiebrandstof

De referentiebrandstoffen die voor de test moeten worden gebruikt, zijn gespecificeerd in bijlage IX.

De brandstoftemperatuur moet overeenkomen met de aanbevelingen van de fabrikant. De brandstoftemperatuur wordt bij de inlaat van de brandstofinjectiepomp of volgens de instructies van de fabrikant gemeten en de plaats van de meting wordt geregistreerd.

6.10. Carteremissies

Dit onderdeel is van toepassing op motoren van de categorieën NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB en ATS die voldoen aan de emissiegrenswaarden voor fase V in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628.

Carteremissies die rechtstreeks in de omgevingslucht worden uitstoten, worden tijdens alle emissietests (fysisch of mathematisch) bij de uitlaatemissies opgeteld.

Fabrikanten die van deze uitzondering gebruikmaken, moeten de motoren zo monteren dat alle carteremissies in het emissiebemonsteringssysteem kunnen worden geleid. Voor de toepassing van dit punt worden carteremissies die in alle werkingstoestanden vóór het uitlaatgasnabehandelingssysteem in de uitlaatgasstroom worden geleid, niet beschouwd als emissies die rechtstreeks in de omgevingslucht worden uitgestoten.

Voor de emissiemetingen worden de opencarteremissies als volgt in het uitlaatsysteem geleid:

a) de buismaterialen moeten gladde wanden hebben, moeten elektrisch geleidend zijn en mogen niet reageren met de carteremissies. De buislengten moeten zo klein mogelijk worden gehouden;

b) het aantal bochten in de laboratoriumcarterbuizen moet zo klein mogelijk worden gehouden en alle onvermijdelijke bochten moeten een zo groot mogelijke straal hebben;

c) de laboratoriumcarteruitlaatbuizen moeten voldoen aan de specificaties van de motorfabrikant voor cartertegendruk;

d) de carteruitlaatbuizen moeten op het ruwe uitlaatgas worden aangesloten voorbij het eventuele uitlaatgasnabehandelingssysteem, voorbij de eventueel gemonteerde uitlaatemissierestrictie en op voldoende afstand vóór bemonsteringssondes om de carteremissies voor de bemonstering volledig met het uitlaatsysteem van de motor te laten vermengen. Om grenslaageffecten te

▼B

vermijden en de vermenging te bevorderen, moet de carteruitlaatbuis zich tot in de vrije stroom van het uitlaatsysteem uitstrekken. De uitgang van de carteruitlaatbuis mag ten opzichte van de ruwe uitlaatgasstroom in gelijk welke richting wijzen.

7. Testprocedures

7.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe bij de te testen motoren de specifieke emissies van verontreinigende gassen en deeltjes worden bepaald. De testmotor moet overeenkomen met de configuratie van de basismotor van de motorfamilie, zoals gedefinieerd in bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656.

Een laboratoriumemissietest bestaat erin emissies en andere parameters tijdens de in bijlage XVII gespecificeerde testcycli te meten. De volgende aspecten worden behandeld:

a) de laboratoriumconfiguraties voor het meten van de emissies (punt 7.2);

b) de verificatieprocedures vóór en na de test (punt 7.3);

c) de testcycli (punt 7.4);

d) de algemene testsequentie (punt 7.5);

e) het bepalen van de motorkarakteristiek (punt 7.6);

f) het genereren van de testcycli (punt 7.7);

g) de specifieke procedure voor het uitvoeren van de testcyclus (punt 7.8).

7.2. Principe van emissiemeting

Om de specifieke emissies te meten, moet men de motor tijdens de in punt 7.4 gedefinieerde toepasselijke testcycli laten draaien. Om de specifieke emissies te kunnen meten, moeten de massa van de verontreinigende stoffen in de uitlaatemissies (HC, CO, $NO_x$ en PM), het aantal deeltjes in de uitlaatemissies (PN), de massa van $CO_2$ in de uitlaatemissies en de overeenkomstige motorarbeid worden bepaald.

7.2.1. Massa van het bestanddeel

De totale massa van elk bestanddeel wordt tijdens de toepasselijke testcyclus met de volgende methoden bepaald:

7.2.1.1. Continue bemonstering

Bij continue bemonstering wordt de concentratie van een bestanddeel continu gemeten in ruw of verdund uitlaatgas. Deze concentratie wordt met het continue (ruw- of verdund-)uitlaatgasdebiet op de plaats van bemonstering vermenigvuldigd om het debiet van het bestanddeel te bepalen. De emissie van het bestanddeel wordt tijdens het testinterval voortdurend opgeteld. Deze som is de totale massa van het uitgestoten bestanddeel.

▼B

7.2.1.2. Batchbemonstering

Bij batchbemonstering wordt continu een monster van ruw of verdund uitlaatgas genomen, dat voor latere meting wordt bewaard. Het genomen monster moet evenredig zijn met het debiet van het ruwe of verdunde uitlaatgas. Voorbeelden van batchbemonstering zijn het verzamelen van verdunde gasvormige emissies in een zak en het verzamelen van PM op een filter. In principe wordt voor het berekenen van de emissies de volgende methode toegepast: de in batches bemonsterde concentraties worden vermenigvuldigd met de totale massa of het totale massadebiet van het (ruwe of verdunde) uitlaatgas waaraan zij tijdens de testcyclus zijn onttrokken. Dit product is de totale massa of het totale massadebiet van het uitgestoten bestanddeel. Om de PM-concentratie te berekenen, wordt het op een filter afgezette deeltjesmateriaal van het in evenredigheid onttrokken uitlaatgas worden gedeeld door de hoeveelheid gefiltreerd uitlaatgas.

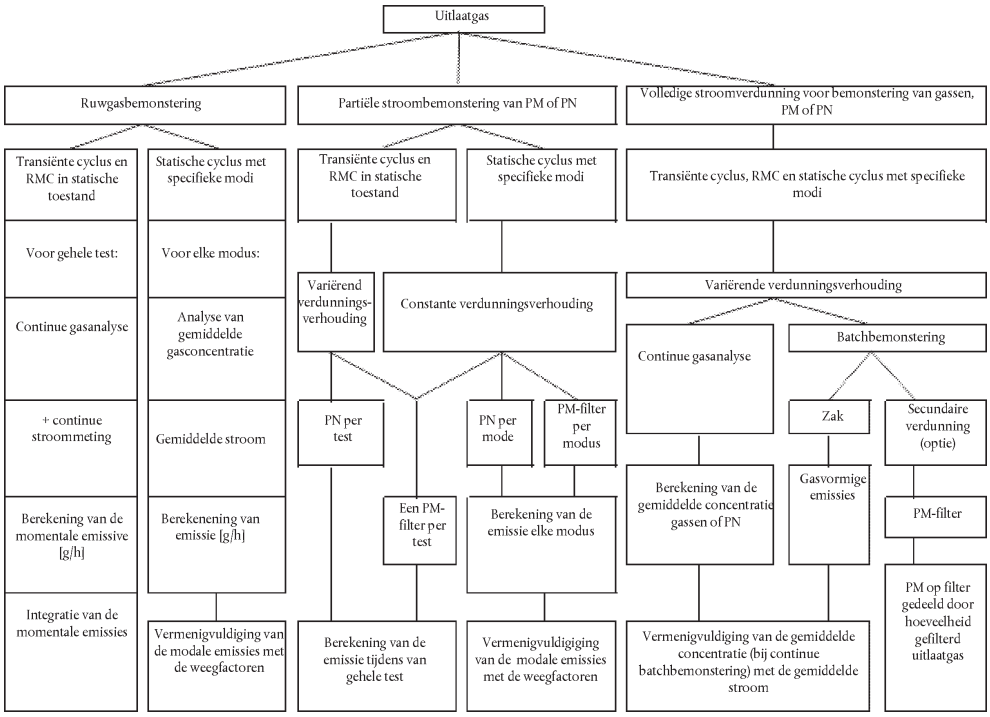
7.2.1.3. Gecombineerde bemonstering

Elke combinatie van continue en batchbemonstering is toegestaan (bv. PM met batchbemonstering en gasvormige emissies met continue bemonstering).

Figuur 6.2 illustreert de twee aspecten van de testprocedures voor het meten van emissies: de apparatuur met de bemonsteringsleidingen in ruw en verdund uitlaatgas en de verrichtingen die nodig zijn om de verontreinigende emissies tijdens de testcycli in statische toestand en de transiënte testcycli te berekenen.

*Figuur 6.2*

**Testprocedures voor het meten van emissies**




*Opmerking bij figuur 6.2:* Het begrip „partiëlestroombemonstering van PM" omvat de partiëlestroomverdunning om alleen ruw uitlaatgas met een constante of variabele verdunningsverhouding te onttrekken.

▼B

7.2.2. Bepaling van de arbeid

De arbeid wordt over de testcyclus bepaald door het toerental en het remkoppel synchroon met elkaar te vermenigvuldigen om de momentane waarden voor het remvermogen van de motor te berekenen. Het remvermogen van de motor wordt over de testcyclus geïntegreerd om de totale arbeid te bepalen.

7.3. Verificatie en kalibratie

7.3.1. Vóór de test te volgen procedures

▼M2

7.3.1.1. Algemene voorschriften voor de voorconditionering van het bemonsteringssysteem en de motor

▼B

Om stabiele condities te verkrijgen, worden het bemonsteringssysteem en de motor overeenkomstig dit punt voorgeconditioneerd voordat een testsequentie wordt begonnen.

De motor wordt voorgeconditioneerd om ervoor te zorgen dat de emissies en de emissiebeheersing gedurende de bedrijfscyclus representatief zijn en om vertekening te voorkomen, zodat de erop volgende emissietest onder stabiele omstandigheden kan worden uitgevoerd.

Tijdens de voorconditioneringscycli mogen de emissies worden gemeten, mits een vooraf bepaald aantal voorconditioneringscycli wordt uitgevoerd en het meetsysteem overeenkomstig punt 7.3.1.4 is gestart. De motorfabrikant bepaalt voor het begin van de voorconditionering de benodigde mate van voorconditionering. De voorconditionering wordt als volgt uitgevoerd, waarbij opgemerkt dient te worden dat de specifieke cycli van de voorconditionering dezelfde zijn als voor de emissietests worden toegepast.

▼M2

Motoren met een nabehandelingssysteem mogen voorafgaand aan de in de punten 7.3.1.1.1 tot en met 7.3.1.1.4 beschreven specifieke voorconditionering voor de betrokken cyclus zodanig draaien dat het nabehandelingssysteem wordt geregenereerd en, in voorkomend geval, de roetbelasting in het deeltjesnabehandelingssysteem is hersteld.

▼B

7.3.1.1.1. Voorconditionering voor met koude start uitgevoerde NRTC

De motor wordt voorgeconditioneerd door ten minste één warmstart-NRTC uit te voeren. Onmiddellijk na voltooiing van elke voorconditioneringscyclus wordt de motor uitgezet en wordt de warmtestuwperiode met uitgeschakelde motor voltooid. Onmiddellijk na voltooiing van de laatste voorconditioneringscyclus wordt de motor uitgezet en begint de in punt 7.3.1.2 beschreven afkoeling van de motor.

7.3.1.1.2. Voorconditionering voor met warme start uitgevoerde NRTC of voor LSI-NRTC

In dit punt wordt de voorconditionering beschreven die moet worden uitgevoerd voordat emissies worden bemonsterd in de warmstart-NRTC zonder uitvoering van de NRTC met koude start (hierna „koudstart-NRTC” genoemd) of in de LSI-NRTC. De motor wordt voorgeconditioneerd door, naargelang het geval, ten minste één warmstart-NRTC of LSI-NRTC uit te voeren. Onmiddellijk na voltooiing van elke voorconditioneringscyclus wordt de motor uitgezet en wordt zo spoedig mogelijk de volgende cyclus gestart. Aanbevolen wordt de volgende voorconditioneringscyclus binnen

▼B

60 seconden na voltooiing van de laatste voorconditioneringscyclus te starten. In voorkomend geval wordt na de laatste voorconditioneringscyclus de toepasselijke warmtestuwperiode (bij de warmstart-NRTC) of afkoelperiode (bij de LSI-NRTC) in acht genomen voordat de motor voor de emissietest wordt gestart. Wanneer er geen warmtestuw- of afkoelperiode van toepassing is, wordt aanbevolen de emissietest binnen 60 seconden na voltooiing van de laatste voorconditioneringscyclus te starten.

7.3.1.1.3. Voorconditionering voor de NRSC met specifieke modi

Voor andere motorcategorieën dan NRS en NRSh laat men de motor opwarmen en draaien totdat de motortemperaturen (koelwater en motorolie) voor alle NRSC-testcycli met specifieke modi uitgezonderd de typen D2, E2 en G op 50 %-toerental en 50 %-koppel en voor alle NRSC-testcycli met specifieke modi van de typen D2, E2 en G op nominaal motortoerental en 50 %-koppel zijn gestabiliseerd. Als het MTS is gebruikt voor het genereren van de testtoerentallen, wordt het 50 %-toerental berekend overeenkomstig punt 5.2.5.1 en in alle andere gevallen overeenkomstig punt 7.7.1.3. Het 50 %-koppel is gedefinieerd als 50 % van het beschikbare maximumkoppel bij dit toerental. De emissietest wordt gestart zonder de motor uit te zetten.

Voor de motorcategorieën NRS en NRSh wordt de motor volgens de aanbeveling van de fabrikant en naar goede ingenieursinzichten opgewarmd. Voordat de emissiebemonstering kan beginnen, laat men de motor in modus 1 van de toepasselijke testcyclus draaien totdat de motortemperaturen zijn gestabiliseerd. De emissietest wordt gestart zonder de motor uit te zetten.

7.3.1.1.4. Voorconditionering voor de RMC

De motorfabrikant kiest een van de onder a) en b) beschreven voorconditioneringssequenties. De motor wordt voorgeconditioneerd volgens de gekozen sequentie:

a) de motor wordt voorgeconditioneerd door ten minste de tweede helft van de RMC uit te voeren, op basis van het aantal testmodi. Tussen de cycli wordt de motor niet uitgezet. Onmiddellijk na voltooiing van elke voorconditioneringscyclus wordt zo spoedig mogelijk de volgende cyclus (met inbegrip van de emissietest) gestart. Aanbevolen wordt de volgende cyclus zo mogelijk binnen 60 seconden na voltooiing van de laatste voorconditioneringscyclus te starten;

b) men laat de motor opwarmen en draaien totdat de motortemperaturen (koelwater en motorolie) voor alle RMC-testcycli uitgezonderd de typen D2, E2 en G op 50 %-toerental en 50 %-koppel en voor alle RMC-testcycli van de typen D2, E2 en G op nominaal motortoerental en 50 %-koppel zijn gestabiliseerd. Als het MTS is gebruikt voor het genereren van de testtoerentallen, wordt het 50 %-toerental berekend overeenkomstig punt 5.2.5.1 en in alle andere gevallen overeenkomstig punt 7.7.1.3. Het 50 %-koppel is gedefinieerd als 50 % van het beschikbare maximumkoppel bij dit toerental.

▼M2

_____

▼**M2**

7.3.1.2. Afkoelen van de motor (NRTC)

Er mag een natuurlijke of geforceerde afkoelingsprocedure worden toegepast. Bij geforceerde afkoeling worden naar goede ingenieursinzichten systemen opgezet om koellucht langs de motor te leiden, koelolie door het motorsmeersysteem te leiden, het koelmiddel door het motorkoelsysteem te koelen, en het uitlaatgasnabehandelingssysteem te koelen. Bij geforceerde afkoeling van het uitlaatgasnabehandelingssysteem mag koellucht pas worden gebruikt nadat het systeem tot onder de activeringstemperatuur van de katalysator is afgekoeld. Koelprocedures die tot niet-representatieve emissies leiden, zijn niet toegestaan.

7.3.1.3. Verificatie van HC-verontreiniging

Als er enig vermoeden van een essentiële HC-verontreiniging van het uitlaatgasmeetsysteem bestaat, mag die verontreiniging met nulgas worden gecontroleerd en dan worden gecorrigeerd. Als de hoeveelheid verontreiniging van het meetsysteem en het achtergrond-HC-systeem moet worden gecontroleerd, moet dat binnen 8 uur voor het starten van elke testcyclus gebeuren. De waarden worden voor latere correctie geregistreerd. Vóór deze controle wordt op lekken gecontroleerd en wordt de FID-analysator gekalibreerd.

7.3.1.4. Voorbereiding van de meetapparatuur voor bemonstering

Voordat de emissiebemonstering begint, worden de volgende stappen uitgevoerd:

a) binnen 8 uur vóór de emissiebemonstering wordt overeenkomstig punt 8.1.8.7 op lekken gecontroleerd;

b) bij batchbemonstering worden schone opslagmiddelen zoals lege zakken of tarragewogen filters aangesloten;

c) alle meetinstrumenten worden volgens de instructies van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten gestart;

d) de verdunningssystemen, de bemonsteringspompen, de koelventilatoren en het gegevensverzamelsysteem worden gestart;

e) de monsterdebieten worden op de gewenste niveaus ingesteld, waarbij desgewenst een omloopgasstroom kan worden gebruikt;

f) warmtewisselaars in het bemonsteringssysteem worden tot binnen hun bedrijfstemperatuurbereik voor een test voorverwarmd of voorgekoeld;

g) verwarmde of gekoelde onderdelen, zoals bemonsteringsleidingen, filters, koelers en pompen, laat men op hun bedrijfstemperatuur stabiliseren;

h) de stroom van het uitlaatgasverdunningssysteem wordt ten minste 10 minuten vóór een testsequentie ingeschakeld;

i) de gasanalysatoren worden gekalibreerd en continue analysatoren worden op nul gezet volgens de procedure van punt 7.3.1.5;

j) elektronische integreervoorzieningen worden vóór het begin van elk testinterval (weer) op nul gezet.

7.3.1.5. Kalibratie van gasanalysatoren

Voor de gasanalysatoren worden passende meetbereiken gekozen. Emissieanalysatoren met automatische of handmatige meetbereikschakeling zijn toegestaan. Tijdens een test volgens een transiënte testcyclus (NRTC of LSI-NRTC) of de RMC en tijdens een bemonsteringsperiode van een gasvormige emissie aan het einde van

▼M2

elke modus bij een test volgens de NRSC met specifieke modi wordt het meetbereik van de emissieanalysatoren niet omgeschakeld. Ook de output van analoge operationele versterkers van de analysator wordt tijdens een testcyclus niet veranderd.

Alle continue analysatoren worden op nul gezet en geijkt met internationaal herleidbare gassen die voldoen aan de specificaties van punt 9.5.1. Vlamionisatiedetectoren (FID-analysatoren) worden geijkt op basis van een koolstofgetal van één ($C_1$).

7.3.1.6. Voorconditionering en tarraweging van PM-filters

Voor het voorconditioneren en tarrawegen van PM-filters worden de procedures van punt 8.2.3 gevolgd.

▼B

7.3.2. Na de test te volgen procedures

Nadat de emissiebemonstering is beëindigd, worden de volgende stappen uitgevoerd:

7.3.2.1. Verificatie van evenredige bemonstering

Bij elk evenredig batchmonster zoals een zak- of PM-monster, wordt gecontroleerd of evenredige bemonstering overeenkomstig punt 8.2.1 is gehandhaafd. Bij de eenfiltermethode en de testcyclus in statische toestand met specifieke modi wordt de effectieve PM-wegingsfactor berekend. Monsters die niet aan de voorschriften van punt 8.2.1 voldoen, worden ongeldig verklaard.

7.3.2.2. Conditioneren en wegen van PM na de test

Om de monsterfilters tegen verontreiniging uit de omgeving te beschermen, worden de gebruikte PM-monsterfilters in afgedekte of gesloten houders geplaatst of worden de filterhouders gesloten. De aldus beschermde belaste filters worden naar de conditioneerkamer voor PM-filters teruggebracht. De PM-monsterfilters worden vervolgens overeenkomstig punt 8.2.4 (procedures voor het conditioneren en wegen van PM-filters na de test) geconditioneerd en gewogen.

7.3.2.3. Analyse van gasbatchbemonstering

Zo snel mogelijk wordt het volgende gedaan:

a) uiterlijk 30 minuten na afloop van de testcyclus of, zo mogelijk, tijdens de impregneerperiode worden alle batchgasanalysatoren op nul gezet en geijkt om te controleren of zij nog stabiel zijn;

b) uiterlijk 30 minuten na afloop van de warmstart-NRTC of tijdens de impregneerperiode worden alle conventionele gasbatchmonsters geanalyseerd;

c) uiterlijk 60 minuten na afloop van de warmstart-NRTC worden de achtergrondmonsters geanalyseerd.

7.3.2.4. Controle van het verloop

Nadat het uitlaatgas is gekwantificeerd, wordt het verloop als volgt geverifieerd:

a) bij continue en batchgasanalysatoren wordt na stabilisatie van een nulgas in de analysator de gemiddelde analysatorwaarde geregistreerd. De stabilisatie mag tijd omvatten om de analysator van monstergas te ontdoen, plus de extra tijd om rekening te houden met de analysatorrespons;

▼B

b) na stabilisatie van met ijkgas in de analysator wordt de gemiddelde analysatorwaarde geregistreerd. De stabilisatie mag tijd omvatten om de analysator van monstergas te ontdoen, plus de extra tijd om rekening te houden met de analysatorrespons;

c) deze gegevens worden gebruikt om te valideren en voor het verloop te corrigeren zoals beschreven in punt 8.2.2.

▼M2

7.4. Testcycli

De EU-typegoedkeuringstest wordt uitgevoerd volgens de toepasselijke NRSC en, in voorkomend geval, NRTC of LSI-NRTC, als gespecificeerd in artikel 18 van Verordening (EU) 2016/1628 en bijlage IV bij die verordening. De technische specificaties en karakteristieken van de NRSC, NRTC en LSI-NRTC zijn opgenomen in bijlage XVII bij deze verordening en de methode voor het bepalen van de koppel-, vermogens- en toerentalinstellingen van die testcycli is beschreven in onderdeel 5.2.

▼B

7.4.1. Testcycli in statische toestand

De testcycli in statische toestand, niet voor het wegverkeer (NRSC) worden in de aanhangsels 1 en 2 van bijlage XVII gespecificeerd als een lijst van specifieke modi (bedrijfspunten), waarbij elk bedrijfspunt één toerental- en één koppelwaarde heeft. Bij een NRSC worden de metingen verricht op een volgens de specificaties van de fabrikant opgewarmde en draaiende motor. Naar keuze van de fabrikant mag een NRSC als een NRSC met specifieke modi of als een RMC worden uitgevoerd, zoals toegelicht in de punten 7.4.1.1 en 7.4.1.2. Het is niet noodzakelijk een emissietest overeenkomstig zowel punt 7.4.1.1 als punt 7.4.1.2 uit te voeren.

7.4.1.1. NRSC met specifieke modi

De NRSC met specifieke modi is een warm uitgevoerde testcyclus waarbij de emissiemeting begint nadat de motor is gestart en opgewarmd en draait zoals aangegeven in punt 7.8.1.2. Elke cyclus bestaat uit een aantal toerental- en belastingsmodi (met de respectieve wegingsfactor voor elke modus) die het gebruikelijke werkingsbereik van de gespecificeerde motorcategorie bestrijken.

7.4.1.2. Modale NRSC met overgangen (RMC)

De RMC is een warm uitgevoerde testcyclus waarbij de emissiemeting begint nadat de motor is gestart en opgewarmd en draait zoals aangegeven in punt 7.8.2.1. Tijdens de RMC wordt de motor continu geregeld door de regeleenheid van de testbank. Tijdens de RMC worden de emissies van gassen en deeltjes continu gemeten en bemonsterd op dezelfde wijze als bij een transiënte testcyclus (NRTC of LSI-NRTC).

De RMC is bedoeld als methode om op vrijwel transiënte wijze een test in statische toestand uit te voeren. Elke RMC bestaat uit een reeks statische modi met lineaire overgangen. De relatieve totale duur van elke modus en de voorafgaande overgang komt overeen met de weging in de NRSC met specifieke modi. De verandering in motortoerental en –belasting van de ene modus naar de volgende moet binnen 20 ± 1 seconden lineair worden geregeld. De tijd om van modus te veranderen, maakt deel uit van de nieuwe modus (inclusief de eerste modus). In sommige gevallen worden de modi niet in dezelfde volgorde uitgevoerd als bij de NRSC met specifieke modi of worden zij gesplitst om extreme temperatuurveranderingen te vermijden.

▼B

7.4.2. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC)

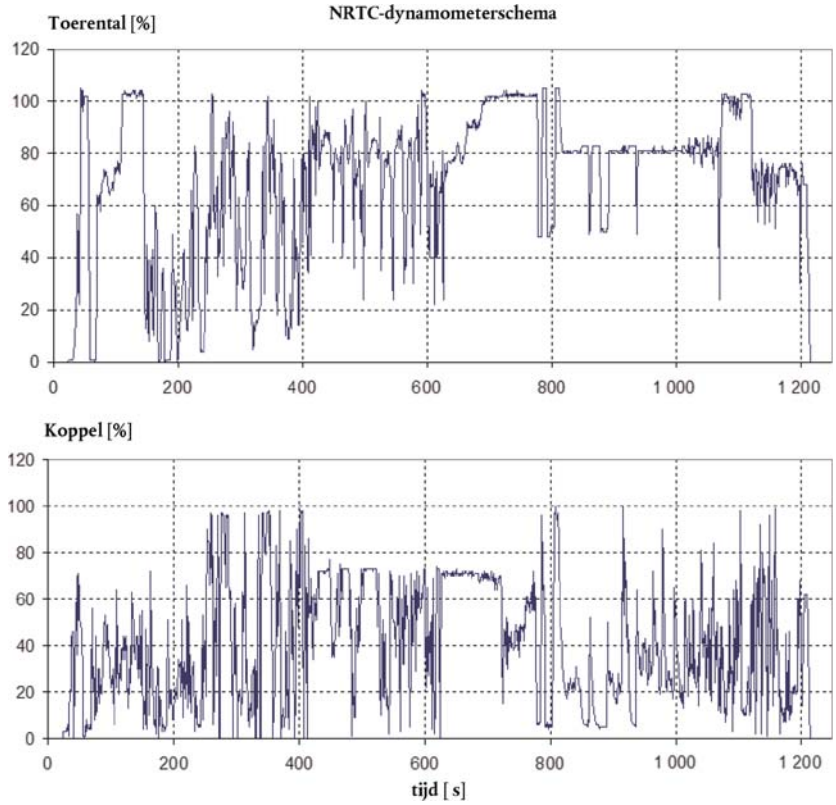
De transiënte testcyclus, niet voor wegverkeer, voor motoren van categorie NRE (NRTC) en de transiënte testcyclus, niet voor wegverkeer, voor grote elektrische-ontstekingsmotoren van categorie NRS (LSI-NRTC) zijn beide in aanhangsel 3 van bijlage XVII van seconde tot seconde beschreven als een sequentie van genormaliseerde toerental- en koppelwaarden. Om de test in een motormeetcel uit te voeren, moeten de genormaliseerde waarden worden omgezet in hun overeenkomstige referentiewaarden voor de te testen afzonderlijke motor op basis van de uit de motorkarakteristiek afgelezen specifieke toerental- en koppelwaarden. De omzetting wordt denormalisatie genoemd en de hieruit resulterende testcyclus is de NRTC- of LSI-NRTC-referentietestcyclus van de te testen motor (zie punt 7.7.2).

7.4.2.1. Testsequentie voor NRTC

Een grafische voorstelling van het genormaliseerde NRTC-dynamometerschema wordt gegeven in figuur 6.3.

*Figuur 6.3*

**Genormaliseerd NRTC-motordynamometerschema**




Na voltooiing van de voorconditionering (zie punt 7.3.1.1.1) wordt de NRTC twee keer uitgevoerd overeenkomstig de volgende procedure:

▼M2

a) de koudstarttest begint hetzij nadat de motor en de uitlaatgasnabehandelingssystemen na de natuurlijke afkoeling van de motor tot

▼M2

kamertemperatuur zijn afgekoeld, hetzij na een geforceerde afkoeling en nadat de motor-, koelmiddel- en olietemperatuur, de uitlaatgasnabehandelingssystemen en alle motorregelvoorzieningen tussen 293 en 303 K (20 en 30 °C) zijn gestabiliseerd. De emissiemeting begint bij het starten van de koude motor;

▼B

b) de warmtestuwperiode begint meteen na afloop van de koudstartfase. De motor wordt uitgezet en door een warmtestuwperiode van 20 minuten ± 1 minuut voor de warmstarttest geconditioneerd;

▼M2

c) de warmstarttest begint meteen na de warmtestuwperiode bij het aanslingeren van de motor. De gasanalysatoren moeten ten minste 10 seconden vóór het einde van de warmtestuwperiode worden ingeschakeld om signaalpieken te vermijden. De emissiemeting begint gelijktijdig met het aanslingeren van de motor.

De in g/kWh, of aantal deeltjes per kilowattuur (#/kWh) voor PN, uitgedrukte specifieke emissies worden tijdens zowel de koud- als de warmstarttest van de testcyclus volgens de procedures van dit onderdeel bepaald. De samengestelde gewogen emissies worden overeenkomstig bijlage VII berekend door de resultaten van de koudstarttest voor 10 % en de resultaten van de warmstarttest voor 90 % te laten meetellen.

▼B

De in g/kWh uitgedrukte specifieke emissies worden tijdens zowel de koud- als de warmstart-NRTC volgens de procedures van dit onderdeel bepaald. De samengestelde gewogen emissies worden overeenkomstig bijlage VII berekend door de resultaten van de koudstarttest voor 10 % en de resultaten van de warmstarttest voor 90 % te laten meetellen.

7.4.2.2. Testsequentie voor LSI-NRTC

Na voltooiing van de voorconditionering (zie punt 7.3.1.1.2) wordt de LSI-NRTC een keer als volgt met warme start uitgevoerd:

a) start de motor en laat deze gedurende de eerste 180 seconden van de bedrijfscyclus draaien, gevolgd door 30 seconden stationair draaien in onbelaste toestand. Tijdens deze opwarmsequentie worden geen emissies gemeten;

b) begin aan het einde van de stationaire periode van 30 seconden met de de emissiemeting en laat de motor de volledige bedrijfscyclus vanaf het begin (tijdstip 0) doorlopen.

De in g/kWh uitgedrukte specifieke emissies worden overeenkomstig bijlage VII bepaald.

Als de motor voorafgaand aan de test al heeft gedraaid, laat men de motor naar goede ingenieursinzichten voldoende afkoelen om te waarborgen dat de gemeten emissies representatief zijn voor een motor die bij kamertemperatuur wordt gestart. Als een bij kamertemperatuur gestarte motor bijvoorbeeld in drie minuten voldoende opwarmt om met gesloten systeem te draaien en de volledige katalysatorwerking te bereiken, is minimale motorkoeling nodig voor het begin van de volgende test.

▼B

Met voorafgaande goedkeuring van de technische dienst mag de motoropwarmprocedure gedurende de bedrijfscyclus maximaal 15 minuten bedrijfstijd omvatten.

7.5. Algemene testsequentie

Om de motoremissies te meten, worden de volgende stappen uitgevoerd:

a) bepaal voor de te testen motor de motortesttoerentallen en –belastingen door (bij motoren met constant toerental) het maximumkoppel te meten of (bij motoren met variabel toerental) de maximumkoppelcurve te meten als functie van het motortoerental;

b) denormaliseer de genormaliseerde testcycli met de overeenkomstig punt 7.5, onder a), gemeten waarden voor het koppel (bij motoren met constant toerental) of de toerentallen en koppels (bij motoren met variabel toerental);

c) bereid van tevoren de motor, de uitrusting en de meetinstrumenten voor de volgende emissietest of –testreeksen (koudstarttest en warmstarttest) voor;

d) voer de vóór de test te volgen procedures uit om de correcte werking van bepaalde uitrustingen en analysatoren te verifiëren. Kalibreer alle analysatoren. Registreer alle vóór de test verzamelde gegevens;

e) start aan het begin van de testcyclus de motor (NRTC) of laat de motor draaien (cycli in statische toestand en LSI-NRTC) en stel tegelijkertijd de bemonsteringssystemen in werking;

f) meet of registreer de emissies en andere voorgeschreven parameters gedurende de bemonsteringsperiode (bij NRTC, LSI-NRTC en RMC gedurende de volledige testcyclus);

g) voer de na de test te volgen procedures uit om de correcte werking van bepaalde uitrustingen en analysatoren te verifiëren;

▼M2

h) de PM-filters worden voorgeconditioneerd, gewogen (leeggewicht), belast, geherconditioneerd en opnieuw gewogen (belast gewicht) en vervolgens worden de monsters volgens de vóór de test (punt 7.3.1.6) en na de test (punt 7.3.2.2) te volgen procedures beoordeeld;

▼B

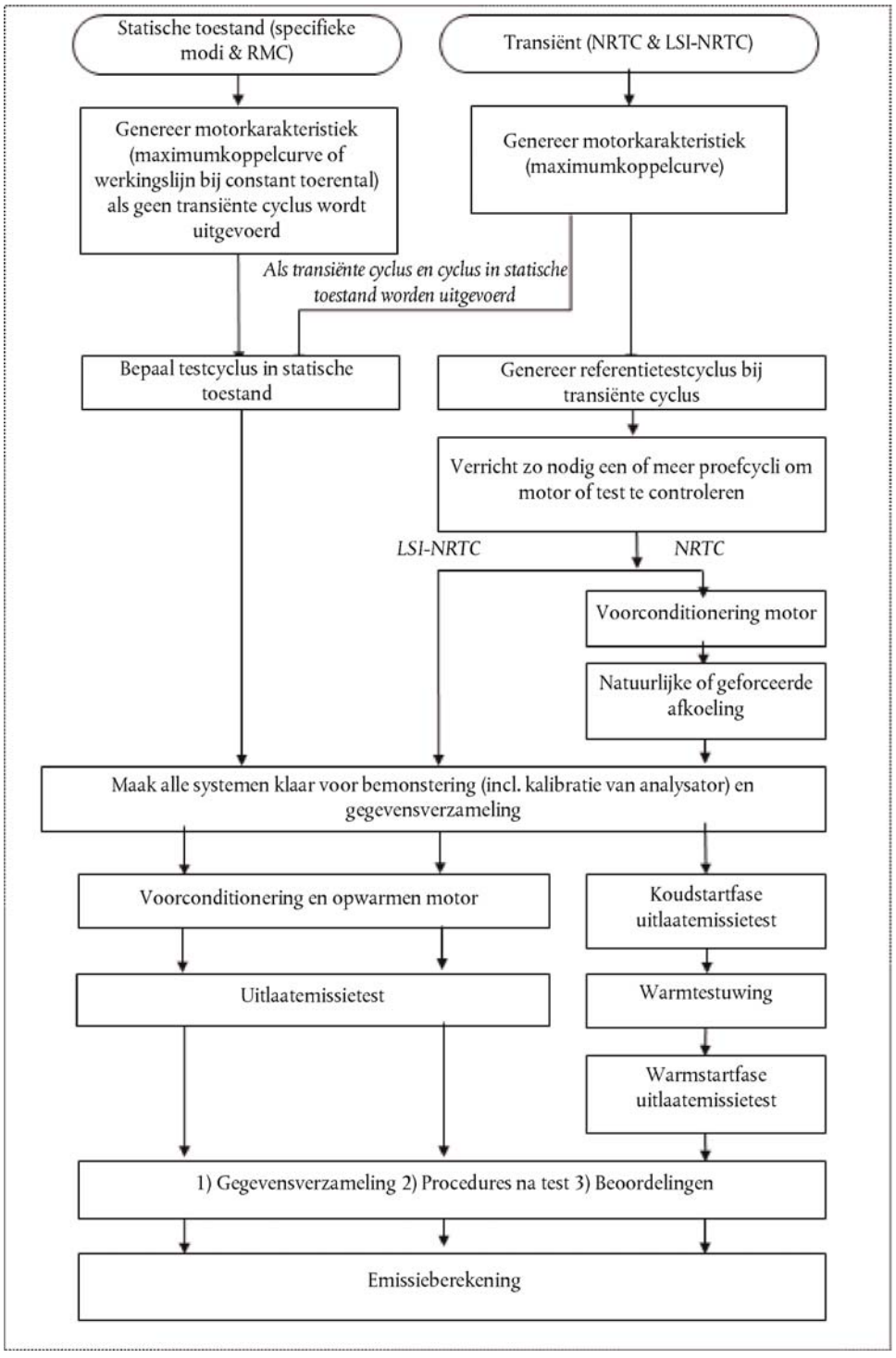
i) beoordeel de emissietestresultaten.

Figuur 6.4 geeft een overzicht van de te volgen procedures om testcycli voor niet voor de weg bestemde mobiele machines uit te voeren waarbij de motoruitlaatgasemissies worden gemeten.

▼**M2**

*Figuur 6.4*

**Testsequentie**



▼B

7.5.1. Starten en opnieuw starten van de motor

7.5.1.1. Starten van de motor

Start de motor:

a) zoals aanbevolen in de instructies voor eindgebruikers, met een productiestartmotor of luchtstartsysteem en een voldoende geladen accu, een geschikte stroomtoevoer of een passende persluchtbron; of

b) met behulp van de dynamometer om de motor aan te slingeren tot hij start. Laat de motor draaien binnen ± 25 % van zijn in de praktijk gebruikelijke aanslingertoerental of start de motor door het dynamometertoerental lineair van nul tot 100 $min^{-1}$ onder het lage stationaire toerental op te voeren, maar alleen tot de motor start.

Stop binnen 1 s na het starten van de motor met aanslingeren. Als de motor na 15 s aanslingeren niet start, wordt het aanslingeren stopgezet en wordt vastgesteld waarom de motor niet wil starten, tenzij de instructies voor eindgebruikers of het service-/reparatiehandboek aangeeft dat een langere aanslingertijd normaal is.

7.5.1.2. Afslaan van de motor

▼M2

a) Als de motor tijdens de uitvoering van de koudstarttest van de NRTC op enig moment afslaat, wordt de test ongeldig verklaard.

b) Als de motor tijdens de uitvoering van de warmstarttest van de NRTC op enig moment afslaat, wordt alleen deze test ongeldig verklaard. Impregneer de motor overeenkomstig punt 7.8.3 en herhaal de warmstarttest. In dit geval hoeft de koudstarttest niet te worden herhaald.

▼B

c) Als de motor tijdens de LSI-NRTC afslaat, wordt de test ongeldig verklaard.

d) Als de motor tijdens de NRSC (met specifieke modi of met overgangen) afslaat, wordt de test ongeldig verklaard en vanaf de motoropwarmprocedure herhaald. Bij PM-meting volgens de meerfiltermethode (één bemonsteringsfilter voor elke bedrijfsmodus) wordt de test voortgezet door de motor in de vorige modus voor motortemperatuurconditionering te stabiliseren en vervolgens de meting te beginnen met de modus waarin de motor is afgeslagen.

7.5.1.3 Motorwerking

De „operator” kan een persoon zijn (handmatige bediening) of een regulateur (automatische bediening) die op mechanische of elektronische wijze een input signaleert die motoroutput verlangt. De input kan van een gaspedaal of acceleratiesignaal, een gashendel of gaskleprегelsignaal, een brandstofhendel of brandstofsignaal, een snelheidshendel of snelheidssignaal, dan wel van een afstelpunt of signaal van een regulateur komen.

▼B

7.6. Bepaling van de motorkarakteristiek

Voordat met het bepalen van de motorkarakteristiek wordt begonnen, wordt de motor opgewarmd, waarbij de motor tegen het einde van de opwarming ten minste 10 minuten op maximumvermogen of volgens de aanbeveling van de fabrikant en naar goede ingenieursinzichten draait om de motorkoelmiddel- en motorolietemperatuur te stabiliseren. Bepaal de motorkarakteristiek wanneer de motor is gestabiliseerd.

Als de fabrikant tijdens de uitvoering van monitoringtests tijdens het gebruik overeenkomstig Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655 gebruik wil maken van het koppelsignaal dat wordt uitgezonden door de elektronische regeleenheid, voor daarmee uitgeruste motoren, moet tijdens de bepaling van de motorkarakteristiek bovendien de in aanhangsel 3 beschreven verificatie worden verricht.

Behalve bij motoren met constant toerental wordt de bepaling van de motorkarakteristiek met volledig geopende brandstofhendel of regulateur en bij specifieke toerentallen in oplopende volgorde uitgevoerd. De minimum- en maximumtoerentallen voor het bepalen van de motorkarakteristiek worden als volgt gedefinieerd:

| | |
|---|---|
| minimumtoerental voor het bepalen van de motorkarakteristiek | = warm stationair toerental; |
| maximumtoerental voor het bepalen van de motorkarakteristiek | = $n_{hi}$ × 1,02 of het toerental waarbij het maximumkoppel tot nul daalt (de laagste waarde is van toepassing); |

waarbij:

$n_{hi}$ = het hoge toerental, ►**M2** zoals gedefinieerd in artikel 1, punt 12 ◄

Als het hoogste toerental onveilig of niet representatief is (bv. bij motoren zonder regulateur), worden goede ingenieursinzichten toegepast om de motorkarakteristiek tot het hoogste veilige of representatieve toerental te bepalen.

7.6.1. Bepaling van de motorkarakteristiek voor NRSC met variabel toerental

Bij het bepalen van de motorkarakteristiek voor een NRSC met variabel toerental (alleen bij motoren die de NRTC-of LSI-NRTC-cyclus niet moeten doorlopen) moeten goede ingenieursinzichten worden toegepast om een voldoende aantal gelijkmatig gespreide instelpunten te kiezen. Stabiliseer op elk instelpunt het toerental en laat het koppel zich ten minste 15 seconden lang stabiliseren. Registreer op elk instelpunt het gemiddelde toerental en koppel. Aanbevolen wordt het gemiddelde toerental en koppel te berekenen voor de in de laatste 4 tot 6 seconden geregistreerde gegevens. Pas zo nodig lineaire interpolatie toe om de testtoerentallen en –koppels van de NRSC te bepalen. Gebruik, wanneer de motoren ook een NRTC of LSI-NRTC moeten doorlopen, de NRTC-motorkarakteristiek om de toerentallen en koppels voor de test in statische toestand te bepalen.

Naar keuze van de fabrikant mag de motorkarakteristiek ook volgens de procedure van punt 7.6.2 worden bepaald.

▼B

7.6.2. Bepaling van de motorkarakteristiek voor NRTC en LSI-NRTC

De motorkarakteristiek wordt als volgt bepaald:

a) laat de motor stationair draaien in onbelaste toestand;

i) bij motoren met een laagtoerentalregulateur wordt de vraag van de operator op het minimum ingesteld, wordt de dynamometer of een andere belastingsvoorziening gebruikt om op de primaire uitgaande as van de motor een koppel van nul trachten te bereiken en laat men de motor het toerental reguleren. Meet dit warme stationaire toerental;

ii) bij motoren zonder laagtoerentalregulateur wordt de dynamometer ingesteld om op de primaire uitgaande as van de motor een koppel van nul trachten te bereiken en wordt de vraag van de operator ingesteld om het toerental op het door de fabrikant opgegeven laagst mogelijke motortoerental bij minimumbelasting te regelen (ook wel door de fabrikant opgegeven warm stationair toerental genoemd);

iii) het door de fabrikant opgegeven stationaire koppel mag bij alle motoren met variabel toerental (met of zonder laagtoerentalregulateur) worden gebruikt indien een stationair koppel dat niet gelijk is aan nul, representatief is voor de normale werking tijdens het gebruik;

b) stel de vraag van de operator op maximum in en regel het motortoerental tussen warm stationair en 95 % van het warme stationair toerental. Bij motoren met referentiebedrijfscycli waarvan het laagste toerental hoger is dan het warme stationaire toerental, mag de bepaling van de motorkarakteristiek worden gestart tussen het laagste referentietoerental en 95 % van het laagste referentietoerental;

c) verhoog het motortoerental met gemiddeld 8 ± 1 $min^{-1}$/s of bepaal de motorkarakteristiek door zodanige continue verhoging van het toerental dat het 4 tot 6 minuten duurt om van het minimum- naar het maximumtoerental voor het bepalen van de motorkarakteristiek te gaan. De bepaling van de motorkarakteristiek begint tussen het warme stationair toerental en 95 % van het warme stationaire toerental en eindigt bij het hoogste toerental boven het maximumvermogen waarbij minder dan 70 % van het maximumvermogen wordt geleverd. Als dit hoogste toerental onveilig of niet representatief is (bv. bij motoren zonder regulateur), moeten goede ingenieursinzichten worden toegepast om de motorkarakteristiek tot het hoogste veilige of representatieve toerental te bepalen. Registreer de motortoerental- en koppelpunten met een bemonsteringsfrequentie van ten minste 1 Hz;

d) als een fabrikant de bovenstaande technieken voor het bepalen van de motorkarakteristiek voor een bepaalde motor onveilig of niet representatief acht, mogen alternatieve technieken worden toegepast. Die alternatieve technieken moeten hetzelfde doel bereiken als de gespecificeerde procedures voor het bepalen van de motorkarakteristiek, namelijk het maximaal beschikbare

▼B

koppel bij alle tijdens de testcycli bereikte motortoerentallen bepalen. Afwijkingen van de in dit onderdeel gespecificeerde technieken uit veiligheids- of representativiteitsoverwegingen moeten door de goedkeuringsinstantie worden goedgekeurd, evenals de redenen ervoor. In geen enkel geval mag de koppelcurve echter worden verkregen door bij gereguleerde motoren of turbomotoren de motortoerentallen te verlagen;

e) de motorkarakteristiek hoeft niet vóór elke testcyclus te worden bepaald. De motorkarakteristiek moet opnieuw bepaald als er:

i) sinds de laatste bepaling naar goede ingenieursinzichten onredelijk veel tijd is verstreken; of

ii) fysieke veranderingen of herkalibraties aan de motor hebben plaatsgevonden die de motorprestaties kunnen beïnvloeden; of

iii) de luchtdruk bij de luchtinlaat van de motor niet binnen ± 5 kPa ligt van de waarde die bij de laatste bepaling van de motorkarakteristiek is geregistreerd.

7.6.3. Bepaling van de motorkarakteristiek voor NRSC met constant toerental

De motor mag met een standaard constantetoerentalregulateur draaien of een constantetoerentalregulateur mag worden gesimuleerd door het motortoerental met een regelsysteem op vraag van de operator te regelen. Naargelang het geval moet een isochrone regulateur of een regulateur met geleidelijke vermindering van het toerental worden gebruikt.

7.6.3.1. Controle van het nominale vermogen voor motoren die volgens cyclus D2 of E2 worden getest

De volgende controle wordt verricht:

a) laat de motor zo lang als nodig is om een stabiele werking te verkrijgen, bij nominaal toerental en nominaal vermogen draaien terwijl de regulateur of de gesimuleerde regulateur het toerental op vraag van de operator regelt;

b) verhoog het koppel totdat de motor het gereguleerde toerental niet meer kan handhaven. Registreer het vermogen op dit punt. Voordat deze controle wordt verricht komen de fabrikant en de technische dienst die de controle uitvoert, overeen met welke methode op veilige wijze kan worden bepaald wanneer dit punt is bereikt, afhankelijk van de kenmerken van de regulateur. ►**M2** Het geregistreerde vermogen mag niet meer dan 12,5 % hoger zijn dan het nominale vermogen, zoals gedefinieerd in artikel 3, punt 27, van Verordening (EU) 2016/1628. Als deze waarde wordt overschreden, moet de fabrikant het opgegeven nominale vermogen herzien. ◄

Als deze test vanwege de kans op schade aan de motor of de dynamometer niet kan worden uitgevoerd met de specifieke motor die wordt getest, verstrekt de fabrikant de goedkeuringsinstantie afdoende bewijzen dat het maximumvermogen niet meer dan 12,5 % hoger is dan het nominale vermogen.

▼B

7.6.3.2. Bepaling van de motorkarakteristiek voor NRSC met constant toerental

a) Laat de motor ten minste 15 seconden op onbelast gereguleerd toerental (bij hoog toerental, niet laag stationair) draaien, terwijl de regulateur of de gesimuleerde regulateur het toerental op vraag van de operator regelt, tenzij dit niet mogelijk is met de specifieke motor.

b) Gebruik de dynamometer om het koppel constant te verhogen. De bepaling van de motorkarakteristiek moet zodanig worden uitgevoerd dat het niet minder dan 2 minuten duurt om van onbelast gereguleerd toerental te gaan naar het koppel dat voor motoren die volgens cyclus D2 of E2 worden getest overeenkomt met het nominale vermogen en voor andere testcycli met constant toerental met het maximumkoppel. Registreer tijdens de bepaling van de motorkarakteristiek het werkelijke toerental en koppel met ten minste 1 Hz.

c) Motoren met constant toerental die uitgerust zijn met een regulateur die op verschillende toerentallen kan worden ingesteld, worden bij elk toepasselijk constant toerental getest.

Bij motoren met constant toerental mogen naar goede ingenieursinzichten en met goedkeuring met de goedkeuringsinstantie andere methoden worden gebruikt voor het registreren van het koppel en vermogen bij het aangegeven toerental of de aangegeven toerentallen.

Bij motoren die volgens andere cycli dan D2 of E2 worden getest, mag, wanneer voor het maximumkoppel zowel de gemeten als de opgegeven waarde beschikbaar is, de opgegeven waarde in plaats van de gemeten waarde worden gebruikt als zij 95 tot 100 % van de gemeten waarde bedraagt.

7.7. Genereren van testcycli

7.7.1. Genereren van NRSC

De motortoerentallen en -belastingen waarbij de motor tijdens een NRSC met specifieke modi of RMC moet draaien, worden overeenkomstig dit punt gegenereerd.

7.7.1.1. Genereren van de NRSC-testtoerentallen voor motoren die zowel volgens de NRSC als volgens de NRTC of LSI-NRTC worden getest

Bij motoren die behalve volgens de NRSC ook volgens de NRTC of LSI-NRTC worden getest, wordt het in punt 5.2.5.1 beschreven MTS gebruikt als 100 %-toerental voor zowel de transiënte test als de test in statische toestand.

Het MTS wordt in plaats van het nominale toerental gebruikt wanneer het intermediaire toerental overeenkomstig punt 5.2.5.4 wordt bepaald.

Het stationaire toerental wordt overeenkomstig punt 5.2.5.5 bepaald.

7.7.1.2. Genereren van NRSC-testtoerentallen voor motoren die alleen volgens de NRSC worden getest

Bij motoren die niet volgens een transiënte testcyclus (NRTC of LSI-NRTC) worden getest, wordt het in punt 5.2.5.3 beschreven nominale toerental als 100 %-toerental gebruikt.

▼B

Het nominale toerental wordt gebruikt voor de bepaling van het intermediaire toerental overeenkomstig punt 5.2.5.4. Als de NRSC procentuele aanvullende toerentallen voorschrijft, worden zij berekend als percentage van het nominale toerental.

Het stationaire toerental wordt overeenkomstig punt 5.2.5.5 bepaald.

Met voorafgaande toestemming van de technische dienst mag voor het genereren van de testtoerentallen overeenkomstig dit punt in plaats van het nominale toerental het MTS worden gebruikt.

7.7.1.3. Genereren van NRSC-belasting voor elke modus

De procentuele belasting van elke testmodus van de gekozen testcyclus wordt afgelezen uit de desbetreffende NRSC-tabel in aanhangsel 1 of 2 van bijlage XVII. Afhankelijk van de testcyclus wordt de procentuele belasting in die tabellen overeenkomstig punt 5.2.6 en de voetnoten voor elke tabel uitgedrukt in vermogen of koppel.

De 100 %-waarde bij een bepaald testtoerental is de gemeten of opgegeven waarde uit de overeenkomstig punt 7.6.1, 7.6.2 of 7.6.3 gegenereerde motorkarakteristiek, uitgedrukt als vermogen (kW).

De motorinstelling voor elke testmodus wordt berekend met vergelijking (6-14):

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

waarbij:

$S$ = dynamometerinstelling in kW

$P_{\text{max}}$ = waargenomen of opgegeven maximumvermogen bij het testtoerental onder de testomstandigheden (gespecificeerd door de fabrikant), in kW

$P_{\text{AUX}}$ = opgegeven totaal vermogen, opgenomen door hulpapparatuur zoals gedefinieerd in vergelijking (6-8) (zie punt 6.3.5) bij het testtoerental, in kW

$L$ = % koppel

Als de motor gewoonlijk niet onder een bepaald minimumkoppel werkt, bijvoorbeeld omdat hij wordt aangesloten op een niet voor de weg bestemde mobiele machine die niet onder dat koppel werkt, mag een warm minimumkoppel dat representatief is voor de werking tijdens het gebruik worden opgegeven en gebruikt voor elk belastingspunt dat anders onder deze waarde zou liggen.

Voor de cycli E2 en D2 geeft de fabrikant het nominale vermogen op en wordt dit als 100 %-vermogen gebruikt bij het genereren van de testcyclus.

▼B

7.7.2. Genereren van toerental en belasting voor elk testpunt van de NRTC en de LSI-NRTC (denormalisatie)

De motortoerentallen en -belastingen waarbij de motor moet draaien tijdens de NRTC- of LSI-NRTC-tests, worden overeenkomstig dit punt gegenereerd. In aanhangsel 3 van bijlage XVII worden de toepasselijke testcycli in een genormaliseerd formaat gedefinieerd. Een genormaliseerde testcyclus bestaat uit een sequentie van gepaarde procentuele toerental- en koppelwaarden.

De genormaliseerde toerental- en koppelwaarden worden volgens de volgende regels omgezet:

a) het genormaliseerde toerental wordt overeenkomstig punt 7.7.2.2 in een sequentie van referentietoerentalwaarden $n_{ref}$ omgezet;

b) het genormaliseerde koppel wordt uitgedrukt als een percentage van het in de overeenkomstig punt 7.6.2 gegenereerde motorkarakteristiek vastgelegde koppel bij het overeenkomstige referentietoerental. Deze genormaliseerde waarden worden overeenkomstig punt 7.7.2.3 in een sequentie van referentiekoppelwaarden $T_{ref}$ omgezet;

c) de in coherente eenheden uitgedrukte referentietoerental- en referentiekoppelwaarden worden met elkaar vermenigvuldigd om de referentievermogenswaarden te berekenen.

7.7.2.1. Gereserveerd

7.7.2.2. Denormalisatie van het motortoerental

Het motortoerental wordt gedenormaliseerd met vergelijking (6-15):

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

waarbij:

$n_{ref}$ = referentietoerental

$MTS$ = maximaal testtoerental

$n_{idle}$ = stationair toerental

$\%speed$ = de in aanhangsel 3 van bijlage XVII afgelezen waarde van het genormaliseerde toerental voor de NRTC of LSI-NRTC

7.7.2.3. Denormalisatie van het motorkoppel

De koppelwaarden van het motordynamometerschema in aanhangsel 3 van bijlage XVII zijn genormaliseerd naar het maximumkoppel bij het respectieve toerental. De koppelwaarden van de referentiecyclus moeten met behulp van de volgens punt 7.6.2 bepaalde motorkarakteristiek worden gedenormaliseerd met vergelijking (6-16):

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

bij het respectieve referentietoerental zoals bepaald in punt 7.7.2.2,

waarbij:

$T_{ref}$ = referentiekoppel voor het respectieve referentietoerental

▼M2

*max.torque* = maximumkoppel voor het respectieve testtoerental uit de overeenkomstig punt 7.6.2 bepaalde motorkarakteristiek, zo nodig gecorrigeerd overeenkomstig punt 7.7.2.3, onder b)

▼B

*%torque* = de in aanhangsel 3 van bijlage XVII afgelezen waarde van het genormaliseerde koppel voor de NRTC of LSI-NRTC

a) Opgegeven minimumkoppel

Er mag een minimumkoppel worden opgegeven dat representatief is voor de werking tijdens het gebruik. Als de motor bijvoorbeeld meestal verbonden is met een niet voor de weg bestemde mobiele machine niet onder een bepaald minimumkoppel werkt, mag dit koppel worden opgegeven en gebruikt voor elk belastingspunt dat anders onder deze waarde zou liggen.

b) Correctie van het motorkoppel vanwege voor de emissietest gemonteerde hulpapparatuur

Als de hulpapparatuur overeenkomstig aanhangsel 2 is gemonteerd, wordt het maximumkoppel voor het respectieve testtoerental uit de overeenkomstig punt 7.6.2 bepaalde motorkarakteristiek niet gecorrigeerd.

Wanneer overeenkomstig punt 6.3.2 of 6.3.3 voor de test te monteren hulpapparatuur niet is gemonteerd of te verwijderen hulpapparatuur wel is gemonteerd, wordt de waarde van $T_{max}$ gecorrigeerd met vergelijking (6-17):

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

met:

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

waarbij:

$T_{map}$ = ongecorrigeerd maximumkoppel voor het respectieve testtoerental uit de overeenkomstig punt 7.6.2 bepaalde motorkarakteristiek

$T_f$ = koppel dat vereist is voor de aandrijving van voor de test te monteren hulpapparatuur die niet is gemonteerd

$T_r$ = koppel dat vereist is voor de aandrijving van voor de test te verwijderen hulpapparatuur die wel is gemonteerd

7.7.2.4. Voorbeeld van de denormalisatieprocedure

Als voorbeeld moet het volgende testpunt worden gedenormaliseerd:

*% toerental* = 43 %;

*% koppel* = 82 %.

Bij de volgende waarden:

*MTS* = 2 200 $min^{-1}$;

▼B

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

levert dit het volgende resultaat op:

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

Bij het uit de motorkarakteristiek bij 1 288 $min^{-1}$ afgelezen maximumkoppel van 700 Nm

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

7.8. Specifieke procedure voor het uitvoeren van de testcyclus

7.8.1. Emissietestsequentie voor NRSC met specifieke modi

7.8.1.1. Opwarmen van de motor voor NRSC met specifieke modi

De overeenkomstig punt 7.3.1 vóór de test te volgen procedure wordt uitgevoerd, inclusief kalibratie van de analysator. De motor wordt overeenkomstig de voorconditioneringssequentie in punt 7.3.1.1.3 opgewarmd. Vanaf dit conditioneringspunt van de motor wordt de testcyclusmeting meteen gestart.

7.8.1.2. Uitvoering van NRSC met specifieke modi

a) De test wordt uitgevoerd in oplopende volgorde van de voor de testcyclus gegeven modusnummers (zie aanhangsel 1 van bijlage XVII).

▼M2

b) Elke modus heeft een duur van ten minste 10 minuten. In elke modus wordt de motor ten minste 5 minuten gestabiliseerd. Aan het einde van elke modus worden 1 tot 3 minuten lang de emissies bemonsterd van gassen, en in voorkomend geval, PN, en de PM-emissies worden overeenkomstig punt c) bemonsterd.

Niettegenstaande de voorgaande alinea bedraagt de duur van elke modus ten minste 3 minuten wanneer elektrische-ontstekingsmotoren met de cycli G1, G2 of G3 worden getest of wanneer metingen overeenkomstig bijlage V bij deze verordening worden verricht. In dat geval worden de emissies van gassen, en in voorkomend geval PN, ten minste gedurende de laatste 2 minuten van elke modus bemonsterd en worden de PM-emissies overeenkomstig punt c) bemonsterd. De duur van de modus en de bemonsteringstijd mogen worden verlengd om de nauwkeurigheid te verbeteren.

De duur van de modus wordt vastgelegd en gerapporteerd.

▼B

c) ►M2 De PM-bemonstering in verband met de PM-emissies kan volgens de een- of meerfiltermethode plaatsvinden. Aangezien de resultaten van beide methoden enigszins kunnen verschillen, moet de toegepaste methode samen met de resultaten worden vermeld. ◄

Bij de eenfiltermethode worden de in de testcyclusprocedure gespecificeerde modale wegingsfactoren en de werkelijke uitlaatgasstroom tijdens de bemonstering in aanmerking genomen door het monsterdebiet en/of de bemonsteringstijd dienovereenkomstig bij te stellen. De effectieve wegingsfactor van de PM-bemonstering mag niet meer dan ± 0,005 van de wegingsfactor van de modus in kwestie afwijken.

De bemonstering moet in elke modus zo laat mogelijk plaatsvinden. Bij de eenfiltermethode moet de voltooiing van de PM-bemonstering op ± 5 s na met de voltooiing van de meting van de gasvormige emissies samenvallen. De bemonsteringstijd per

▼B

modus bedraagt ten minste 20 s bij de eenfiltermethode en ten minste 60 s bij de meerfiltermethode. Bij systemen zonder omloopmogelijkheid bedraagt de bemonsteringstijd per modus bij zowel de een- als de meerfiltermethode ten minste 60 s.

d) Het motortoerental en de motorbelasting, de inlaatluchttemperatuur, de brandstofstroom en, in voorkomend geval, de lucht- of uitlaatgasstroom worden voor elke modus op hetzelfde tijdstip gemeten als dat voor de meting van de gasvormige concentraties.

Alle voor de berekening benodigde aanvullende gegevens worden geregistreerd.

e) Indien op gelijk welk moment nadat de emissiebemonstering voor een NRSC met specifieke modi en volgens de eenfiltermethode is begonnen, de motor afslaat of de emissiebemonstering wordt onderbroken, wordt de test ongeldig verklaard en vanaf de motoropwarmprocedure herhaald. Bij PM-meting volgens de meerfiltermethode (één bemonsteringsfilter voor elke bedrijfsmodus), wordt de test voortgezet door de motor in de vorige modus voor motortemperatuurconditionering te stabiliseren en vervolgens de meting te beginnen met de modus waarin de motor is afgeslagen.

f) De overeenkomstig punt 7.3.2 na de test te volgen procedure worden uitgevoerd.

7.8.1.3. Validatiecriteria

Na de eerste overgangsperiode mag tijdens elke modus van de desbetreffende testcyclus in statische toestand het gemeten toerental niet meer van het referentietoerental afwijken dan ±1 % van het nominale toerental of ± 3 $min^{-1}$ (de grootste waarde is van toepassing), behalve bij het stationaire toerental dat binnen de door de fabrikant opgegeven toleranties moet liggen. Het gemeten koppel mag niet meer van het referentiekoppel afwijken dan ± 2 % van het maximumkoppel bij het testtoerental.

7.8.2. Emissietestsequentie voor RMC

7.8.2.1. Opwarmen van de motor

De overeenkomstig punt 7.3.1 vóór de test te volgen procedure wordt uitgevoerd, inclusief kalibratie van de analysator. De motor wordt overeenkomstig de voorconditioneringssequentie in punt 7.3.1.1.4 opgewarmd. Meteen na deze motorconditioneringsprocedure worden het motortoerental en –koppel gewijzigd in een lineaire overgang van 20 ± 1 s naar de eerste modus van de test, tenzij zij al zijn ingesteld voor de eerste modus van de test. De testcyclusmeting moet binnen 5 tot 10 s na het einde van de overgang starten.

7.8.2.2. Uitvoering van RMC

De test wordt uitgevoerd in de volgorde van de voor de testcyclus gegeven modusnummers (zie aanhangsel 2 van bijlage XVII). Indien er geen RMC beschikbaar is voor de gespecificeerde NRSC, wordt de in punt 7.8.1 beschreven procedure voor de NRSC met specifieke modi gevolgd.

▼B

De motor moet gedurende de voorgeschreven tijd in elke modus draaien. De overgang van een modus naar de volgende wordt lineair uitgevoerd in 20 ± 1 s, met de in punt 7.8.2.4 voorgeschreven toleranties.

Bij de RMC worden de referentietoerental- en -koppelwaarden met een minimumfrequentie van 1 Hz gegenereerd en wordt deze sequentie van punten gebruikt om de cyclus uit te voeren. Tijdens de overgang tussen modi worden de gedenormaliseerde referentietoerental- en -koppelwaarden van de ene modus naar de andere lineair gewijzigd om referentiepunten te genereren. De genormaliseerde referentiekoppelwaarden mogen tussen de modi in niet lineair worden gewijzigd en vervolgens gedenormaliseerd. Als de toerental- en koppelverandering door een punt boven de koppelcurve van de motor loopt, moet zij worden voortgezet om de referentiekoppels te bereiken en mag de vraag van de operator tot maximum gaan.

Tijdens de hele RMC (tijdens elke modus en ook tijdens de overgangen tussen de modi) wordt de concentratie van elke gasvormige verontreiniging gemeten en vindt PM- en PN-bemonstering plaats indien daarvoor een grenswaarde van toepassing is. De gasvormige verontreinigingen mogen ruw of verdund worden gemeten en continu worden geregistreerd; verdund kunnen zij ook in een bemonsteringszak worden opgevangen. Het deeltjesmonster moet met voorbehandelde schone lucht worden verdund. Tijdens de volledige testprocedure wordt één monster genomen en in het geval van PM op één PM-bemonsteringsfilter opgevangen.

Om de specifieke emissies te berekenen, wordt de werkelijke cyclusarbeid berekend door het werkelijke motorvermogen over de volledige cyclus te integreren.

7.8.2.3. Emissietestsequentie

a) De uitvoering van de RMC, de bemonstering van het uitlaatgas, de gegevensregistratie en de integratie van de gemeten waarden worden gelijktijdig gestart.

b) Het toerental en het koppel worden op de eerste modus in de testcyclus geregeld.

c) Als de motor tijdens de uitvoering van de RMC op enig moment afslaat, wordt de test ongeldig verklaard. De motor wordt voorgeconditioneerd en de test wordt herhaald.

d) Aan het einde van de RMC wordt de bemonstering, behalve de PM-bemonstering, voortgezet, waarbij alle systemen blijven werken zodat de systeemresponstijd kan verstrijken. Vervolgens worden de bemonstering en de registratie, ook die van achtergrondmonsters, stopgezet. Ten slotte worden alle integreervoorzieningen stopgezet en wordt het einde van de testcyclus in de geregistreerde gegevens aangegeven.

e) De overeenkomstig punt 7.3.2 na de test te volgen procedure worden uitgevoerd.

7.8.2.4. Validatiecriteria

De RMC-tests worden met de in de punten 7.8.3.3 en 7.8.3.5 beschreven regressieanalyse gevalideerd. De toegestane RMC-toleranties staan vermeld in tabel 6.1. Opgemerkt zij dat de RMC-toleranties verschillen van de NRTC-toleranties in tabel 6.2. ►**M2** Bij het testen van motoren met een referentievermogen van meer dan 560 kW mogen de regressielijntoleranties van tabel 6.2 worden gebruikt en mogen overeenkomstig tabel 6.3 punten worden geschrapt. ◄

▼B

*Tabel 6.1*

**RMC-regressielijntoleranties**

| | Toerental | Koppel | Vermogen |
|---|---|---|---|
| Standaardfout van de schatting (SEE) van $y$ op $x$ | max. 1 % van het nominale toerental | max. 2 % van het maximumkoppel van de motor | max. 2 % van het maximumvermogen van de motor |
| Helling van de regressielijn, $a_1$ | 0,99-1,01 | 0,98-1,02 | 0,98-1,02 |
| Determinatiecoëfficiënt $r^2$ | min. 0,990 | min. 0,950 | min. 0,950 |
| $y$-intercept van de regressielijn, $a_0$ | ± 1 % van het nominale toerental | ± 20 Nm of 2 % van het maximumkoppel (de grootste waarde is van toepassing) | ± 4 kW of 2 % van het maximumvermogen (de grootste waarde is van toepassing) |

Indien de RMC-test niet op een transiënte testbank wordt uitgevoerd en de toerental- en koppelwaarden niet van seconde tot seconde beschikbaar zijn, worden de volgende validatiecriteria toegepast.

Bij elke modus worden de voorschriften voor de toerental- en koppeltoleranties gegeven in punt 7.8.1.3. Voor de lineaire toerental- en koppelovergangen van 20 s tussen de RMC-testmodi in statische toestand (punt 7.4.1.2) gelden de volgende toerental- en belastingstoleranties:

a) de toerentalverandering wordt tot op ± 2 % van het nominale toerental na lineair gehouden;

b) de koppelverandering wordt tot op ± 5 % van het maximumkoppel bij het nominale toerental na lineair gehouden.

7.8.3. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC)

Tijdens de NRTC en de LSI-NRTC worden de referentietoerental- en -koppelbevelen sequentieel uitgevoerd. De toerental- en koppelbevelen worden gegeven met een frequentie van ten minste 5 Hz. Omdat de referentietestcyclus met 1 Hz is gespecificeerd, moeten de tussenliggende toerental- en koppelbevelen lineair worden geïnterpoleerd aan de hand van de bij het genereren van de cyclus gegenereerde referentiekoppelwaarden.

Kleine gedenormaliseerde toerentalwaarden dichtbij het warme stationaire toerental kunnen laagstationairtoerentalregulateurs doen activeren en het motorkoppel het referentiekoppel doen overschrijden, ook al is de vraag van de operator op minimum ingesteld. In dergelijke gevallen wordt aanbevolen de dynamometer zo te regelen dat hij voorrang geeft aan het referentiekoppel in plaats van aan het referentietoerental, en de motor het toerental laat reguleren.

Onder koudstartcondities mogen de motoren een voorziening voor verhoogd stationair toerental gebruiken om de motor en het uitlaatgasnabehandelingssysteem snel op te warmen. Onder deze condities zullen zeer lage genormaliseerde toerentallen referentietoerentallen genereren die onder dit verhoogde stationaire toerental liggen. In dit geval wordt aanbevolen de dynamometer zo te regelen dat hij, wanneer de vraag van de operator op minimum is ingesteld, voorrang geeft aan het referentiekoppel en de motor het toerental laat reguleren.

▼B

Tijdens een emissietest moeten de referentietoerentallen en –koppels en de feedbacktoerentallen en –koppels met een minimumfrequentie van 1 Hz, maar liefst van 5 of zelfs 10 Hz worden geregistreerd. Deze hogere registratiefrequentie is belangrijk omdat zij het biaseffect van het tijdsverschil tussen de gemeten en de referentiefeedbacktoerental- en -koppelwaarden zo veel mogelijk helpt beperken.

De referentie- en feedbacktoerentallen en -koppels mogen met lagere frequenties (tot 1 Hz) worden geregistreerd als de gemiddelde waarden in het tijdsinterval tussen de geregistreerde waarden worden geregistreerd. De gemiddelde waarden worden berekend aan de hand van de met een frequentie van ten minste 5 Hz geüpdatete feedbackwaarden. Deze geregistreerde waarden worden gebruikt om de cyclusvalidatiestatistiek en de totale arbeid te berekenen.

7.8.3.1. Uitvoering van een NRTC-test

De overeenkomstig punt 7.3.1 vóór de test te volgen procedures worden uitgevoerd, met inbegrip van de voorconditionering, de afkoeling en de kalibratie van de analysator.

De test wordt als volgt gestart:

de testsequentie begint onmiddellijk nadat de motor bij de koudstart-NRTC vanuit afgekoelde conditie overeenkomstig punt 7.3.1.2 of bij de warmstart-NRTC vanuit warmtestuwconditie is gestart. De sequentie van punt 7.4.2.1 wordt gevolgd.

De opslag van gegevens, de bemonstering van het uitlaatgas en de integratie van de gemeten waarden worden bij het starten van de motor gelijktijdig aangevat. De testcyclus begint wanneer de motor start en wordt volgens het schema van aanhangsel 3 van bijlage XVII uitgevoerd.

Aan het einde van de cyclus wordt de bemonstering voortgezet, waarbij alle systemen blijven werken zodat de systeemresponstijd kan verstrijken. Vervolgens worden de bemonstering en de registratie, ook die van achtergrondmonsters, stopgezet. Ten slotte worden alle integreervoorzieningen stopgezet en wordt het einde van de testcyclus in de geregistreerde gegevens aangegeven.

De overeenkomstig punt 7.3.2 na de test te volgen procedure worden uitgevoerd.

7.8.3.2. Uitvoering van een LSI-NRTC-test

De overeenkomstig punt 7.3.1 vóór de test te volgen procedures worden uitgevoerd, met inbegrip van de voorconditionering en de kalibratie van de analysator.

De test wordt als volgt gestart:

De test begint volgens de sequentie van punt 7.4.2.2.

De opslag van gegevens, de bemonstering van het uitlaatgas en de integratie van de gemeten waarden beginnen gelijktijdig met het begin van LSI-NRTC aan het einde van de in punt 7.4.2.2, onder b), gespecificeerde stationaire periode van 30 seconden. De testcyclus wordt volgens het schema van aanhangsel 3 van bijlage XVII uitgevoerd.

Aan het einde van de cyclus wordt de bemonstering voortgezet, waarbij alle systemen blijven werken zodat de systeemresponstijd kan verstrijken. Vervolgens worden de bemonstering en de registratie, ook die van achtergrondmonsters, stopgezet. Ten slotte worden alle integreervoorzieningen stopgezet en wordt het einde van de testcyclus in de geregistreerde gegevens aangegeven.

▼B

De overeenkomstig punt 7.3.2 na de test te volgen procedure worden uitgevoerd.

7.8.3.3. Cyclusvalidatiecriteria bij transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC)

Om de geldigheid van een test te controleren, worden de cyclusvalidatiecriteria van dit punt op de referentie- en feedbackwaarden van toerental, koppel, vermogen en totale arbeid toegepast.

7.8.3.4. Berekening van de cyclusarbeid

Alvorens de cyclusarbeid te berekenen, worden alle tijdens het starten van de motor geregistreerde toerental- en koppelwaarden weggelaten. Punten met negatieve koppelwaarden worden als nul arbeid aangemerkt. De werkelijke cyclusarbeid $W_{act}$ (kWh) wordt aan de hand van de feedbacktoerental- en -koppelwaarden van de motor berekend. De referentiecyclusarbeid $W_{ref}$ (kWh) wordt aan de hand van de referentietoerental- en -koppelwaarden van de motor berekend. De werkelijke cyclusarbeid $W_{act}$ wordt gebruikt om met de referentiecyclusarbeid $W_{ref}$ te vergelijken en om de specifieke emissies te berekenen (zie punt 7.2).

De waarde van $W_{act}$ moet zich bevinden tussen 85 % en 105 % van $W_{ref}$.

7.8.3.5. Validatiestatistiek (zie aanhangsel 2 van bijlage VII)

Voor toerental, koppel en vermogen wordt de lineaire regressie tussen de referentie- en feedbackwaarden berekend.

Om de biaseffecten van het tijdsverschil tussen de referentie- en de feedbackcycluswaarden zo veel mogelijk te beperken, mag de hele motortoerental- en koppelfeedbacksignaalsequentie vroeger of later worden gesteld t.o.v. de referentietoerental- en referentiekoppelsequentie. Als de feedbacksignalen worden verschoven, moet zowel het toerental als het koppel evenveel in dezelfde richting worden verschoven.

De kleinstekwadratenmethode wordt toegepast, met de best passende vergelijking in de vorm van vergelijking (6-19):

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

waarbij:

$y$ = feedbackwaarde van toerental ($min^{-1}$), koppel (Nm) of vermogen (kW)

$a_1$ = helling van de regressielijn

$x$ = referentiewaarde van toerental ($min^{-1}$), koppel (Nm) of vermogen (kW)

$a_0$ = $y$-intercept van de regressielijn

Voor elke regressielijn worden de standaardfout van de schatting (SEE) van $y$ op $x$ en de determinatiecoëfficiënt ($r^2$) overeenkomstig aanhangsel 3 van bijlage VII berekend.

Aanbevolen wordt deze analyse met een frequentie van 1 Hz uit te voeren. Een test wordt geldig geacht wanneer aan de criteria van tabel 6.2 is voldaan.

*Tabel 6.2*

**Regressielijntoleranties**

| | Toerental | Koppel | Vermogen |
|---|---|---|---|
| Standaardfout van de schatting (SEE) van $y$ op $x$ | ≤ 5,0 % van het maximumtoerental van de test | ≤ 10,0 % van het maximumkoppel in de motorkarakteristiek | ≤ 10,0 % van het maximumvermogen in de motorkarakteristiek |

▼B

| | Toerental | Koppel | Vermogen |
|---|---|---|---|
| Helling van de regressielijn, $a_1$ | 0,95-1,03 | 0,83-1,03 | 0,89-1,03 |
| Determinatiecoëfficiënt $r^2$ | minimaal 0,970 | minimaal 0,850 | minimaal 0,910 |
| y-intercept van de regressielijn, $a_0$ | ≤ 10 % van stationair | ± 20 Nm of ± 2 % van het maximumkoppel (de grootste waarde is van toepassing) | ± 4 kW of ± 2 % van het maximumvermogen (de grootste waarde is van toepassing) |

Alleen voor regressiedoeleinden mogen de in tabel 6.3 vermelde punten worden geschrapt voordat de regressieberekening wordt gemaakt. Bij de berekening van de cyclusarbeid en de emissies mogen die punten echter niet worden weggelaten. Een stationair punt wordt gedefinieerd als een waarde met een genormaliseerd referentiekoppel van 0 % en een genormaliseerd referentietoerental van 0 %. Het schrappen van punten mag op de hele cyclus of een deel ervan worden toegepast; er moet worden aangegeven welke punten zijn geschrapt.

▼M2

*Tabel 6.3*

**Punten die uit de regressieanalyse mogen worden geschrapt**

| Gebeurtenis | Condities ($n$ = motortoerental, $T$ = koppel) | Punten die mogen worden geschrapt |
|---|---|---|
| Minimumvraag van de operator (stationair punt) | $n_{ref} = n_{idle}$<br>en<br>$T_{ref} = 0$ %<br>en<br>$T_{act} > (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$<br>en<br>$T_{act} < (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ | toerental en vermogen |
| Minimumvraag van de operator | $n_{act} \leq 1{,}02\ n_{ref}$ en $T_{act} > T_{ref}$<br>of<br>$n_{act} > n_{ref}$ en $T_{act} \leq T_{ref}$<br>of<br>$n_{act} > 1{,}02\ n_{ref}$ en $T_{ref} < T_{act} \leq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ | vermogen, en koppel of toerental |
| Maximumvraag van de operator | $n_{act} < n_{ref}$ en $T_{act} \geq T_{ref}$<br>of<br>$n_{act} \geq 0{,}98\ n_{ref}$ en $T_{act} < T_{ref}$<br>of<br>$n_{act} < 0{,}98\ n_{ref}$ en $T_{ref} > T_{act} \geq (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ | vermogen, en koppel of toerental |

waarbij:

$n_{ref}$ = het referentietoerental (zie punt 7.7.2)
$n_{idle}$ = stationair toerental
$n_{act}$ = werkelijk (gemeten) toerental
$T_{ref}$ = het referentiekoppel (zie punt 7.7.2)
$T_{act}$ = werkelijk (gemeten) koppel
$T_{maxmappedtorque}$ = hoogste koppelwaarde in de overeenkomstig onderdeel 7.6 bepaalde vollastkoppelcurve

▼B

8. Meetprocedures

8.1. Kalibratie en controles van de prestaties

8.1.1. Inleiding

In dit punt worden de vereiste kalibraties en verificaties van de meetsystemen beschreven. Zie punt 9.4 voor de specificaties die van toepassing zijn op afzonderlijke instrumenten.

Over het algemeen moeten de kalibraties of verificaties over de volledige meetketen worden uitgevoerd.

Indien een kalibratie of verificatie voor een deel van een meetsysteem niet is gespecificeerd, wordt dat deel van het systeem gekalibreerd en worden de prestaties ervan geverifieerd met een frequentie die aan de aanbevelingen van de fabrikant van het meetsysteem en aan goede ingenieursinzichten beantwoordt.

Internationaal erkende herleidbare standaarden moeten worden toegepast om aan de voor de kalibraties en verificaties gespecificeerde toleranties te voldoen.

8.1.2. Samenvatting van de kalibraties en verificaties

Tabel 6.4 geeft een samenvatting van de in onderdeel 8 beschreven kalibraties en verificaties en geeft aan wanneer deze moeten worden uitgevoerd.

*Tabel 6.4*

**Samenvatting van de kalibraties en verificaties**

| Type kalibratie of verificatie | Minimumfrequentie [a] |
|---|---|
| 8.1.3: Nauwkeurigheid, herhaalbaarheid en ruis | Nauwkeurigheid: niet vereist, maar aanbevolen voor eerste installatie.<br>Herhaalbaarheid: niet vereist, maar aanbevolen voor eerste installatie.<br>Ruis: niet vereist, maar aanbevolen voor eerste installatie. |
| 8.1.4: Lineariteitsverificatie | Toerental: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud.<br>Koppel: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud.<br>Stromen van inlaatlucht, verdunningslucht en verdund uitlaatgas en debiet batchbemonstering: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud, tenzij de stroom via propaancontrole of via de koolstof- of zuurstofbalans wordt geverifieerd.<br>Ruwuitlaatgasstroom: bij eerste installatie, maximaal 185 dagen vóór tests en na groot onderhoud, tenzij de stroom via propaancontrole of via de koolstof- of zuurstofbalans wordt geverifieerd.<br>Gasverdelers: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud.<br>Gasanalysatoren (tenzij anders is vermeld): bij eerste installatie, maximaal 35 dagen vóór tests en na groot onderhoud. |

▼B

| Type kalibratie of verificatie | Minimumfrequentie ([a]) |
|---|---|
| | FTIR-analysator: bij installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud.<br>PM-balans: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud.<br>Standalonedruk en -temperatuur: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud. |
| 8.1.5: Verificatie systeemrespons en updating-registratie continue gasanalysatoren — bij gasanalysatoren zonder continue compensatie voor andere gassoorten | Bij eerste installatie of na modificatie van het systeem met potentieel effect op de respons. |
| 8.1.6: Verificatie systeemrespons en updating-registratie continue gasanalysatoren — bij gasanalysatoren met continue compensatie voor andere gassoorten | Bij eerste installatie of na modificatie van het systeem met potentieel effect op de respons. |
| 8.1.7.1: Koppel | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.7.2: Druk, temperatuur, dauwpunt | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.8.1: Brandstofstroom | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.8.2: Inlaatstroom | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.8.3: Uitlaatgasstroom | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.8.4: Verdunde uitlaatgasstroom (CVS en PFD) | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.8.5: Verificatie CVS/PFD en batchbemonsteringssysteem ([b]) | Bij eerste installatie, maximaal 35 dagen vóór tests en na groot onderhoud. (propaancontrole) |
| 8.1.8.8: Vacuümlek | Bij installatie van het bemonsteringssysteem. Vóór elke laboratoriumtest overeenkomstig punt 7.1: maximaal 8 uur voor het begin van het eerste testinterval van elke bedrijfscyclussequentie en na onderhoud, zoals het veranderen van voorfilters. |
| 8.1.9.1: $H_2O$-interferentie bij $CO_2$-NDIR-analysatoren | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.9.2: $CO_2$- en $H_2O$-interferentie bij CO-NDIR-analysatoren | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.10.1: Kalibratie FID<br>Optimalisering en verificatie HC-FID | Kalibreren, optimaliseren en $CH_4$-respons bepalen: bij eerste installatie en na groot onderhoud.<br>$CH_4$-respons verifiëren: bij eerste installatie, maximaal 185 dagen vóór tests en na groot onderhoud. |

▼B

| Type kalibratie of verificatie | Minimumfrequentie (a) |
|---|---|
| 8.1.10.2: $O_2$-interferentie bij FID voor ruw uitlaatgas | Bij alle FID-analysatoren: bij eerste installatie en na groot onderhoud.<br>Bij THC-FID-analysatoren: bij eerste installatie, na groot onderhoud en na<br>FID-optimalisering overeenkomstig punt 8.1.10.1. |
| 8.1.11.1: $CO_2$- en $H_2O$-quench bij een CLD-analysator | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| 8.1.11.3: HC- en $H_2O$-interferentie bij een NDUV-analysator | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| ▼M2<br>8.1.11.4: $NO_2$-penetratie door monsterdroger (koeler) | Bij eerste installatie en na groot onderhoud. |
| ▼B<br>8.1.11.5: Conversie $NO_2$/NO-omzetter | Bij eerste installatie, maximaal 35 dagen vóór tests en na groot onderhoud. |
| ▼M2<br>8.1.12: Verificatie van de monsterdroger | Bij thermale koelers: bij installatie en na groot onderhoud. Bij osmotische membraandrogers: bij installatie, maximaal 35 dagen vóór tests en na groot onderhoud. |
| ▼B<br>8.1.13.1: PM-balans en -weging | Onafhankelijke verificatie: bij eerste installatie, maximaal 370 dagen vóór tests en na groot onderhoud.<br>Op nul zetten, ijken en verificatie referentiemonster: maximaal 12 uur vóór weging en na groot onderhoud. |

(a) De kalibraties en verificaties volgens de instructies van de fabrikant van het meetsysteem en naar goede ingenieursinzichten vaker uitvoeren.
(b) De CVS-verificatie is niet vereist bij systemen die op ± 2 % na overeenkomen op basis van een chemische balans van koolstof of zuurstof van de inlaatlucht, de brandstof en het verdunde uitlaatgas.

8.1.3. Verificaties voor nauwkeurigheid, herhaalbaarheid en ruis

De in tabel 6.8 gespecificeerde prestatiewaarden voor de afzonderlijke instrumenten dienen als basis voor de bepaling van de nauwkeurigheid, herhaalbaarheid en ruis van een instrument.

Het is niet verplicht de nauwkeurigheid, herhaalbaarheid en ruis van de instrumenten te verifiëren. Het kan echter nuttig zijn deze te verifiëren om een specificatie voor een nieuw instrument te bepalen, de prestaties van een nieuw instrument bij levering te controleren of bij een bestaand instrument fouten op te sporen en op te lossen.

8.1.4. Lineariteitsverificatie

8.1.4.1. Reikwijdte en frequentie

Op elk in tabel 6.5 vermeld meetsysteem wordt, overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant ervan en naar goede ingenieursinzichten, ten minste met de in de tabel aangegeven frequentie een lineariteitsverificatie uitgevoerd. Doel van de lineariteitsverificatie is vast te stellen dat een meetsysteem een evenredige respons

▼B

heeft over het relevante meetbereik. Een lineariteitsverificatie bestaat erin een reeks van ten minste 10 referentiewaarden in een meetsysteem in te voeren, tenzij anders gespecificeerd. Het meetsysteem kwantificeert elke referentiewaarde. De gemeten waarden worden gezamenlijk met de referentiewaarden vergeleken door toepassing van lineaire regressie volgens de kleinstekwadratenmethode en overeenkomstig de lineariteitscriteria in tabel 6.5.

8.1.4.2. Prestatievoorschriften

Als een meetsysteem niet aan de toepasselijke lineariteitscriteria in tabel 6.5 voldoet, wordt de tekortkoming gecorrigeerd door het systeem opnieuw te kalibreren, het een servicebeurt te geven of zo nodig onderdelen ervan te vervangen. Nadat de tekortkoming is gecorrigeerd, wordt de lineariteitsverificatie herhaald om te waarborgen dat het meetsysteem aan de lineariteitscriteria voldoet.

8.1.4.3. Procedure

Voor de lineariteitsverificatie wordt het volgende protocol toegepast:

a) gebruik een meetsysteem bij de daarvoor gespecificeerde temperatuur, druk en stroom;

b) zet het instrument net als vóór een emissietest met een nulsignaal op nul. Gebruik bij gasanalysatoren een nulgas dat aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoet en voer dit direct bij de analysatorpoort in;

c) ijk het instrument net als vóór een emissietest met een ijksignaal. Gebruik bij gasanalysatoren een ijkgas dat aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoet en voer dit direct bij de analysatorpoort in;

d) controleer, nadat het instrument is geijkt, de nulinstelling met hetzelfde signaal als onder b). Bepaal op basis van de nulaflezing naar goede ingenieursinzichten of het instrument vóór de volgende stap al dan niet weer op nul moeten worden gezet of opnieuw moet worden geijkt;

e) kies voor alle gemeten grootheden volgens de aanbevelingen van de fabrikant en naar goede ingenieursinzichten de referentiewaarden ($y_{refi}$) die de volledige reeks van tijdens de emissietests verwachte waarden bestrijken, zodat er buiten deze waarden geen extrapolatie hoeft plaats te vinden. Kies een nulreferentiesignaal als een van de referentiewaarden van de lineariteitsverificatie. Kies ten minste drie referentiewaarden voor lineariteitsverificaties van de standalonedruk en -temperatuur. Kies ten minste tien referentiewaarden voor alle andere lineariteitsverificaties;

f) bepaal volgens de aanbevelingen van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten in welke volgorde de reeks referentiewaarden zal worden ingevoerd;

g) genereer de referentiehoeveelheden en voer deze in zoals beschreven in punt 8.1.4.4. Gebruik bij gasanalysatoren gasconcentraties waarvan bekend is dat zij aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoen, en voer deze direct bij de analysatorpoort in;

h) laat het instrument enige tijd stabiliseren terwijl het de referentiewaarde meet;

i) meet 30 s lang de referentiewaarde met een registratiefrequentie van ten minste het in tabel 6.7 gespecificeerde minimum en registreer het rekenkundig gemiddelde $\overline{y}_i$ van de geregistreerde waarden;

▼B

j) herhaal de stappen onder g) tot en met i) totdat alle referentiehoeveelheden zijn gemeten;

k) gebruik de rekenkundige gemiddelden $\overline{y}_i$en de referentiewaarden $y_{refi}$ om volgens de kleinstekwadratenmethode de lineaire regressieparameters te berekenen, en de statistische waarden om met de in tabel 6.5 gespecificeerde minimumprestatiecriteria te vergelijken. Voer de berekeningen overeenkomstig aanhangsel 3 van bijlage VII uit.

8.1.4.4. Referentiesignalen

In dit punt worden de aanbevolen methoden beschreven om referentiewaarden voor het lineariteitsverificatieprotocol van punt 8.1.4.3 te genereren. Er moeten referentiewaarden worden gebruikt die werkelijke waarden simuleren, of er moet een werkelijke waarde worden ingevoerd die met een referentiemeetsysteem wordt gemeten. In het laatste geval is de referentiewaarde de door het referentiemeetsysteem gerapporteerde waarde. De referentiewaarden en referentiemeetsystemen moeten internationaal herleidbaar zijn.

Bij temperatuurmeetsystemen met sensoren zoals thermokoppels, RTD's en thermistors, mag de lineariteitsverificatie worden uitgevoerd door de sensor uit het systeem te verwijderen en in plaats daarvan een simulator te gebruiken. Er wordt gebruikgemaakt van een simulator die onafhankelijk is gekalibreerd en waarbij zo nodig koudlascompensatie wordt toegepast. De internationaal herleidbare, aan de temperatuur aangepaste simulatoronzekerheid moet minder dan 0,5 % van de maximale bedrijfstemperatuur ($T_{max}$) bedragen. Bij deze optie worden sensoren gebruikt die volgens de verklaring van de leverancier qua nauwkeurigheid beter scoren dan 0,5 % van $T_{max}$ vergeleken met hun standaardkalibratiecurve.

8.1.4.5. Meetsystemen waarbij lineariteitsverificatie noodzakelijk is

In tabel 6.5 zijn de meetsystemen vermeld waarbij lineariteitsverificatie noodzakelijk is. Voor deze tabel gelden de volgende bepalingen:

a) als de fabrikant van het instrument het aanbeveelt of op basis van goede ingenieursinzichten moeten vaker lineariteitsverificaties worden uitgevoerd;

b) „min” staat voor de minimumreferentiewaarde die tijdens de lineariteitsverificatie wordt toegepast.

Deze waarde mag echter nul of een negatieve waarde zijn al naargelang het signaal;

c) „max” staat doorgaans voor de maximumreferentiewaarde die tijdens de lineariteitsverificatie wordt toegepast. Bij gasverdelers bijvoorbeeld is $x_{max}$ de onverdeelde, onverdunde ijkgasconcentratie. In de volgende bijzondere gevallen staat „max” voor een andere waarde:

i) bij de lineariteitsverificatie van de PM-balans staat $m_{max}$ voor de gebruikelijke massa van een PM-filter;

ii) bij de lineariteitsverificatie van het koppel staat $T_{max}$ voor de door de fabrikant gespecificeerde motorkoppelpiekwaarde van het hoogste te testen motorkoppel;

d) de gespecificeerde bereiken zijn inclusief. Zo betekent een gespecificeerd bereik van 0,98-1,02 voor helling $a_1$ dat $0{,}98 \leq a_1 \leq 1{,}02$;

▼B

e) deze lineariteitsverificaties zijn niet noodzakelijk bij systemen die de debietverificatie voor verdund uitlaatgas, zoals beschreven in punt 8.1.8.5 voor de propaancontrole, doorstaan of bij systemen die op ± 2 % na overeenkomen op basis van een chemische balans van koolstof of zuurstof van de inlaatlucht, de brandstof en het uitlaatgas;

f) aan de $_{a1}$-criteria voor deze grootheden moet alleen worden voldaan als de absolute waarde van de grootheid is vereist, in tegenstelling tot een signaal dat alleen lineair evenredig is met de werkelijke waarde;

g) de standalonetemperaturen omvatten de motortemperaturen en omgevingsomstandigheden die worden gebruikt om de motorcondities in te stellen of te verifiëren, de temperaturen die worden gebruikt om de kritische condities in het testsysteem in te stellen of te verifiëren, en de in de emissieberekeningen gebruikte temperaturen:

i) de volgende lineariteitscontroles van de temperatuur zijn noodzakelijk: luchtinlaat; nabehandelingstestbank(en) (bij motoren die met uitlaatgasnabehandelingssystemen tijdens cycli met koudstartcriteria worden getest); verdunningslucht bij PM-bemonstering (CVS, dubbele verdunning en partiëlestroomverdunningssystemen); PM-monster; en koelermonster (bij gasbemonsteringssystemen met koelers om de monsters te drogen);

ii) de volgende lineariteitscontroles van de temperatuur zijn alleen noodzakelijk als de motorfabrikant ze voorschrijft: brandstofinlaat; luchtuitlaat vulluchtkoeler meetcel (bij motoren die worden getest met een meetcelwarmtewisselaar die een vulluchtkoeler van een niet voor de weg bestemde mobiele machine simuleert); koelmiddelinlaat vulluchtkoeler meetcel (bij motoren die worden getest met een meetcelwarmtewisselaar die een vulluchtkoeler van een niet voor de weg bestemde mobiele machine simuleert); en olie in het carter of de carterpan; koelmiddel vóór de thermostaat (bij vloeistofgekoelde motoren);

h) de standalonedrukken omvatten de motordrukken en omgevingsomstandigheden die worden gebruikt om de motorcondities in te stellen of te verifiëren, de drukken die worden gebruikt om de kritische condities in het testsysteem in te stellen of te verifiëren, en de in de emissieberekeningen gebruikte drukken:

i) lineariteitscontroles van de druk zijn noodzakelijk voor: de inlaatluchtdrukrestrictie; uitlaatgastegendruk; de luchtdruk; de manometerdruk van de CVS-inlaat (indien met CVS wordt gemeten); het koelermonster (bij gasbemonsteringssystemen met koelers om de monsters te drogen);

ii) de volgende lineariteitscontroles van de druk zijn alleen noodzakelijk als de motorfabrikant ze voorschrijft: drukval vulluchtkoeler en verbindingsleiding meetcel (bij turbomotoren die worden getest met een meetcelwarmtewisselaar die een vulluchtkoeler van een niet voor de weg bestemde mobiele machine simuleert); brandstofinlaat; en brandstofuitlaat.

▼B

*Tabel 6.5*

**Meetsystemen waarbij lineariteitsverificaties noodzakelijk zijn**

| Meetsysteem | Grootheid | Minimale verificatiefrequentie | Lineariteitscriteria | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lvert x_{min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 \rvert$ | a | SEE | $r^2$ |
| Motortoerental | $n$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤ 0,05 % $n_{max}$ | 0,98-1,02 | ≤ 2 % $n_{max}$ | ≥ 0,990 |
| Motorkoppel | $T$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % $T_{max}$ | 0,98-1,02 | ≤ 2 % $T_{max}$ | ≥ 0,990 |
| Brandstofdebiet | $q_m$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % | 0,98-1,02 | ≤2 % | ≥ 0,990 |
| Debiet van inlaatlucht (1) | $q_V$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % | 0,98-1,02 | ≤2 % | ≥ 0,990 |
| Debiet van verdunningslucht (1) | $q_V$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % | 0,98-1,02 | ≤2 % | ≥ 0,990 |
| Debiet van verdund uitlaatgas (1) | $q_V$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % | 0,98-1,02 | ≤2 % | ≥ 0,990 |
| Debiet van ruw uitlaatgas (1) | $q_V$ | Maximaal 185 dagen vóór de tests | ≤1 % | 0,98-1,02 | ≤2 % | ≥ 0,990 |
| Debieten van batchbemonstering (1) | $q_V$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % | 0,98-1,02 | ≤2 % | ≥ 0,990 |
| Gasverdelers | $x/x_{span}$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤0,5 % $x_{max}$ | 0,98-1,02 | ≤2 % $x_{max}$ | ≥ 0,990 |
| Gasanalysatoren | $x$ | Maximaal 35 dagen vóór de tests | ≤0,5 % $x_{max}$ | 0,99-1,01 | ≤1 % $x_{max}$ | ≥ 0,998 |
| PM-balans | $m$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % $m_{max}$ | 0,99-1,01 | ≤1 % $m_{max}$ | ≥ 0,998 |
| Standalonedrukken | $p$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % $p_{max}$ | 0,99-1,01 | ≤1 % $p_{max}$ | ≥ 0,998 |
| Analoog-digitaalconversie van standalonetemperatuursignalen | $T$ | Maximaal 370 dagen vóór de tests | ≤1 % $T_{max}$ | 0,99-1,01 | ≤1 % $T_{max}$ | ≥ 0,998 |

(1) In plaats van het standaardvolumedebiet mag het molaire debiet als grootheid worden gebruikt. In dat geval mag in de overeenkomstige lineariteitscriteria in plaats van het maximale standaardvolumedebiet het maximale molaire debiet worden gebruikt.

▼B

8.1.5. Verificatie van de systeemrespons en updating-registratie van continue gasanalysatoren

In dit onderdeel wordt een algemene procedure beschreven om bij continue gasanalysatoren de systeemrespons en de updating-registratie te verifiëren. Zie punt 8.1.6 voor de verificatieprocedures voor analysatoren van het type met compensatie.

8.1.5.1. Reikwijdte en frequentie

Deze verificatie moet worden uitgevoerd na de installatie of vervanging van een voor continue bemonstering gebruikte gasanalysator. Deze verificatie moet ook worden uitgevoerd als het systeem zodanig wordt geherconfigureerd dat de systeemrespons verandert. Deze verificatie is noodzakelijk bij continue gasanalysatoren die voor transiënte testscycli (NRTC en LSI-NRTC) of de RMC worden gebruikt, maar niet bij batchgasanalysesystemen of continue gasanalysesystemen die alleen voor tests volgens een NRSC met specifieke modi worden gebruikt.

8.1.5.2. Meetprincipes

Deze test verifieert of de updating- en registratiefrequenties overeenkomen met de totale systeemrespons bij een snelle wijziging in de waarde van de concentraties bij de bemonsteringssonde. De gasanalysesystemen moeten zodanig worden geoptimaliseerd dat hun totale respons op een snelle wijziging in de concentratie met een passende frequentie wordt geüpdatet en geregistreerd om te voorkomen dat informatie verloren gaat. Deze test verifieert ook of continue gasanalysesystemen een minimumresponstijd halen.

De systeeminstellingen moeten bij de controle van de responstijd precies dezelfde zijn als bij de meting tijdens de eigenlijke test (druk, debiet, filterinstellingen op de analysator en alle overige factoren die de responstijd beïnvloeden). De responstijd moet worden bepaald met gasomschakeling direct aan de inlaat van de bemonsteringssonde. De voorzieningen voor gasomschakeling moeten zodanige specificaties hebben dat zij de omschakeling in minder dan 0,1 s uitvoeren. De voor de test gebruikte gassen moeten een concentratiewijziging van ten minste 60 % van de volledige schaal (FS) veroorzaken.

Het concentratieverloop van elk gasbestanddeel moet worden geregistreerd.

8.1.5.3. Systeemvereisten

a) De systeemresponstijd moet $\leq$ 10 s zijn met een stijgtijd van $\leq$ 5 s voor alle gemeten bestanddelen (CO, $NO_x$, $_2$ en HC) en alle toegepaste bereiken.

Alle gegevens (concentratie, brandstof- en luchtstromen) moeten met hun gemeten responstijd worden verschoven voordat de emissieberekeningen van bijlage VII worden uitgevoerd.

b) Om een aanvaardbare updating- en registratiefrequentie ten opzichte van de totale systeemrespons aan te tonen, moet het systeem voldoen aan een van de volgende criteria:

i) het product van de gemiddelde stijgtijd en de frequentie waarmee het systeem een geüpdatete concentratie registreert, moet ten minste 5 zijn. De gemiddelde stijgtijd mag in geen geval meer dan 10 s bedragen;

▼B

ii) de frequentie waarmee het systeem de concentratie registreert, moet ten minste 2 Hz zijn (zie ook tabel 6.7).

8.1.5.4. Procedure

Om de respons van elk continu gasanalysesysteem te verifiëren, wordt de volgende procedure toegepast:

a) volg voor de instelling van het analysesysteem de start- en bedieningsinstructies van de fabrikant van het instrument. Het meetsysteem wordt zo nodig bijgesteld om de prestaties te optimaliseren. Deze verificatie wordt uitgevoerd terwijl de analysator op dezelfde wijze werkt als bij emissietests. Als de analysator zijn bemonsteringssysteem met andere analysatoren deelt en als de gasstroom naar de andere analysatoren de responstijd van het systeem zal beïnvloeden, worden de andere analysatoren in werking gesteld en bediend terwijl deze verificatietest plaatsvindt. Deze verificatietest mag tegelijkertijd op verscheidene analysatoren worden uitgevoerd wanneer deze een bemonsteringssysteem delen. Als tijdens emissietests analoge of realtime digitale filters worden gebruikt, worden die filters tijdens deze verificatie op dezelfde wijze gebruikt;

b) bij apparatuur om de systeemresponstijd te valideren, wordt aanbevolen zo kort mogelijke gasoverbrengingsleidingen tussen alle verbindingen te gebruiken en wordt een nulluchtbron op één inlaat van een snelwerkende driewegklep (2 inlaten, 1 uitlaat) aangesloten om de stroom van nulgas en gemengd ijkgas naar de inlaat van de sonde of naar een T-stuk dicht bij de uitlaat van de sonde van het bemonsteringssysteem te regelen. Gewoonlijk is het gasdebiet hoger dan het monsterdebiet van de sonde en wordt het overschot uit de inlaat van de sonde afgevoerd. Als het gasdebiet lager is dan het sondedebiet, worden de gasconcentraties bijgesteld om de verdunning door in de sonde gezogen omgevingslucht te compenseren. Er mogen binaire of multigasijkgassen worden gebruikt. Voor het mengen van de ijkgassen mag een gasmengvoorziening worden gebruikt. Het gebruik van een gasmengvoorziening wordt aanbevolen om in $N_2$ verdunde ijkgassen met in lucht verdunde ijkgassen te mengen.

Meng een ijkgas van NO–CO–$CO_2$–$C_3H_8$–$CH_4$ (aangevuld met $N_2$) met een gasverdeler gelijkmatig met een ijkgas van $NO_2$, aangevuld met gezuiverde synthetische lucht. In voorkomend geval mogen in plaats van gemengd ijkgas van NO-CO-$CO_2$-$C_3H_8$-$CH_4$, aangevuld met $N_2$, ook standaard binaire ijkgassen worden gebruikt; in dit geval worden voor elke analysator afzonderlijke responstests uitgevoerd. Sluit de gasverdeleruitlaat op de andere inlaat van de driewegklep aan. Sluit de klepuitlaat aan op een overflow bij de sonde van het gasanalysesysteem of op een overflowfitting tussen de sonde en de overbrengingsleiding naar alle geverifieerde analysatoren. Kies een zodanige opstelling dat drukschommelingen door het stopzetten van de stroom door de gasmengvoorziening worden vermeden. Gasbestanddelen die bij deze verificatie niet relevant zijn voor de analysatoren, worden weggelaten. Als alternatief mogen gasflessen met enkelvoudige gassen worden gebruikt en mogen de responstijden afzonderlijk worden gemeten;

▼B

c) verzamel de gegevens als volgt:

i) zet de klep om zodat de nulgasstroom op gang komt;

ii) laat de stroom stabiliseren om rekening te houden met vertragingen in de overbrenging en de traagste volledige respons van de analysator;

iii) start de gegevensregistratie met de tijdens de emissietests gebruikte frequentie. Elke geregistreerde waarde moet een door de analysator gemeten unieke geüpdatete concentratie zijn; interpolatie of filtrering mag niet worden toegepast om geregistreerde waarden te veranderen;

iv) zet de klep om zodat de gemengde ijkgassen naar de analysatoren stromen. Registreer dit tijdstip als $t_0$;

v) houdt rekening met vertragingen in de overbrenging en de traagste volledige respons van de analysator;

vi) schakel de stroom om zodat nulgas naar de analysator stroomt. Registreer dit tijdstip als $t_{100}$;

vii) houdt rekening met vertragingen in de overbrenging en de traagste volledige respons van de analysator;

viii) herhaal de stappen van punt c), iv) tot en met vii) om zeven complete cycli te registreren en te eindigen met nulgas dat naar de analysatoren stroomt;

ix) zet de registratie stop.

8.1.5.5. Evaluatie van de prestaties

Aan de hand van de gegevens uit punt 8.1.5.4, onder c), wordt voor elke analysator de gemiddelde stijgtijd berekend.

a) Als ervoor wordt gekozen de overeenstemming met punt 8.1.5.3, onder b), i), aan te tonen, wordt de volgende procedure toegepast. Vermenigvuldig de stijgtijden (in s) met hun respectieve registratiefrequentie in Hertz (1/s). De waarde voor elk resultaat moet ten minste 5 zijn. Als de waarde minder dan 5 is, wordt de registratiefrequentie verhoogd of wordt de stijgtijd vergroot door de stromen bij te stellen of het ontwerp van het bemonsteringssysteem te wijzigen. Ook mogen digitale filters worden geconfigureerd om de stijgtijd te vergroten.

b) Als ervoor wordt gekozen de overeenstemming met punt 8.1.5.3, onder b), ii), aan te tonen, volstaat het om de overeenstemming met die bepaling aan te tonen.

8.1.6. Verificatie van de responstijd bij analysatoren van het type met compensatie

8.1.6.1. Reikwijdte en frequentie

Deze verificatie moet worden uitgevoerd om de respons van een continue gasanalysator te bepalen wanneer de respons van één analysator door die van een andere wordt gecompenseerd om een gasemissie te kwantificeren. Bij deze controle moet waterdamp als gasbestanddeel worden beschouwd. Deze verificatie is noodzakelijk bij continue gasanalysatoren die voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) of de RMC worden gebruikt. Deze verificatie is niet noodzakelijk bij batchgasanalysatoren of continue gasanalysatoren

▼B

die alleen voor tests volgens een NRSC met specifieke modi worden gebruikt. Deze verificatie is niet van toepassing op de correctie voor water dat bij de nabewerking uit het monster is verwijderd. Deze verificatie moet na de eerste installatie (d.w.z. bij de inbedrijfstelling van de meetcel) worden uitgevoerd. Na een grote onderhoudsbeurt mag punt 8.1.5 worden toegepast om te verifiëren of de respons uniform is, op voorwaarde dat alle vervangen onderdelen op een bepaald punt een verificatie van de uniforme respons onder vochtige omstandigheden hebben ondergaan.

8.1.6.2. Meetprincipes

Deze procedure verifieert de synchronisatie en de uniforme respons van continu gecombineerde gasmetingen. Bij deze procedure moet ervoor worden gezorgd dat alle compensatiealgoritmen en vochtigheidscorrecties in werking zijn gesteld.

8.1.6.3. Systeemvereisten

De in punt 8.1.5.3, onder a), voorgeschreven algemene responstijd en stijgtijd gelden ook voor analysatoren van het type met compensatie. Voorts moet, als de registratiefrequentie van de updatefrequentie van het continu gecombineerde/gecompenseerde signaal verschilt, de laagste van deze twee frequenties voor de in punt 8.1.5.3, onder b), i), voorgeschreven verificatie worden toegepast.

8.1.6.4. Procedure

Alle procedures in punt 8.1.5.4, onder a) tot en met c), worden toegepast. Voorts worden ook de responstijd en de stijgtijd van waterdamp gemeten als een op de gemeten waterdamp gebaseerd compensatiealgoritme wordt toegepast. In dit geval wordt ten minste een van de gebruikte kalibratiegassen (met uitzondering van $NO_2$) als volgt bevochtigd:

Als het systeem geen monsterdroger gebruikt om water uit het monstergas te verwijderen, wordt het ijkgas bevochtigd door het gasmengsel door een gesloten vat te voeren dat het gas tot het hoogste, tijdens de emissiebemonstering verwachte monsterdauwpunt bevochtigt door het door gedistilleerd water te laten borrelen. Als het systeem tijdens de tests een monsterdroger gebruikt die de verificatie heeft doorstaan, mag het bevochtigde gasmengsel voorbij de monsterdroger worden ingevoerd door het in een gesloten vat bij 298 ± 10 K (25 ± 10 $^{o}$C) of een hogere temperatuur dan het dauwpunt door gedistilleerd water te laten borrelen. Voorbij het vat moet het bevochtigde gas in elk geval op een temperatuur van ten minste 5 K (5 $^{o}$C) boven zijn lokale dauwpunt in de leiding worden gehouden. Het is echter mogelijk gasbestanddelen weg te laten die bij deze verificatie niet relevant zijn voor de analysatoren. Als bepaalde gasbestanddelen niet gevoelig zijn voor watercompensatie, mag de responscontrole voor deze analysatoren zonder bevochtiging worden uitgevoerd.

▼M2

8.1.7. Meten van de motorparameters en de omgevingsomstandigheden

Er worden interne kwaliteitsprocedures toegepast die herleidbaar zijn naar erkende nationale of internationale standaarden. Zo niet gelden de volgende procedures.

▼B

8.1.7.1. Kalibratie van het koppel

8.1.7.1.1. Reikwijdte en frequentie

Alle koppelmeetsystemen, met inbegrip van dynamometerkoppelmeetopnemers en -systemen, worden bij de eerste installatie en na een grote onderhoudsbeurt gekalibreerd door middel van o.m. een aan een gewicht gerelateerde referentiekracht of hefboomlengte. Goede ingenieursinzichten worden toegepast om te bepalen of de kalibratie moet worden herhaald. Om de output van de koppelsensor te lineariseren, worden de instructies van de fabrikant van de koppelopnemer gevolgd. Andere kalibratiemethoden zijn toegestaan.

8.1.7.1.2. Kalibratie met gewichten

Bij deze techniek wordt een bekende kracht uitgeoefend door bekende gewichten op een bekende afstand aan een hefboomarm te hangen. Zorg dat de hefboom met de gewichten loodrecht op de zwaartekracht (d.w.z. horizontaal) en loodrecht op de draaias van de dynamometer staat. Voor elk toepasselijk koppelmeetbereik worden ten minste zes kalibratiegewichtcombinaties toegepast, waarbij de gewichten gelijkmatig over het bereik worden verdeeld. Tijdens het kalibreren laat men de dynamometer schommelen of draaien om de statische wrijvingshysteresis te beperken. De kracht van elk gewicht wordt bepaald door de internationaal herleidbare massa ervan met de lokale versnelling van de zwaartekracht van de aarde te vermenigvuldigen.

8.1.7.1.3. Kalibratie van rekstrookjes of proving rings

Bij deze techniek wordt kracht uitgeoefend door gewichten aan een hefboomarm te hangen (bij de bepaling van het referentiekoppel worden deze gewichten en de lengte van de hefboomarm niet gebruikt) of door de dynamometer met verschillende koppels te gebruiken. Voor elk toepasbaar koppelmeetbereik worden ten minste zes krachtcombinaties toegepast, waarbij de krachten gelijkmatig over het bereik worden verdeeld. Tijdens het kalibreren laat men de dynamometer schommelen of draaien om de statische wrijvingshysteresis te beperken. In dit geval wordt het referentiekoppel bepaald door de krachtoutput van de referentiemeter (bv. een rekstrookje of proving ring) te vermenigvuldigen met zijn effectieve hefboomarmlengte die wordt gemeten vanaf het punt waar de krachtmeting wordt uitgevoerd tot de draaias van de dynamometer. Zorg dat deze lengte loodrecht op de meetas van de referentiemeter en loodrecht op de draaias van de dynamometer wordt gemeten.

8.1.7.2. Kalibratie van druk, temperatuur en dauwpunt

De instrumenten worden bij de eerste installatie gekalibreerd voor het meten van de druk, de temperatuur en het dauwpunt. De kalibratie wordt overeenkomstig de instructies van de fabrikant van het instrument en goede ingenieursinzichten herhaald.

Bij temperatuurmeetsystemen met thermokoppel-, RTD- of thermistorsensoren wordt de kalibratie van het systeem uitgevoerd zoals in punt 8.1.4.4 is beschreven voor de lineariteitsverificatie.

8.1.8. Stroomgerelateerde metingen

8.1.8.1. Kalibratie van de brandstofstroom

Brandstofstroommeters worden bij de eerste installatie gekalibreerd. De kalibratie wordt overeenkomstig de instructies van de fabrikant van het instrument en goede ingenieursinzichten herhaald.

▼B

8.1.8.2. Kalibratie van de inlaatluchtstroom

Inlaatluchtstroommeters worden bij de eerste installatie gekalibreerd. De kalibratie wordt overeenkomstig de instructies van de fabrikant van het instrument en goede ingenieursinzichten herhaald.

8.1.8.3. Kalibratie van de uitlaatgasstroom

Uitlaatgasstroommeters worden bij de eerste installatie gekalibreerd. De kalibratie wordt overeenkomstig de instructies van de fabrikant van het instrument en goede ingenieursinzichten herhaald.

8.1.8.4. Kalibratie van de verdunde uitlaatgasstroom (CVS)

8.1.8.4.1. Overzicht

a) In dit onderdeel wordt beschreven hoe stroommeters bij verdunduitlaatgasbemonsteringssystemen met constant volume (CVS-systemen) moeten worden gekalibreerd.

b) Deze kalibratie wordt uitgevoerd terwijl de stroommeter in zijn permanente positie is geïnstalleerd. Deze kalibratie wordt uitgevoerd nadat delen van de stroomconfiguratie zijn gewijzigd die de kalibratie van de stroommeter kunnen beïnvloeden, die zich vóór of voorbij de stroommeter kunnen bevinden. Deze kalibratie wordt uitgevoerd bij de eerste installatie van het CVS-systeem en telkens als een corrigerende maatregel geen oplossing biedt om aan de in punt 8.1.8.5 voorgeschreven verificatie van de verdunde uitlaatgasstroom (nl. propaancontrole) te voldoen.

c) Een CVS-stroommeter wordt gekalibreerd met behulp van een referentiestroommeter zoals een subsonische venturistroommeter, een langestraalstroomkop, een makkelijketoegangsopening, een laminairestroomelement, een stel kritischestroomventuri's of een ultrasone stroommeter. Er wordt een referentiestroommeter gebruikt die grootheden rapporteert die met een onzekerheid van maximaal ± 1 % internationaal herleidbaar zijn. De respons van deze referentiestroommeter op de stroom wordt als referentiewaarde gebruikt om de CVS-stroommeter te kalibreren.

d) Een scherm of andere drukrestrictie vóór de referentiestroommeter waardoor de stroom vóór die meter zou kunnen worden beïnvloed, mag niet worden gebruikt, tenzij de stroommeter met een dergelijke drukrestrictie is gekalibreerd.

e) Bij de in punt 8.1.8.4 beschreven kalibratiesequentie gaat het om de aanpak op molaire basis. De hiermee overeenkomende sequentie voor de aanpak op massabasis is beschreven in punt 2.5 van bijlage VII.

f) ►M2 De CFV of SSV mag ook voor de kalibratie uit zijn permanente positie worden verwijderd, mits aan de volgende voorschriften wordt voldaan wanneer zij in de CVS worden geïnstalleerd: ◄

1) bij installatie van de CFV of SSV in de CVS worden goede ingenieursinzichten toegepast om te controleren of er geen lekkage optreedt tussen de CVS-inlaat en de venturi;

▼B

2) na de venturikalibratie ex situ worden bij CFV's alle venturistroomcombinaties en bij een SSV ten minste 10 stroompunten geverifieerd door middel van een propaancontrole zoals beschreven in punt 8.1.8.5. Het resultaat van de propaancontrole voor elk venturistroompunt mag de in punt 8.1.8.5.6 beschreven tolerantie niet overschrijden.

3) Om de kalibratie ex situ voor een CVS met meer dan één CFV te verifiëren, wordt de volgende verificatie uitgevoerd:

i) leid met een apparaat met constant debiet een constante stroom propaan naar de verdunningstunnel;

ii) meet, met constante propaanstroom, de koolwaterstofconcentraties bij ten minste 10 verschillende stroomsnelheden voor een SSV-stroommeter of bij alle mogelijke stroomcombinaties voor een CFV-stroommeter;

iii) meet aan het begin en het einde van deze test de achtergrondconcentratie van koolwaterstof in de verdunningslucht. Trek, voordat de regressieanalyse van punt iv) wordt verricht, de gemiddelde achtergrondconcentratie van elke meting bij elk stroompunt af;

iv) verricht een machtsregressie van alle gepaarde waarden van het debiet en de gecorrigeerde concentratie om een relatie in de vorm $y = a \times \times X^b$ te vinden, waarbij de concentratie als onafhankelijke variabele en het debiet als afhankelijke variabele wordt gebruikt. Voor elk gegevenspunt moet het verschil tussen het gemeten debiet en de door de gevonden kromme vertegenwoordigde waarde worden berekend. Het verschil moet op elk punt minder dan ± 1 % afwijken van de desbetreffende regressiewaarde. De waarde van *b* moet tussen – 1,005 en – 0,995 liggen. Als de resultaten niet aan deze grenswaarden voldoen, worden corrigerende maatregelen overeenkomstig punt 8.1.8.5.1, onder a), genomen.

8.1.8.4.2. Kalibratie van PDP

Bij de kalibratie van een verdringerpomp (PDP) wordt een vergelijking voor de relatie tussen de stroom en het PDP-toerental opgesteld, waarin de stroomlekkage via afdichtingen van de PDP als functie van de PDP-inlaatdruk wordt uitgedrukt. Voor elk toerental waarmee men de PDP laat draaien, moet een unieke vergelijkingscoëfficiënt worden vastgesteld. Een PDP-stroommeter wordt als volgt gekalibreerd:

a) sluit het systeem aan zoals afgebeeld in figuur 6.5;

b) de lekken tussen de kalibratiestroommeter en de PDP moeten minder bedragen dan 0,3 % van de totale stroom op het laagste gekalibreerde stroompunt; bijvoorbeeld bij de hoogste drukrestrictie en het laagste PDP-toerentalpunt;

c) handhaaf, terwijl de PDP draait, bij de PDP-inlaat een constante temperatuur die niet meer dan ± 2 % van de gemiddelde absolute inlaattemperatuur ($T_{in}$) afwijkt;

d) stel het PDP-toerental in op het eerste toerentalpunt waarop hij moet kalibreren;

e) zet de variabele restrictor volledig open;

▼B

f) laat de PDP ten minste 3 minuten draaien om het systeem te stabiliseren. Registreer vervolgens, terwijl de PDP continu draait, de gemiddelde waarden van ten minste 30 s verzamelde gegevens van elk van de volgende grootheden:

i) het gemiddelde debiet van de referentiestroommeter, $\overline{q}_{V\text{ref}}$;

ii) de gemiddelde temperatuur bij de PDP-inlaat, $T_{\text{in;}}$;

iii) de gemiddelde statische absolute druk bij de PDP-inlaat, $p_{\text{in}}$;

iv) de gemiddelde statische absolute druk bij de PDP-uitlaat, $p_{\text{out}}$;

v) het gemiddelde PDP-toerental, $n_{\text{PDP}}$;

g) sluit de restrictorklep geleidelijk om de absolute druk bij de inlaat naar de PDP $p_{\text{in}}$ te verminderen;

h) herhaal de stappen in punt 8.1.8.4.2, onder f) en g), om in ten minste zes restrictorstanden gegevens te registreren die het volledige bereik van mogelijke drukken tijdens het gebruik bij de PDP-inlaat weerspiegelen;

i) kalibreer de PDP met behulp van de verzamelde gegevens en de vergelijkingen in bijlage VII;

j) herhaal de stappen onder f) tot en met i) van dit punt voor elk toerental waarmee men de PDP laat draaien;

k) gebruik de vergelijkingen in onderdeel 3 van bijlage VII (berekeningen op molaire basis) of onderdeel 2 van bijlage VII (berekeningen op massabasis) om de PDP-stroomvergelijking voor emissietests op te stellen;

l) verifieer de kalibratie door een CVS-verificatie (propaancontrole) uit te voeren zoals beschreven in punt 8.1.8.5;

m) de PDP mag niet onder de tijdens de kalibratie geteste laagste inlaatdruk worden gebruikt.

8.1.8.4.3. Kalibratie van CFV

Bij de kalibratie van een kritischestroomventuri (CFV) wordt zijn afvoercoëfficiënt ($C_{\text{d}}$) bij de laagste verwachte statische differentiaaldruk tussen de CFV-inlaat en –uitlaat geverifieerd. Een CFV-stroommeter wordt als volgt gekalibreerd:

a) sluit het systeem aan zoals afgebeeld in figuur 6.5;

b) stel voorbij de CFV een aanjager in werking;

c) handhaaf, terwijl de CFV werkt, bij de CFV-inlaat een constante temperatuur die niet meer dan ± 2 % van de gemiddelde absolute inlaattemperatuur ($T_{\text{in}}$) afwijkt;

d) de lekken tussen de kalibratiestroommeter en de CFV moeten minder bedragen dan 0,3 % van de totale stroom bij de hoogste drukrestrictie;

e) zet de variabele restrictor volledig open. In plaats van een variabele restrictor mag men de druk voorbij de CFV laten variëren door het toerental van de aanjager te veranderen of een beheerst lek in te voeren. Houd er rekening mee dat sommige aanjagers onder niet-belaste omstandigheden beperkingen hebben;

▼B

f) laat de CFV ten minste 3 minuten werken om het systeem te stabiliseren. Registreer, terwijl de CFV blijft werken, de gemiddelde waarden van ten minste 30 s verzamelde gegevens van elk van de volgende grootheden:

i) het gemiddelde debiet van de referentiestroommeter, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii) facultatief, het gemiddelde dauwpunt van de kalibratielucht, $T_{\mathrm{dew}}$. Zie bijlage VII voor de toelaatbare hypothesen tijdens emissiemetingen;

iii) de gemiddelde temperatuur bij de venturi-inlaat, $T_{\mathrm{in}}$;

iv) de gemiddelde statische absolute druk bij de venturi-inlaat, $p_{\mathrm{in}}$;

v) de gemiddelde statische differentiaaldruk tussen de CFV-inlaat en de CFV-uitlaat, $\Delta p_{\mathrm{CFV}}$;

g) sluit de restrictorklep geleidelijk om de absolute druk bij de inlaat naar de CFV $p_{\mathrm{in}}$ te verminderen;

h) herhaal de stappen onder f) en g) van dit punt om in ten minste tien restrictorstanden gemiddelde gegevens te registreren, zodat het meest volledige, tijdens de tests verwachte praktische bereik van $\Delta p_{\mathrm{CFV}}$ wordt getest. Het is niet nodig kalibratieonderdelen of CVS-onderdelen te verwijderen om bij de laagst mogelijke drukrestricties te kalibreren;

i) bepaal $C_{\mathrm{d}}$ en de hoogste toelaatbare drukverhouding $r$ zoals beschreven in bijlage VII;

j) gebruik $C_{\mathrm{d}}$ om de CFV-stroom tijdens een emissietest te bepalen. De CFV mag niet worden gebruikt boven de hoogste toegestane $r$, zoals bepaald overeenkomstig bijlage VII;

k) verifieer de kalibratie door een CVS-verificatie (propaancontrole) uit te voeren zoals beschreven in punt 8.1.8.5;

l) als de CVS wordt geconfigureerd om parallel meer dan één CFV te doen werken, moet de CVS op een van de volgende wijzen worden gekalibreerd:

i) elke combinatie van CFV's wordt overeenkomstig dit onderdeel en bijlage VII gekalibreerd. Zie bijlage VII voor instructies voor het berekenen van de debieten bij deze optie;

ii) elke CFV wordt overeenkomstig dit punt en bijlage VII gekalibreerd. Zie bijlage VII voor instructies voor het berekenen van de debieten bij deze optie.

8.1.8.4.4. Kalibratie van SSV

Bij de kalibratie van een subsonische venturi (SSV) wordt zijn kalibratiecoëfficiënt ($C_{\mathrm{d}}$) voor het verwachte bereik van inlaatdrukken bepaald. Een SSV-stroommeter wordt als volgt gekalibreerd:

a) sluit het systeem aan zoals afgebeeld in figuur 6.5;

▼B

b) stel voorbij de SSV een aanjager in werking;

c) de lekken tussen de kalibratiestroommeter en de SSV moeten minder bedragen dan 0,3 % van de totale stroom bij de hoogste drukrestrictie;

d) handhaaf, terwijl de SSV werkt, bij de SSV-inlaat een constante temperatuur die niet meer dan ± 2 % van de gemiddelde absolute inlaattemperatuur ($T_{in}$) afwijkt;

e) stel de variabele restrictor of aanjager met variabel toerental in op een debiet dat groter is dan het grootste, tijdens de tests verwachte debiet. De debieten mogen niet buiten de gekalibreerde waarden worden geëxtrapoleerd, zodat wordt aanbevolen ervoor te zorgen dat een reynoldsgetal (*Re*) bij de SSV-hals bij het grootste gekalibreerde debiet groter is dan het grootste tijdens de tests verwachte *Re*;

f) laat de SSV ten minste 3 minuten werken om het systeem te stabiliseren. Registreer, terwijl de SSV blijft werken, het gemiddelde van ten minste 30 s verzamelde gegevens van elk van de volgende grootheden:

   i) het gemiddelde debiet van de referentiestroommeter ( $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$);

   ii) facultatief, het gemiddelde dauwpunt van de kalibratielucht, $T_{dew}$). Zie bijlage VII voor de toelaatbare hypothesen;

   iii) de gemiddelde temperatuur bij de venturi-inlaat ($T_{in}$);

   iv) de gemiddelde statische absolute druk bij de venturi-inlaat ($p_{in}$);

   v) de statische differentiaaldruk tussen de statische druk bij de venturi-inlaat en de statische druk bij de venturihals ($\Delta p_{SSV}$);

g) sluit de restrictorklep geleidelijk of verlaag het toerental van de aanjager om het debiet te verminderen;

h) herhaal de stappen onder f) en g) van dit punt om bij ten minste tien debieten gegevens te registreren;

i) bepaal aan de hand van de verzamelde gegevens en de vergelijkingen in bijlage VII een functionele vorm van $C_d$ versus *Re*;

j) verifieer de kalibratie door een CVS-verificatie (propaancontrole) uit te voeren zoals beschreven in punt 8.1.8.5, met behulp van de nieuwe vergelijking $C_d$ versus *Re*;

k) de SSV mag alleen tussen de gekalibreerde minimum- en maximumdebieten worden gebruikt;

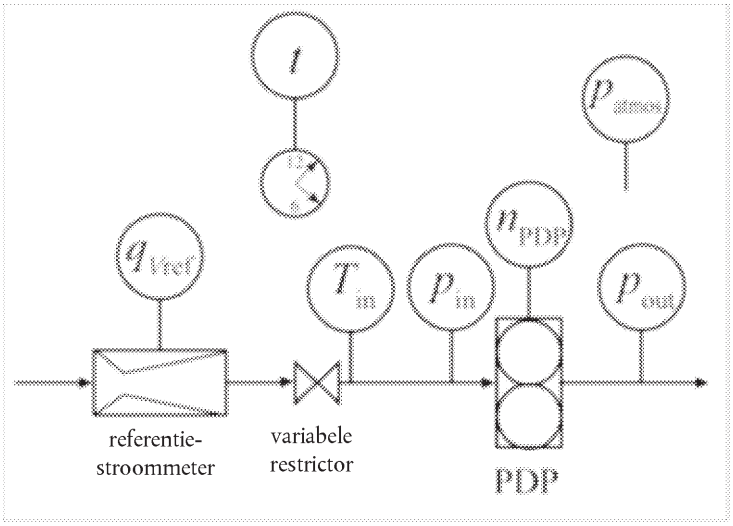
l) gebruik de vergelijkingen in onderdeel 3 van bijlage VII (berekeningen op molaire basis) of onderdeel 2 van bijlage VII (berekeningen op massabasis) om de SSV-stroom tijdens een test te bepalen.

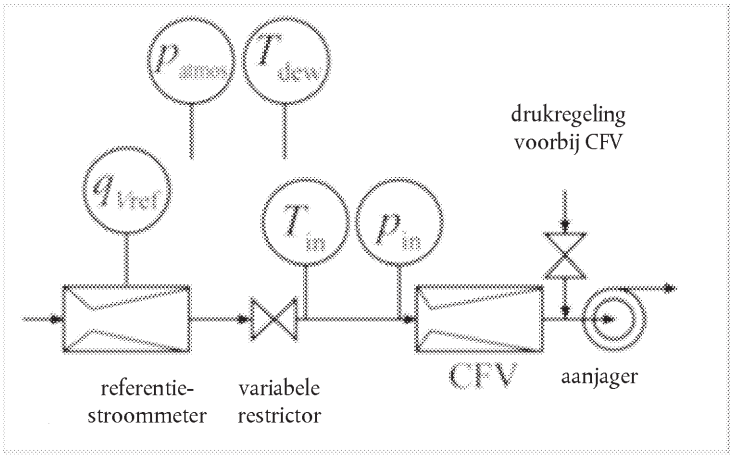
▼B

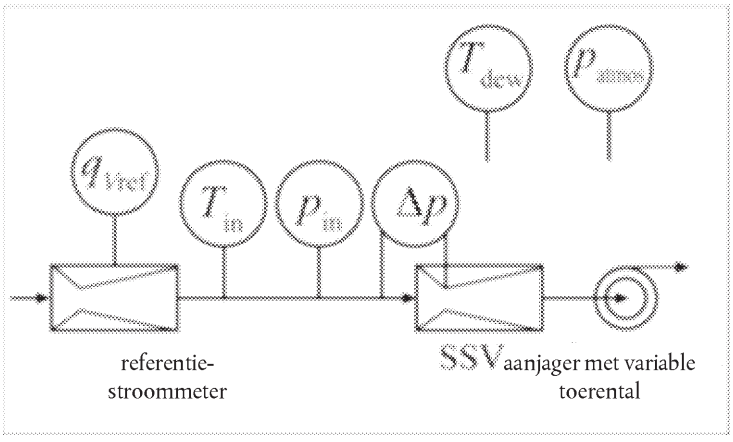
8.1.8.4.5. Ultrasone kalibratie (gereserveerd)

*Figuur 6.5*

**Schema's voor het kalibreren van een CVS met verdunde uitlaatgasstroom**



▼B

8.1.8.5. Verificatie van de CVS en het batchbemonsteringssysteem (propaancontrole)

8.1.8.5.1. Inleiding

a) Een propaancontrole dient als verificatie van de CVS om na te gaan of er een discrepantie is in de gemeten waarden van de verdunde uitlaatgasstroom. Een propaancontrole dient ook als batchbemonsteringsverificatie om na te gaan of er een discrepantie is in een batchbemonsteringssysteem dat een monster uit een CVS neemt, zoals beschreven onder f). Met behulp van goede ingenieursinzichten en veilige werkwijzen mag deze controle ook met een ander gas dan propaan (bv. $CO_2$ of CO) worden uitgevoerd. Een mislukte propaancontrole kan op een of meer problemen wijzen die misschien een van de volgende corrigerende maatregelen vergen:

   i) incorrecte kalibratie van de analysator. De FID-analysator moet geherkalibreerd, gerepareerd of vervangen worden;

   ii) op de CVS-tunnel, de verbindingen en sluitingen en het HC-bemonsteringssysteem moeten lekcontroles worden uitgevoerd overeenkomstig punt 8.1.8.7;

   iii) er moet een verificatie op slechte menging worden uitgevoerd overeenkomstig punt 9.2.2;

▼M2

   iv) er moet een verificatie op koolwaterstofverontreiniging in het bemonsteringssysteem worden uitgevoerd overeenkomstig punt 7.3.1.3;

▼B

   v) wijziging in de CVS-kalibratie. Er moet een kalibratie *in situ* van de CVS-stroommeter worden uitgevoerd overeenkomstig punt 8.1.8.4;

   vi) andere problemen met de hardware of software voor het verifiëren van de CVS of het bemonsteringssysteem. Het CVS-systeem, de CVS-verificatiehardware en de software moeten op discrepanties worden gecontroleerd.

b) Bij een propaancontrole wordt een referentiemassa of een referentiedebiet van $C_3H_8$ als tracergas in een CVS gebruikt. Als een referentiedebiet wordt gebruikt, moet elk niet-ideaal gasgedrag van $C_3H_8$ in de referentiestroommeter worden gecompenseerd. Zie onderdeel 2 van bijlage VII (berekeningen op massabasis) of onderdeel 3 van bijlage VII (berekeningen op molaire basis), waarin beschreven wordt hoe bepaalde stroommeters gekalibreerd en gebruikt moeten worden. In punt 8.1.8.5 en bijlage VII mogen geen ideale gashypothesen worden toegepast. De propaancontrole vergelijkt de berekende massa geïnjecteerd $C_3H_8$ aan de hand van HC-metingen en CVS-debietmetingen met de referentiewaarde.

8.1.8.5.2. Methode om een bekende hoeveelheid propaan in het CVS-systeem te brengen

De totale nauwkeurigheid van het CVS-bemonsterings- en -analysesysteem wordt bepaald door een bekende massa van een verontreinigend gas in het systeem te brengen terwijl het normaal functioneert. Het verontreinigende gas wordt geanalyseerd en overeenkomstig bijlage VII wordt de massa ervan berekend. Er wordt een van de volgende twee technieken toegepast:

a) meting volgens een gravimetrische techniek moet als volgt plaatsvinden: de massa van een kleine met koolstofmonoxide of propaan gevulde fles wordt bepaald met een nauwkeurigheid van ± 0,01 g. Gedurende 5 tot 10 minuten laat men het CVS-systeem werken zoals bij een normale uitlaatemissietest, terwijl in het systeem koolstofmonoxide of propaan wordt ingespoten. De hoeveelheid afgevoerd zuiver gas wordt door differentiaalweging bepaald. Vervolgens wordt een gasmonster met de gebruikelijke apparatuur (bemonsteringszak of integratiemethode) geanalyseerd en wordt de massa van het gas berekend;

▼B

b) meting met een kritische stroomopening moet als volgt plaatsvinden: een bekende hoeveelheid zuiver gas (koolstofmonoxide of propaan) wordt via een gekalibreerde kritische opening in het CVS-systeem gebracht. Indien de inlaatdruk hoog genoeg is, is het door de kritische stroomopening geregelde debiet onafhankelijk van de uitlaatdruk van de opening (kritische stroom). Men laat het CVS-systeem ongeveer 5 à 10 minuten werken zoals bij een normale uitlaatemissietest. Vervolgens wordt een gasmonster geanalyseerd met de gebruikelijke apparatuur (bemonsteringszak of integratiemethode) om de massa van het gas te berekenen.

8.1.8.5.3. Voorbereiding van de propaancontrole

De propaancontrole wordt als volgt voorbereid:

a) als in plaats van een referentiedebiet een referentiemassa van $C_3H_8$ wordt gebruikt, wordt een cilinder met $C_3H_8$ gevuld. Bepaal de referentiemassa van de $C_3H_8$ in de cilinder tot op ± 0,5 % van de hoeveelheid $C_3H_8$ die naar verwachting zal worden gebruikt;

b) kies een passend debiet voor de CVS en $C_3H_8$;

c) kies in de CVS een $C_3H_8$-injectiepoort. Die poort moet zich zo dicht mogelijk bevinden bij de plaats waar motoruitlaatgas in de CVS wordt gevoerd. Sluit de $C_3H_8$-cilinder op het injectiesysteem aan;

d) stel de CVS in werking en stabiliseer de CVS;

e) warmtewisselaars in het bemonsteringssysteem worden voorverwarmd of voorgekoeld;

f) verwarmde en gekoelde onderdelen zoals bemonsteringsleidingen, filters, koelers en pompen, laat men op hun bedrijfstemperatuur stabiliseren;

g) voer zo nodig aan de vacuümzijde van het HC-bemonsteringssysteem een lekcontrole uit zoals beschreven in punt 8.1.8.7.

8.1.8.5.4. Voorbereiding van het HC-bemonsteringssysteem voor de propaancontrole

►**M2** De lekcontrole aan vacuümzijde van het HC-bemonsteringssysteem mag worden uitgevoerd overeenkomstig punt g). Als deze procedure wordt gevolgd, mag de HC-verontreinigingsprocedure van punt 7.3.1.3 worden toegepast. ◄ Als de lekcontrole aan vacuümzijde niet overeenkomstig punt g) wordt uitgevoerd, wordt het HC-bemonsteringssysteem als volgt op nul gezet, geijkt en op verontreiniging gecontroleerd:

a) kies het laagste HC-analysatorbereik dat de voor het CVS- en $C_3H_8$-debiet verwachte $C_3H_8$-concentratie kan meten;

b) zet de HC-analysator op nul met nullucht die bij de analysatorpoort wordt ingevoerd;

c) ijk de HC-analysator met $C_3H_8$-ijkgas dat bij de analysatorpoort wordt ingevoerd;

d) voer nullucht bij de HC-sonde of in een fitting tussen de HC-sonde en de overbrengingsleiding af;

e) meet de stabiele HC-concentratie van het HC-bemonsteringssysteem op het ogenblik dat de nullucht wordt afgevoerd. Vul bij HC-batchmeting de batchrecipiënt (bv. een zak) en meet de concentratie van de afgevoerde HC;

▼B

f) als de concentratie van de afgevoerde HC meer dan 2 µmol/mol bedraagt, mag de procedure niet worden voortgezet zolang de verontreiniging niet is verwijderd. Bepaal de bron van de verontreiniging en neem een corrigerende maatregel, zoals het schoonmaken van het systeem of het vervangen van verontreinigde delen;

g) registreer, als de concentratie van de afgevoerde HC niet meer dan 2 µmol/mol bedraagt, deze waarde als $x_{HCinit}$ en gebruik ze om voor HC-verontreiniging te corrigeren zoals beschreven in onderdeel 2 van bijlage VII (berekeningen op massabasis) of onderdeel 3 van bijlage VII (berekeningen op molaire basis).

8.1.8.5.5. Uitvoering van de propaancontrole

a) De propaancontrole wordt als volgt uitgevoerd:

i) sluit bij HC-batchbemonstering schone opslagmedia, zoals lege zakken, aan;

ii) bedien de HC-meetinstrumenten volgens de instructies van de fabrikant;

iii) meet en registreer de achtergrondconcentratie van HC in de verdunningslucht, indien correctie voor die concentratie is voorzien;

iv) zet alle integreervoorzieningen op nul;

v) begin de bemonstering en start alle stroomintegreervoorzieningen;

vi) voer $C_3H_8$ af met het gekozen debiet. Start de integratie van het referentiedebiet van $C_3H_8$, indien dit referentiedebiet wordt gebruikt;

vii) blijf $C_3H_8$ afvoeren totdat er ten minste genoeg $C_3H_8$ is afgevoerd om een nauwkeurige kwantificering van de referentie-$C_3H_8$ en de gemeten $C_3H_8$ te waarborgen;

viii) sluit de $C_3H_8$-cilinder af en zet de bemonstering voort totdat voldoende rekening is gehouden met de vertragingen als gevolg van de overbrenging van de monsters en de analysatorrespons;

ix) zet de bemonstering en alle integreervoorzieningen stop.

b) Als voor de meting een kritische stroomopening wordt gebruikt, mag voor de propaancontrole de volgende procedure als alternatieve methode voor punt 8.1.8.5.5, onder a), worden toegepast:

i) sluit bij HC-batchbemonstering schone opslagmedia, zoals lege zakken, aan;

ii) bedien de HC-meetinstrumenten volgens de instructies van de fabrikant;

iii) meet en registreer de achtergrondconcentratie van HC in de verdunningslucht, indien correctie voor die concentratie is voorzien;

iv) zet alle integreervoorzieningen op nul;

v) laat de inhoud van de $C_3H_8$-referentiecilinder met het gekozen debiet ontsnappen;

▼B

vi) begin de bemonstering en start alle stroomintegreervoorzieningen zodra is bevestigd dat de HC-concentratie stabiel is;

vii) blijf de inhoud van de cilinder afvoeren totdat er ten minste genoeg $C_3H_8$ is afgevoerd om een nauwkeurige kwantificering van de referentie-$C_3H_8$ en de gemeten $C_3H_8$ te waarborgen;

viii) zet alle integreervoorzieningen stop;

ix) sluit de $C_3H_8$-referentiecilinder af.

8.1.8.5.6. Evaluatie van de propaancontrole

Na de test wordt de volgende procedure gevolgd:

a) analyseer de batchmonsters zo snel mogelijk, als batchbemonstering is toegepast;

b) verricht na de HC-analyse een verontreinigings- en achtergrondcorrectie;

c) bereken op basis van de CVS- en HC-gegevens de totale $C_3H_8$-massa zoals beschreven in bijlage VII, aan de hand van de molaire massa van $C_3H_8$ ($M_{C3H8}$) in plaats van de effectieve molaire massa van HC ($M_{HC}$);

d) bepaal, als een referentiemassa (gravimetrische techniek) wordt gebruikt, de propaanmassa van de cilinder tot op ± 0,5 % en bepaal de $C_3H_8$-referentiemassa door de propaanmassa van de lege cilinder van de propaanmassa van de volle cilinder af te trekken. Bepaal, als een kritische stroomopening (meting met een kritische stroomopening) wordt gebruikt, de propaanmassa door het debiet met de duur van de test te vermenigvuldigen;

e) trek de $C_3H_8$-referentiemassa af van de berekende massa. Als het verschil minder dan ± 3,0 % van de referentiemassa bedraagt, heeft de CVS deze verificatie doorstaan.

8.1.8.5.7. Verificatie van het secundaire verdunningssysteem voor deeltjesmateriaal

Als de propaancontrole moet worden herhaald om het secundaire verdunningssysteem voor deeltjesmateriaal te verifiëren, wordt voor deze verificatie de volgende procedure van de punten a) tot en met d) toegepast:

a) configureer het HC-bemonsteringssysteem om een monster te nemen dicht bij de plaats waar het opslagmedium (bv. een PM-filter) van het batchbemonsteringssysteem zich bevindt. Als de absolute druk op die plaats te laag is om een HC-monster te nemen, mag het monster uit de pompuitlaat van het batchbemonsteringssysteem worden genomen. Let goed op bij het nemen van een monster uit de uitlaat van de pomp, want als zich voorbij een stroommeter van een batchbemonsteringssysteem een anders aanvaardbaar pomplek bevindt, wordt de propaancontrole mogelijk ten onrechte niet doorstaan;

b) herhaal de propaancontrole zoals beschreven in dit punt, waarbij echter HC uit het batchbemonsteringssysteem wordt bemonsterd;

c) bereken de $C_3H_8$-massa, waarbij eventuele secundaire verdunning door het batchbemonsteringssysteem in aanmerking wordt genomen;

d) trek de $C_3H_8$-referentiemassa af van de berekende massa. Als het verschil minder dan ± 5 % van de referentiemassa bedraagt, heeft het bemonsteringssysteem deze verificatie doorstaan. Zo niet moet een corrigerende maatregel worden genomen.

▼M2

_____

▼B

8.1.8.6. Periodieke kalibratie van het partiëlestroommeetsysteem voor deeltjesmateriaal en de bijbehorende meetsystemen voor ruw uitlaatgas

8.1.8.6.1. Specificaties voor de differentiaalstroommeting

Om bij partiëlestroomverdunningssystemen een evenredig monster van het ruwe uitlaatgas te nemen, is de nauwkeurigheid van de monsterstroom $q_{mp}$ van bijzonder belang als deze niet direct wordt gemeten, maar door differentiaalstroommeting wordt bepaald met vergelijking (6-20):

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

waarbij:

$q_{mp}$ = massadebiet van het monster van het uitlaatgas dat het partiëlestroomverdunningssysteem binnenstroomt

$q_{mdw}$ = massadebiet van de verdunningslucht (op natte basis)

$q_{mdew}$ = massadebiet van het verdunde uitlaatgas op natte basis

In dit geval moet de maximumfout van het verschil zo zijn dat $q_{mp}$ tot op ± 5 % nauwkeurig is wanneer de verdunningsverhouding minder dan 15 bedraagt. Deze kan worden berekend aan de hand het kwadratisch gemiddelde van de fouten van elk instrument.

Een aanvaardbare nauwkeurigheid van $q_{mp}$ kan worden verkregen met een van de volgende methoden:

a) de absolute nauwkeurigheid van $q_{mdew}$ en $q_{mdw}$ bedraagt ± 0,2 %, hetgeen een nauwkeurigheid van $q_{mp}$ van ≤ 5 % bij een verdunningsverhouding van 15 mogelijk maakt. Bij hogere verdunningsverhoudingen zullen echter grotere fouten optreden;

b) de kalibratie van $q_{mdw}$ ten opzichte van $q_{mdew}$ wordt zodanig uitgevoerd dat voor $q_{mp}$ dezelfde nauwkeurigheid wordt verkregen als onder a). Zie punt 8.1.8.6.2 voor details;

c) de nauwkeurigheid van $q_{mp}$ wordt indirect bepaald op basis van de nauwkeurigheid van de verdunningsverhouding die door een tracergas, bv. $CO_2$, is bepaald. Voor $q_{mp}$ is nagenoeg dezelfde nauwkeurigheid vereist als volgens methode a);

d) De absolute nauwkeurigheid van $q_{mdew}$ en $q_{mdw}$ ligt binnen ± 2 % van het volledige schaalbereik, waarbij de maximumfout van het verschil tussen $q_{mdew}$ en $q_{mdw}$ binnen 0,2 % ligt en de lineariteitsfout binnen ± 0,2 % van de hoogste tijdens de test waargenomen $q_{mdew}$ ligt.

8.1.8.6.2. Kalibratie van de differentiaalstroommeting

Om een evenredig monster van het ruwe uitlaatgas te nemen, moet het partiëlestroomverdunningssysteem periodiek worden gekalibreerd met een precisiestroommeter die herleidbaar is naar internationale en/of nationale standaarden. De stroommeter of de stroommeetinstrumenten moeten volgens een van de volgende procedures worden gekalibreerd, en wel zodanig dat de bemonsteringsstroom $q_{mp}$ naar de tunnel aan de nauwkeurigheidseisen van punt 8.1.8.6.1 voldoet:

a) verbind de stroommeter voor $q_{mdw}$ in serie met de stroommeter voor $q_{mdew}$ en kalibreer het verschil tussen beide stroommeters voor ten minste vijf instelpunten, waarbij de stroomwaarden liggen op gelijke afstanden tussen de laagste waarde voor $q_{mdw}$ tijdens de test en de waarde voor $q_{mdew}$ tijdens de test. Een omloop om de verdunningstunnel is toegestaan;

▼B

b) verbind een gekalibreerd stroommeetapparaat in serie met de stroommeter voor $q_{mdew}$ en controleer de nauwkeurigheid voor de tijdens de test gebruikte waarde. Verbind het gekalibreerde stroommeetapparaat in serie met de stroommeter voor $q_{mdw}$ en controleer de nauwkeurigheid van ten minste vijf instellingen die corresponderen met een verdunningsverhouding tussen 3 en 15, gerelateerd aan de tijdens de test gebruikte $q_{mdew}$;

c) koppel de overbrengingsleiding TL (zie figuur 6.7) los van het uitlaatsysteem en sluit een gekalibreerd stroommeetapparaat met een passend bereik om $q_{mp}$ te meten, op de overbrengingsleiding aan. Stel $q_{mdew}$ in op de tijdens de test gebruikte waarde en stel $q_{mdw}$ achtereenvolgens in op ten minste vijf waarden die corresponderen met verdunningsverhoudingen tussen 3 en 15. Als alternatief mag in een speciaal kalibratiestroomtraject worden voorzien met een omloop om de tunnel heen, maar waarbij de totale luchtstroom en de verdunningsluchtstroom door de bijbehorende meters worden gevoerd zoals bij de werkelijke test;

d) leid een tracergas in de uitlaatgasoverbrengingsleiding TL. Dit tracergas mag een bestanddeel van het uitlaatgas zijn, zoals $CO_2$ of $NO_x$. Meet het tracergasbestanddeel na verdunning in de tunnel. Dit moet worden uitgevoerd voor vijf verdunningsverhoudingen tussen 3 en 15. De nauwkeurigheid van de monsterstroom moet aan de hand van de verdunningsverhouding $r_d$ worden bepaald met vergelijking (6-21):

$$q_{mp} = q_{mdew} / r_d \quad (6\text{-}21)$$

Om de nauwkeurigheid van $q_{mp}$ te kunnen waarborgen, wordt rekening gehouden met de nauwkeurigheid van de gasanalyseapparatuur.

8.1.8.6.3. Bijzondere voorschriften voor differentiaalstroommeting

Een controle van de koolstofstroom met echt uitlaatgas wordt sterk aanbevolen om meet- en regelproblemen te detecteren en de goede werking van het partiëlestroomsysteem te verifiëren. Ten minste telkens als er een nieuwe motor wordt gemonteerd of de configuratie van de meetcel ingrijpend wordt gewijzigd, wordt de koolstofstroom gemeten.

De motor moet draaien bij het hoogste koppel en toerental of bij een andere statische modus waarbij 5 % of meer $CO_2$ wordt geproduceerd. Het partiële-stroombemonsteringssysteem moet functioneren met een verdunningsfactor van circa 15:1.

Indien een controle op de koolstofstroom wordt uitgevoerd, wordt aanhangsel 2 van bijlage VII toegepast. De koolstofdebieten worden berekend met de vergelijkingen in aanhangsel 2 van bijlage VII. Alle koolstofdebieten moeten tot op 5 % na overeenkomen.

8.1.8.6.3.1. Controle vóór de test

Binnen twee uur vóór uitvoering van de test wordt de volgende controle verricht.

Controleer met de methode die ook voor de kalibratie wordt gebruikt (zie punt 8.1.8.6.2), de nauwkeurigheid van de stroommeters voor ten minste twee punten, waaronder de stroomwaarden voor $q_{mdw}$ die corresponderen met verdunningsverhoudingen tussen 5 en 15 voor de tijdens de test toegepaste waarde van $q_{mdew}$.

Indien aan de hand van gegevens van de in punt 8.1.8.6.2 beschreven kalibratieprocedure kan worden aangetoond dat de kalibratie van de stroommeters gedurende een langere periode stabiel blijft, mag de controle vóór de test vervallen.

▼B

8.1.8.6.3.2. Bepaling van de omzettingstijd

De systeeminstellingen voor de evaluatie van de omzettingstijd moeten dezelfde zijn als tijdens de metingen van de eigenlijke test. De in punt 2.4 van aanhangsel 5 van deze bijlage en figuur 6-11 gedefinieerde omzettingstijd wordt bepaald met de volgende methode.

Plaats een onafhankelijke referentiestroommeter met een voor de bemonsteringsstroom geschikt meetbereik in serie met de sonde en verbind de meter nabij de sonde. Voor de grootte van de bij de responstijdmeting toegepaste stap moet de stroommeter een omzettingstijd van minder dan 100 ms hebben, waarbij de stroomdrukrestrictie laag genoeg is om de dynamische prestaties van het partiëlestroomverdunningssysteem naar goede ingenieursinzichten niet te beïnvloeden. Verander abrupt de toevoer van de uitlaatgasstroom (of van de luchtstroom indien de uitlaatgasstroom wordt berekend) van het partiëlestroomverdunningssysteem van een lage stroom tot ten minste 90 % van de volledige schaal. De abrupte verandering wordt op dezelfde wijze geactiveerd als de anticiperende regeling bij de eigenlijke test. Registreer de impuls voor de abrupte verandering van de uitlaatgasstroom en de respons van de stroommeter met een frequentie van ten minste 10 Hz.

Bepaal op grond van deze gegevens de omzettingstijd voor het partiëlestroomverdunningssysteem; dit is de tijd vanaf het in werking treden van de impuls voor de abrupte verandering tot aan het punt van 50 % van de respons van de stroommeter. Bepaal op gelijkaardige wijze de omzettingstijd van het $q_{mp}$-signaal (d.w.z. de monsterstroom van uitlaatgas naar het partiëlestroomverdunningssysteem) en die van het $q_{mew,i}$-signaal (d.w.z. het door de uitlaatgasstroommeter aangegeven massadebiet van het uitlaatgas op natte basis). Deze signalen worden gebruikt bij de regressiecontroles die na elke test worden uitgevoerd (zie punt 8.2.1.2).

Herhaal de berekening voor ten minste vijf op- en neerwaartse impulsen en bereken het gemiddelde van de resultaten. Trek de interne omzettingstijd (< 100 ms) van de referentiestroommeter van deze waarde af. Indien anticiperende regeling vereist is, wordt overeenkomstig punt 8.2.1.2 de anticiperende waarde van het partiëlestroomverdunningssysteem toegepast.

8.1.8.7. Lekcontrole aan vacuümzijde

8.1.8.7.1. Reikwijdte en frequentie

Bij de eerste installatie van het bemonsteringssysteem, na een grote onderhoudsbeurt zoals het veranderen van voorfilters en maximaal acht uur vóór elke bedrijfscyclussequentie moet met een van de in dit onderdeel beschreven lektests worden gecontroleerd of er aan vacuümzijde geen significante lekken zijn. Deze controle geldt niet voor volledigestroomdelen van een CVS-verdunningssysteem.

8.1.8.7.2. Meetprincipes

Een lek kan worden gedetecteerd als een kleine hoeveelheid stroom wordt gemeten wanneer de stroom nul moet zijn, als de verdunning wordt gedetecteerd van een bekende concentratie ijkgas die door de vacuümzijde van een bemonsteringssysteem stroomt, of als bij een leeggemaakt systeem een drukverhoging wordt gemeten.

8.1.8.7.3. Lektest voor lekken met laag debiet

Een bemonsteringssysteem wordt als volgt op lekken met laag debiet getest:

▼B

a) sluit het uiteinde van de sonde van het systeem op een van de volgende wijzen af:

i) sluit het uiteinde van de monstersonde met een dop of stop af;

ii) koppel de overbrengingsleiding bij de sonde los en sluit deze met een dop of stop af;

iii) sluit in de leiding tussen een sonde en een overbrengingsleiding een lekdichte klep;

b) stel alle vacuümpompen in werking. Verifieer na stabilisatie of de stroom door de vacuümzijde van het bemonsteringssysteem minder dan 0,5 % van het normale debiet van het systeem tijdens het gebruik bedraagt. De typische stromen door de analysator en de omloop mogen worden geschat als benadering van het normale debiet van het systeem tijdens het gebruik.

8.1.8.7.4. Lektest voor verdunning van ijkgas

Voor deze test mag gelijk welke gasanalysator worden gebruikt. Als hiervoor een FID wordt gebruikt, wordt elke HC-verontreiniging in het bemonsteringssysteem overeenkomstig onderdeel 2 of 3 van bijlage VII betreffende HC-bepaling gecorrigeerd. Misleidende resultaten moeten worden vermeden door alleen analysatoren te gebruiken met een herhaalbaarheid van 0,5 % of beter bij de voor deze test gebruikte ijkgasconcentratie. De lekcontrole aan vacuümzijde wordt als volgt uitgevoerd:

a) bereid de gasanalysator voor zoals bij emissietests;

b) leid ijkgas naar de analysatorpoort en verifieer of de ijkgasconcentratie ten minste met de verwachte meetnauwkeurigheid en herhaalbaarheid wordt gemeten;

c) leid afgevoerd ijkgas naar een van de volgende locaties in het bemonsteringssysteem:

i) het uiteinde van de monstersonde;

ii) de overbrengingsleiding wordt bij de aansluiting op de sonde losgekoppeld en het ijkgas wordt aan het open uiteinde van de overbrengingsleiding afgevoerd;

iii) een driewegklep die in de leiding tussen een sonde en haar overbrengingsleiding is geplaatst;

d) verifieer of de gemeten concentratie van het afgevoerde ijkgas niet meer dan ± 0,5 % van de ijkgasconcentratie afwijkt. Als de gemeten waarde lager is dan verwacht, duidt dit op een lek; is de gemeten waarde echter hoger dan verwacht, dan kan dit op een probleem met het ijkgas of de analysator zelf wijzen. Een gemeten waarde die hoger is dan verwacht, duidt niet op een lek.

8.1.8.7.5. Lektest voor daling van het vacuüm

Om deze test uit te voeren, moet op het volume van de vacuümzijde van het bemonsteringssysteem een vacuüm worden toegepast en moet een daling in het toegepaste vacuüm als lekkage worden beschouwd. Om deze test uit te voeren, moet het volume van de vacuümzijde van het bemonsteringssysteem tot op ± 10 % van haar werkelijke volume bekend zijn. Bij deze test moeten ook meetinstrumenten worden gebruikt die voldoen aan de specificaties van de punten 8.1 en 9.4.

▼B

De lektest voor daling van het vacuüm wordt als volgt uitgevoerd:

a) sluit het uiteinde van de sonde van het systeem zo dicht mogelijk bij de opening van de sonde op een van de volgende wijzen af:

   i) sluit het uiteinde van de monstersonde met een dop of stop af;

   ii) de overbrengingsleiding bij de sonde wordt losgekoppeld en met een dop of stop afgesloten;

   iii) sluit in de leiding tussen een sonde en een overbrengingsleiding een lekdichte klep;

b) stel alle vacuümpompen in werking. Er wordt een vacuüm getrokken dat representatief is voor normale bedrijfsomstandigheden. Bij monsterzakken wordt aanbevolen de normale afpompprocedure tweemaal te herhalen om ingevangen volumes zo veel mogelijk te beperken;

c) zet de bemonsteringspompen uit en sluit het systeem af. Meet en registreer de absolute druk van het ingevangen gas en facultatief de absolute temperatuur van het systeem. Laat het gas stabiliseren en wacht lang genoeg om een lek van 0,5 % een drukverandering van ten minste tienmaal de resolutie van de drukopnemer te laten veroorzaken. Registreer opnieuw de druk en facultatief de temperatuur;

d) bereken het lekdebiet op basis van een aangenomen waarde van nul voor afgepompte zakvolumes en op basis van bekende waarden voor het volume van het bemonsteringssysteem, de initiële en de einddruk, de facultatieve temperaturen en de verstreken tijd. Verifieer of het lekdebiet door daling van het vacuüm minder dan 0,5 % van het normale debiet van het systeem tijdens het gebruik bedraagt met vergelijking (6-22):

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

waarbij:

$q_{V\text{leak}}$ = lekdebiet door daling van het vacuüm, mol/s

$V_{\text{vac}}$ = geometrisch volume van de vacuümzijde van het bemonsteringssysteem, $m_3$

$R$ = molaire gasconstante, J/(mol · K)

$p_2$ = absolute druk aan vacuümzijde op tijdstip $t_2$, Pa

$T_2$ = absolute temperatuur aan vacuümzijde op tijdstip $t_2$, K

$p_1$ = absolute druk aan vacuümzijde op tijdstip $t_1$, Pa

$T_1$ = absolute temperatuur aan vacuümzijde op tijdstip $t_1$, K

$t_2$ = tijdstip aan het einde van de lektest voor daling van het vacuüm, s

$t_1$ = = tijdstip aan het begin van de lektest voor daling van het vacuüm, s

▼B

8.1.9. CO- en $CO_2$-metingen

8.1.9.1. $H_2O$-interferentieverificatie bij $CO_2$-NDIR-analysatoren

8.1.9.1.1. Reikwijdte en frequentie

Als $CO_2$ met een NDIR-analysator wordt gemeten, moet de hoeveelheid $H_2O$-interferentie na de eerste installatie van de analysator en na elke grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd.

▼M2

8.1.9.1.2. Meetprincipes

$H_2O$ kan met de respons van een NDIR-analysator op $CO_2$ interfereren. Als de NDIR-analysator gebruikmaakt van compensatiealgoritmen waarvoor metingen van andere gassen worden gebruikt om deze interferentie te verifiëren, moeten die metingen simultaan worden verricht om de compensatiealgoritmen tijdens de verificatie van de interferentie van de analysator te testen.

▼B

8.1.9.1.3. Systeemvereisten

Een $CO_2$-NDIR-analysator moet een $H_2O$-interferentie hebben die binnen (0,0 ± 0,4) mmol/mol (van de verwachte gemiddelde $CO_2$-concentratie) ligt.

8.1.9.1.4. Procedure

De interferentieverificatie wordt als volgt uitgevoerd:

a) de $CO_2$-NDIR-analysator wordt gestart, in werking gesteld, op nul gezet en geijkt zoals vóór een emissietest;

▼M2

b) creëer een bevochtigd testgas door nullucht die aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoet, in een gesloten vat door gedistilleerd water te laten borrelen. Als het monster niet door een droger gaat, regel dan de temperatuur van het vat om een $H_2O$-gehalte in het testgas te genereren dat ten minste even hoog is als het tijdens de tests verwachte maximumniveau. Als het monster tijdens de test door een droger gaat, regel dan de temperatuur van het vat om een $H_2O$-gehalte in het testgas te genereren dat ten minste even hoog is als het overeenkomstig punt 9.3.2.3.1.1 aan de uitlaat van de droger verwachte maximumniveau;

▼B

c) houd voorbij het vat de temperatuur van het bevochtigde testgas ten minste 5 K boven zijn dauwpunt;

d) voer het bevochtigde testgas in het bemonsteringssysteem. Het bevochtigde testgas mag voorbij de eventueel tijdens de tests gebruikte monsterdroger worden ingevoerd;

e) meet de watermolfractie ($x_{H2O}$) van het bevochtigde testgas zo dicht mogelijk bij de inlaat van de analysator. Zo moeten bijvoorbeeld het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) worden gemeten om $x_{H2O}$ te berekenen;

f) pas goede ingenieursinzichten toe om, vanaf het punt waar $x_{H2O}$ wordt gemeten tot aan de analysator, condensatie in de overbrengingsleidingen, fittingen of kleppen te voorkomen;

g) laat de analysator enige tijd met rust om de respons te laten stabiliseren. De stabilisatietijd moet tijd omvatten om de overbrengingsleiding te reinigen en rekening te houden met de analysatorrespons;

▼B

h) registreer, terwijl de analysator de concentratie van het monster meet, 30 s verzamelde gegevens. Bereken het rekenkundige gemiddelde van die gegevens. De analysator voldoet aan de interferentieverificatie als deze waarde maximaal (0,0 ± 0,4) mmol/mol bedraagt.

8.1.9.2. $H_2O$-en $CO_2$-interferentieverificatie bij CO-NDIR-analysatoren

8.1.9.2.1. Reikwijdte en frequentie

Als de CO met een NDIR-analysator wordt gemeten, moet de hoeveelheid $H_2O$- en $CO_2$-interferentie na de eerste installatie van de analysator en na elke grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd.

8.1.9.2.2. Meetprincipes

$H_2O$ en $CO_2$ kunnen positief interfereren met een NDIR-analysator door een soortgelijke respons als CO te veroorzaken. Als de NDIR-analysator gebruikmaakt van compensatiealgoritmen waarvoor metingen van andere gassen worden gebruikt om deze interferentie te verifiëren, moeten die metingen simultaan worden verricht om de compensatiealgoritmen tijdens de verificatie van de interferentie van de analysator te testen.

8.1.9.2.3. Systeemvereisten

Een CO-NDIR-analysator moet een gecombineerde $H_2O$- en $CO_2$-interferentie hebben die binnen ± 2 % van de verwachte gemiddelde CO-concentratie ligt.

8.1.9.2.4. Procedure

De interferentieverificatie wordt als volgt uitgevoerd:

a) de CO-NDIR-analysator wordt gestart, in werking gesteld, op nul gezet en geijkt zoals vóór een emissietest;

▼M2

b) creëer een bevochtigd $CO_2$-testgas door een $CO_2$-ijkgas in een gesloten vat door gedistilleerd water te laten borrelen. Als het monster niet door een droger gaat, wordt de temperatuur van het vat geregeld om een $H_2O$-gehalte in het testgas te genereren dat ten minste even hoog is als het tijdens de tests verwachte maximumniveau. Als het monster tijdens de test door een droger gaat, wordt de temperatuur van het vat geregeld om een $H_2O$-gehalte in het testgas te genereren dat ten minste even hoog is als het overeenkomstig punt 9.3.2.3.1.1 aan de uitlaat van de droger verwachte maximumniveau. Er moet een $CO_2$-ijkgasconcentratie worden gebruikt die ten minste even hoog is als de tijdens de tests verwachte maximumconcentratie;

▼B

c) voer het bevochtigde $CO_2$-testgas in het bemonsteringssysteem. Het bevochtigde $CO_2$-testgas mag voorbij de eventueel tijdens de tests gebruikte monsterdroger worden ingevoerd;

d) meet de watermolfractie ($x_{H2O}$) van het bevochtigde testgas zo dicht mogelijk bij de inlaat van de analysator. Zo moeten bijvoorbeeld het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) worden gemeten om $x_{H2O}$ te berekenen;

e) pas goede ingenieursinzichten toe om, vanaf het punt waar $x_{H2O}$ wordt gemeten tot aan de analysator, condensatie in de overbrengingsleidingen, fittingen of kleppen te voorkomen;

▼B

f) laat de analysator enige tijd met rust om de respons te laten stabiliseren;

g) registreer, terwijl de analysator de concentratie van het monster meet, de output ervan gedurende 30 s. Bereken het rekenkundige gemiddelde van die gegevens;

h) de analysator voldoet aan de interferentieverificatie als het resultaat van g) van dit punt voldoet aan de tolerantie in punt 8.1.9.2.3;

i) de interferentieprocedures voor $CO_2$ en $H_2O$ mogen ook afzonderlijk worden uitgevoerd. Als de toegepaste $CO_2$- en $H_2O$-niveaus hoger zijn dan de tijdens de tests verwachte maximumniveaus, wordt elke waargenomen interferentiewaarde evenredig verlaagd door deze te vermenigvuldigen met het quotiënt van de verwachte maximumconcentratie en de bij deze procedure gebruikte werkelijke concentratie. Bij de afzonderlijke interferentieprocedures mogen $H_2O$-concentraties worden gebruikt die lager zijn dan de tijdens de tests verwachte maximumniveaus (tot een $H_2O$-gehalte van 0,025 mol/mol), mits de waargenomen $H_2O$-interferentie evenredig wordt verhoogd door deze te vermenigvuldigen met het quotiënt van de verwachte maximale $H_2O$-concentratie en de bij deze procedure gebruikte werkelijke concentratie. De som van de twee aangepaste interferentiewaarden moet voldoen aan de tolerantie in punt 8.1.9.2.3.

8.1.10. Koolwaterstofmetingen

8.1.10.1. FID-optimalisering en -verificatie

8.1.10.1.1. Reikwijdte en frequentie

Bij alle FID-analysatoren moet de FID bij de eerste installatie worden gekalibreerd. De kalibratie wordt zo nodig op basis van goede ingenieursinzichten herhaald. Bij een FID die HC meet, worden de volgende stappen uitgevoerd:

a) de respons van een FID op verscheidene koolwaterstoffen moet bij de eerste installatie van de analysator en na een grote onderhoudsbeurt worden geoptimaliseerd. De FID-respons op propyleen en tolueen moet tussen 0,9 en 1,1 liggen in vergelijking met propaan;

b) de methaanresponsfactor ($CH_4$-responsfactor) van een FID moet bij de eerste installatie van de analysator en na een grote onderhoudsbeurt worden bepaald zoals beschreven in punt 8.1.10.1.4;

c) de methaanrespons ($CH_4$-respons) moet maximaal 185 dagen vóór de tests worden geverifieerd.

8.1.10.1.2. Kalibratie

Er moeten goede ingenieursinzichten worden toegepast om een kalibratieprocedure te ontwikkelen, zoals bv. op basis van de instructies van de fabrikant van de FID-analysator en de door hem aanbevolen frequentie om de FID te kalibreren. De FID wordt gekalibreerd met $C_3H_8$-kalibratiegassen die voldoen aan de specificaties van punt 9.5.1. Hij wordt gekalibreerd op basis van een koolstofgetal van één ($C_1$).

8.1.10.1.3. HC-FID-responsoptimalisering

Deze procedure geldt alleen voor FID-analysatoren die HC meten.

▼B

a) Pas voor de eerste inwerkingstelling van het instrument en de basisinstelling ervan met FID-brandstof en nullucht de voorschriften van de fabrikant van het instrument en goede ingenieursinzichten toe. Verwarmde FID's moeten zich binnen hun voorgeschreven bedrijfstemperatuurbereik bevinden. De FID-respons moet worden geoptimaliseerd om te voldoen aan de eis inzake de koolwaterstofresponsfactoren en de zuurstofinterferentiecontrole overeenkomstig punt 8.1.10.1.1, onder a), en punt 8.1.10.2 bij het meest gebruikelijke analysatorbereik dat tijdens de emissietests wordt verwacht. Volgens de aanbeveling van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten mag een hoger analysatorbereik worden gebruikt om de FID nauwkeurig te optimaliseren als het gebruikelijke analysatorbereik lager is dan het door de fabrikant van het instrument voor de optimalisering gespecificeerde minimumbereik.

b) Verwarmde FID's moeten zich binnen hun voorgeschreven bedrijfstemperatuurbereik bevinden. De FID-respons moet worden geoptimaliseerd bij het meest gebruikelijke analysatorbereik dat tijdens de emissietests wordt verwacht. ►M2 Bij het volgens de aanbevelingen van de fabrikant ingestelde FID-brandstof- en luchtdebiet moet een ijkgas in de analysator worden gevoerd; ◄

c) Voor de optimalisering worden de volgende stappen i) tot en met iv) uitgevoerd of wordt de door de fabrikant van het instrument gespecificeerde procedure gevolgd. Facultatief mogen voor de optimalisering de in SAE-document nr. 770141 beschreven procedures worden toegepast:

▼M2

i) bepaal de respons bij een bepaalde FID-brandstofstroom aan de hand van het verschil tussen de ijkgas- en de nulgasrespons;

▼B

ii) stel de brandstofstroom stapsgewijs bij onder en boven de specificatie van de fabrikant. ►M2 Registreer de ijkgas- en nulgasrespons bij die FID-brandstofstromen; ◄

iii) zet het verschil tussen de ijkgas- en nulgasrespons uit en stel de brandstofstroom bij naar de rijke kant van de curve. Dit is de begininstelling voor het debiet, waarvoor wellicht verdere optimalisering nodig is afhankelijk van de resultaten van de koolwaterstofresponsfactoren en de zuurstofinterferentiecontrole overeenkomstig punt 8.1.10.1.1, onder a), en punt 8.1.10.2;

iv) stel, indien de zuurstofinterferentie of de koolwaterstofresponsfactoren niet aan de volgende specificaties voldoen, de luchtstroom stapsgewijs bijgesteld onder en boven de specificaties van de fabrikant, waarbij voor elke stroom punt 8.1.10.1.1, onder a), en punt 8.1.10.2 worden herhaald.

d) De optimale debieten en/of drukken voor de FID-brandstof en de branderlucht worden bepaald en zij worden bemonsterd en voor toekomstige referentie geregistreerd.

8.1.10.1.4. Bepaling van de $CH_4$-responsfactor bij een HC-FID

Aangezien FID-analysatoren meestal een andere respons hebben op $CH_4$ dan op $C_3H_8$, moet na optimalisering van de FID de $CH_4$-responsfactor van elke HC-FID-analysator ($RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$) worden bepaald. De meest recente, overeenkomstig dit onderdeel gemeten

▼B

$RF_{CH4[THC-FID]}$ wordt in de berekeningen voor het bepalen van HC, zoals beschreven in onderdeel 2 van bijlage VII (berekeningen op massabasis) of onderdeel 3 van bijlage VII (berekeningen op molaire basis), gebruikt om voor de $CH_4$-respons te corrigeren. $RF_{CH4[THC-FID]}$ wordt als volgt bepaald:

a) kies een $C_3H_8$-ijkgasconcentratie om de analysator vóór de emissietests te ijken. Er mogen alleen ijkgassen worden gekozen die voldoen aan de specificaties van punt 9.5.1, en de $C_3H_8$-concentratie van het gas moet worden geregistreerd;

b) kies een $CH_4$-ijkgas dat voldoet aan de specificaties van punt 9.5.1 en registreer de $CH_4$-concentratie van het gas;

c) bedien de FID-analysator volgens de instructies van de fabrikant;

d) er moet worden bevestigd dat de FID-analysator met $C_3H_8$ is gekalibreerd. De kalibratie moet worden uitgevoerd op basis van een koolstofgetal van één ($C_1$);

e) zet de FID op nul met een nulgas dat bij de emissietests wordt gebruikt;

f) ijk de FID met het gekozen $C_3H_8$-ijkgas;

g) voer het onder b) gekozen $CH_4$-ijkgas bij de monsterpoort van de FID-analysator in;

h) laat de analysatorrespons stabiliseren. De stabilisatietijd mag tijd omvatten om de analysator te reinigen en rekening te houden met de respons ervan;

i) registreer, terwijl de analysator de $CH_4$-concentratie meet, 30 s verzamelde gegevens en bereken het rekenkundige gemiddelde van deze waarden;

j) deel de gemiddelde gemeten concentratie door de geregistreerde ijkconcentratie van het $CH_4$-kalibratiegas. Het resultaat is de responsfactor van de FID-analysator voor $CH_4$ ($RF_{CH4[THC-FID]}$).

8.1.10.1.5. Verificatie van de methaanrespons ($CH_4$-respons) van een HC-FID

Als de overeenkomstig punt 8.1.10.1.4 verkregen waarde van $RF_{CH4[THC-FID]}$ niet meer dan ± 5,0 % van zijn recentste eerder bepaalde waarde afwijkt, doorstaat de HC-FID de methaanresponsverificatie.

a) Eerst moet worden geverifieerd of de druk en/of het debiet van de brandstof-, branderlucht- en monsterstroom van de FID niet meer dan ± 0,5 % afwijken van hun recentste eerder geregistreerde waarden zoals beschreven in punt 8.1.10.1.3. Als deze debieten moeten worden bijgesteld, wordt een nieuwe $RF_{CH4[THC-FID]}$ bepaald zoals beschreven in punt 8.1.10.1.4. Geverifieerd wordt of de bepaalde waarde van $RF_{CH4[THC-FID]}$ binnen de in punt 8.1.10.1.5 gespecificeerde tolerantie ligt.

b) Als $RF_{CH4[THC-FID]}$ niet binnen de in punt 8.1.10.1.5 gespecificeerde tolerantie ligt, wordt de FID-respons opnieuw geoptimaliseerd zoals beschreven in punt 8.1.10.1.3.

▼B

c) Er wordt een nieuwe $RF_{CH4[THC-FID]}$ bepaald zoals beschreven in punt 8.1.10.1.4. Deze nieuwe waarde van $RF_{CH4[THC-FID]}$ wordt in de berekeningen voor het bepalen van HC, zoals beschreven in onderdeel 2 van bijlage VII (berekeningen op massabasis) of onderdeel 3 van bijlage VII (berekeningen op molaire basis), gebruikt.

8.1.10.2. Verificatie van de $O_2$-interferentie bij een FID voor niet-stoichiometrisch ruw uitlaatgas

8.1.10.2.1. Reikwijdte en frequentie

Als FID-analysatoren worden gebruikt om ruw uitlaatgas te meten, moet de hoeveelheid $O_2$-interferentie van de FID bij de eerste installatie en na een grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd.

8.1.10.2.2. Meetprincipes

Veranderingen in de $O_2$-concentratie van het ruwe uitlaatgas kunnen de FID-respons beïnvloeden door de FID-vlamtemperatuur te wijzigen. De brandstof-, branderlucht- en monsterstroom van de FID moeten worden geoptimaliseerd om aan deze verificatie te voldoen. De prestaties van de FID moeten worden geverifieerd met de compensatiealgoritmen voor $O_2$-interferenties van de FID die tijdens een emissietest actief zijn.

8.1.10.2.3. Systeemvereisten

Elke tijdens de tests gebruikte FID-analysator moet voldoen aan de verificatie van de $O_2$-interferentie volgens de procedure van dit onderdeel.

8.1.10.2.4. Procedure

De $O_2$-interferentie van de FID wordt als volgt bepaald, rekening houdend met het feit dat een of meer gasverdelers mogen worden gebruikt om de voor het uitvoeren van deze verificatie vereiste referentiegasconcentraties te creëren:

a) kies drie ijkreferentiegassen die voldoen aan de specificaties in punt 9.5.1 en een concentratie $C_3H_8$ bevatten om de analysatoren vóór de emissietests te ijken. ►**M2** ——————— ◄ De drie balansgasconcentraties moeten zo worden gekozen dat de $O_2$- en $N_2$-concentraties de tijdens de tests verwachte minimale, maximale en intermediaire $O_2$-concentraties vertegenwoordigen. De eis tot het gebruik van de gemiddelde $O_2$-concentratie kan worden weggelaten als de FID wordt gekalibreerd met ijkgas dat met de gemiddelde verwachte zuurstofconcentratie in evenwicht is gebracht;

b) er moet worden bevestigd dat de FID-analysator aan alle specificaties van punt 8.1.10.1 voldoet;

c) start en bedien de FID-analysator zoals vóór een emissietest. Ongeacht de luchtbron van de FID-brander tijdens de tests moet voor deze verificatie nullucht als luchtbron worden gebruikt;

d) zet de analysator op nul;

e) ijk de analysator met een ijkgas dat tijdens de emissietests wordt gebruikt;

▼B

f) controleer de nulrespons met het nulgas dat tijdens de emissietests wordt gebruikt. Er moet worden overgegaan naar de volgende stap als de gemiddelde nulrespons van 30 s verzamelde gegevens niet meer dan ± 0,5 % afwijkt van de ijkreferentiewaarde die onder e) is gebruikt, zo niet wordt de procedure opnieuw gestart bij d);

g) controleer de analysatorrespons met het ijkgas dat de tijdens de tests verwachte kleinste $O_2$-concentratie heeft. Registreer de gemiddelde respons van 30 s gestabiliseerde monstergegevens als $x_{O2minHC}$;

h) controleer de nulrespons van de FID-analysator met het nulgas dat tijdens de emissietests wordt gebruikt. De volgende stap wordt gezet als de gemiddelde nulrespons van 30 s gestabiliseerde monstergegevens niet meer dan ± 0,5 % afwijkt van de ijkreferentiewaarde die onder e) is gebruikt, zo niet wordt de procedure opnieuw gestart bij d);

i) controleer de analysatorrespons met het ijkgas dat de tijdens de tests verwachte gemiddelde $O_2$-concentratie heeft. Registreer de gemiddelde respons van 30 s gestabiliseerde monstergegevens als $x_{O2avgHC}$;

j) controleer de nulrespons van de FID-analysator met het nulgas dat tijdens de emissietests wordt gebruikt. De volgende stap wordt gezet als de gemiddelde nulrespons van 30 s gestabiliseerde monstergegevens niet meer dan ± 0,5 % afwijkt van de ijkreferentiewaarde die onder e) is gebruikt, zo niet wordt de procedure opnieuw gestart bij d);

k) controleer de analysatorrespons met het ijkgas dat de tijdens de tests verwachte hoogste $O_2$-concentratie heeft. Registreer de gemiddelde respons van 30 s gestabiliseerde monstergegevens als $x_{O2maxHC}$;

l) controleer de nulrespons van de FID-analysator met het nulgas dat tijdens de emissietests wordt gebruikt. De volgende stap wordt gezet als de gemiddelde nulrespons van 30 s gestabiliseerde monstergegevens niet meer dan ± 0,5 % afwijkt van de ijkreferentiewaarde die onder e) is gebruikt, zo niet wordt de procedure opnieuw gestart bij d);

m) bereken het procentuele verschil tussen $x_{O2maxHC}$ en de referentiegasconcentratie ervan. Bereken het procentuele verschil tussen $x_{O2avgHC}$ en de referentiegasconcentratie ervan. Bereken het procentuele verschil tussen $x_{O2minHC}$ en de referentiegasconcentratie ervan. Bepaal het grootste procentuele verschil van de drie. Dit is de $O_2$-interferentie;

n) als de $O_2$-interferentie binnen ± 3 % ligt, voldoet de FID aan de $O_2$-interferentieverificatie; zo niet worden een of meer van de volgende maatregelen genomen om de tekortkoming te corrigeren:

▼B

i) herhaal de verificatie om na te gaan of er tijdens de procedure een fout is gemaakt;

ii) kies voor de emissietests nul- en ijkgassen met een hogere of lagere $O_2$-concentratie en herhaal de verificatie;

iii) stel het branderlucht-, brandstof- en monsterdebiet van de FID bij. Er zij op gewezen dat, als deze debieten op een THC-FID worden bijgesteld om aan de $O_2$-interferentieverificatie te voldoen, de $RF_{CH4}$ bij de volgende $RF_{CH4}$-verificatie moet worden gereset. Herhaal na de bijstelling de $O_2$-interferentieverificatie en bepaal $RF_{CH4}$;

iv) repareer of vervang de FID en herhaal de $O_2$-interferentieverificatie.

8.1.10.3. Penetratiefracties van de niet-methaancutter (gereserveerd)

8.1.11. $NO_x$-metingen

8.1.11.1. Verificatie van $CO_2$- en $H_2O$-quench bij een CLD-analysator

8.1.11.1.1. Reikwijdte en frequentie

Als een CLD-analysator wordt gebruikt om $NO_x$ te meten, moet de hoeveelheid $H_2O$- en $CO_2$-quench na de eerste installatie van de CLD-analysator en na elke grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd.

8.1.11.1.2. Meetprincipes

$H_2O$ en $CO_2$ kunnen negatief interfereren met de $NO_x$-respons van een CLD via demping door botsing (quenching), wat de chemiluminescentie die een CLD gebruikt om $NO_x$ te detecteren, hindert. Met deze procedure en de berekeningen in punt 8.1.11.2.3 wordt de quench bepaald en worden de quenchresultaten evenredig verhoogd voor de grootste molfractie van $H_2O$ en de hoogste $CO_2$-concentratie die tijdens de emissietests worden verwacht. Als de CLD-analysator gebruikmaakt van compensatiealgoritmen voor quenching waarvoor meetinstrumenten voor $H_2O$ en/of $CO_2$ worden gebruikt, wordt de quench beoordeeld terwijl deze instrumenten zijn ingeschakeld en de compensatiealgoritmen worden toegepast.

8.1.11.1.3. Systeemvereisten

Voor de meting van verdund uitlaatgas mag de gecombineerde $H_2O$- en $CO_2$-quench van een CLD-analysator niet hoger zijn dan ± 2 %. Voor de meting van ruw uitlaatgas mag de gecombineerde $H_2O$- en $CO_2$-quench van een CLD-analysator niet hoger zijn dan ± 2,5 %. De gecombineerde quench is de som van de overeenkomstig punt 8.1.11.1.4 bepaalde $CO_2$-quench en de overeenkomstig punt 8.1.11.1.5 bepaalde $H_2O$-quench. Als niet aan deze vereisten wordt voldaan, wordt een corrigerende maatregel genomen door de analysator te repareren of te vervangen. Voordat de emissietests worden uitgevoerd, wordt nagegaan of de analysator dankzij de corrigerende maatregel weer naar behoren functioneert.

8.1.11.1.4. Procedure voor de verificatie van de $CO_2$-quench

De volgende methode of de door de fabrikant van het instrument voorgeschreven methode mag worden toegepast om de $CO_2$-quench te bepalen met behulp van een gasverdeler die binaire ijkgassen met

▼B

nulgas als verdunningsmiddel mengt en voldoet aan de specificaties in punt 9.4.5.6, of goede ingenieursinzichten moeten worden toegepast om een ander protocol te ontwikkelen:

a) maak de nodige verbindingen van roestvrijstalen of PTFE-leidingen;

b) configureer de gasverdeler zo dat nagenoeg gelijke hoeveelheden van de ijk- en verdunningsgassen met elkaar worden gemengd;

c) gebruik de CLD-analysator in de bedrijfsmodus waarin hij alleen NO detecteert in plaats van de totale $NO_x$ indien de analysator een dergelijke bedrijfsmodus heeft;

d) gebruik een $CO_2$-ijkgas dat aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoet en een concentratie van ongeveer tweemaal de tijdens de emissietests verwachte hoogste $CO_2$-concentratie heeft;

e) gebruik een NO-ijkgas dat aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoet en een concentratie van ongeveer tweemaal de tijdens de emissietests verwachte hoogste NO-concentratie heeft. Volgens de aanbeveling van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten mag een hogere concentratie worden toegepast om een nauwkeurige verificatie te verkrijgen als de verwachte NO-concentratie lager is dan het door de fabrikant van het instrument voor de verificatie gespecificeerde minimumbereik;

f) zet de CLD-analysator op nul en ijk de analysator. Gebruik voor het ijken van de CLD-analysator via de gasverdeler het NO-ijkgas van punt e). Sluit het NO-ijkgas op de ijkpoort van de gasverdeler aan; sluit een nulgas op de verdunningsmiddelpoort van de gasverdeler aan; pas dezelfde nominale mengverhouding toe als onder b); en gebruik de NO-outputconcentratie van de gasverdeler om de CLD-analysator te ijken. Pas zo nodig correcties van de gaseigenschappen toe om een nauwkeurige gasverdeling te waarborgen;

g) sluit het $CO_2$-ijkgas op de ijkpoort van de gasverdeler aan;

h) sluit het NO-ijkgas op de verdunningsmiddelpoort van de gasverdeler aan;

i) stabiliseer de output van de gasverdeler terwijl NO en $CO_2$ door de gasverdeler stromen. Bepaal de $CO_2$-concentratie van de gasverdeleroutput en corrigeer daarbij zo nodig de gaseigenschappen om een nauwkeurige gasverdeling te waarborgen. Registreer deze concentratie ($x_{CO2act}$) en gebruik haar bij de berekeningen voor de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.2.3. In plaats van een gasverdeler mag ook een andere eenvoudige gasmengvoorziening worden gebruikt. Gebruik in dat geval een analysator om de $CO_2$-concentratie te bepalen. Als een NDIR in combinatie met een eenvoudige gasmengvoorziening wordt gebruikt, moet hij voldoen aan de voorschriften van dit onderdeel en met het $CO_2$-ijkgas van punt d) worden geijkt. Controleer van tevoren de lineariteit van de NDIR-analysator over het volledige bereik tot tweemaal de tijdens de tests verwachte hoogste $CO_2$-concentratie;

▼B

j) de NO-concentratie moet voorbij de gasverdeler met de CLD-analysator worden gemeten. Laat de analysator enige tijd met rust om de respons te laten stabiliseren. De tijd die nodig is om de verbindingsbuis te reinigen en rekening te houden met de analysatorrespons, mag bij de stabilisatietijd worden gerekend. Registreer, terwijl de analysator de concentratie van het monster meet, de output van de analysator gedurende 30 seconden. Bereken met deze gegevens de rekenkundig gemiddelde concentratie ($x_{NOmeas}$). Registreer de waarde van $x_{NOmeas}$ en gebruik haar in de berekeningen voor de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.2.3;

k) bereken de werkelijke NO-concentratie bij de gasverdeleruitlaat ($x_{NOact}$) op basis van de ijkgasconcentraties en $x_{CO2act}$ met vergelijking (6-24). Gebruik de berekende waarde in de berekeningen voor de quenchverificatie met vergelijking (6-23);

l) gebruik de overeenkomstig de punten 8.1.11.1.4 en 8.1.11.1.5 geregistreerde waarden voor de berekening van de quench overeenkomstig punt 8.1.11.2.3.

8.1.11.1.5. Procedure voor de verificatie van de $H_2O$-quench

De volgende methode of de door de fabrikant van het instrument voorgeschreven methode mag worden toegepast om de $H_2O$-quench te bepalen of goede ingenieursinzichten moeten worden toegepast om een ander protocol te ontwikkelen:

a) maak de nodige verbindingen van roestvrijstalen of PTFE-leidingen;

b) gebruik de CLD-analysator in de bedrijfsmodus waarin hij alleen NO detecteert in plaats van de totale $NO_x$ indien de analysator een dergelijke bedrijfsmodus heeft;

c) gebruik een NO-ijkgas dat aan de specificaties van punt 9.5.1 voldoet en ongeveer de tijdens de emissietests verwachte hoogste concentratie heeft. Volgens de aanbeveling van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten mag een hogere concentratie worden toegepast om een nauwkeurige verificatie te verkrijgen als de verwachte NO-concentratie lager is dan het door de fabrikant van het instrument voor de verificatie gespecificeerde minimumbereik;

d) zet de CLD-analysator op nul en ijk de analysator. Gebruik voor het ijken van de CLD-analysator het NO-ijkgas van punt c) en registreer de ijkgasconcentratie als $x_{NOdry}$; gebruik deze waarde in de berekeningen voor de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.2.3;

▼M2

e) bevochtig het NO-ijkgas door het in een gesloten vat door gedistilleerd water te laten borrelen. Als het monster van bevochtigd NO-ijkgas bij deze verificatietest niet door een monsterdroger gaat, moet de temperatuur van het vat worden geregeld om een $H_2O$-gehalte in het ijkgas te genereren dat ongeveer gelijk is aan de tijdens de emissietests verwachte grootste molfractie van $H_2O$. Als het monster van bevochtigd NO-ijkgas niet door een monsterdroger gaat, wordt de gemeten $H_2O$-quench in de berekeningen voor de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.2.3 evenredig aangepast voor de grootste tijdens

▼M2

de emissietests verwachte molfractie van $H_2O$. Als het monster van bevochtigd NO-ijkgas bij deze verificatietest door een droger gaat, wordt de temperatuur van het vat geregeld om een $H_2O$-gehalte in het ijkgas te genereren dat ten minste even hoog is als het overeenkomstig punt 9.3.2.3.1.1 aan de uitlaat van de droger verwachte maximumniveau. In dit geval wordt de gemeten $H_2O$-quench in de berekeningen voor de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.2.3 niet evenredig aangepast;

▼B

f) voer het bevochtigde NO-testgas in het bemonsteringssysteem. Het mag worden ingevoerd vóór of voorbij een monsterdroger die tijdens de emissietests wordt gebruikt. Al naargelang het punt waarop het wordt ingevoerd, wordt de desbetreffende berekeningsmethode onder e) gekozen. ►M2 Opgemerkt zij dat de monsterdroger aan de verificatie van punt 8.1.12 moet voldoen; ◄

g) meet de molfractie van $H_2O$ in het bevochtigde NO-ijkgas. Als een monsterdroger wordt gebruikt, moet de molfractie van $H_2O$ in het bevochtigde NO-ijkgas ($x_{H2Omeas}$) voorbij de monsterdroger worden gemeten. Aanbevolen wordt de meting van $x_{H2Omeas}$ zo dicht mogelijk bij de inlaat van de CLD-analysator te verrichten. $x_{H2Omeas}$ mag aan de hand van de meting van het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) worden berekend;

h) pas goede ingenieursinzichten toe om, vanaf het punt waar $x_{H2Omeas}$ wordt gemeten tot aan de analysator, condensatie in de overbrengingsleidingen, fittingen of kleppen te voorkomen. Aanbevolen wordt het systeem zo te ontwerpen dat de wandtemperaturen in de overbrengingsleidingen, fittingen en kleppen vanaf het punt waar $x_{H2Omeas}$ wordt gemeten tot aan de analysator, ten minste 5 K boven het lokale dauwpunt van het monstergas liggen;

i) meet de concentratie van het bevochtigde NO-ijkgas met de CLD-analysator. Laat de analysator enige tijd met rust om de respons te laten stabiliseren. De tijd die nodig is om de verbindingsbuis te reinigen en rekening te houden met de analysatorrespons, mag bij de stabilisatietijd worden gerekend. Registreer, terwijl de analysator de concentratie van het monster meet, de output van de analysator gedurende 30 seconden. Bereken het rekenkundige gemiddelde van deze gegevens ($x_{NOwet}$). Registreer de waarde van $x_{NOwet}$ en gebruik haar in de berekeningen voor de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.2.3.

8.1.11.2. Berekeningen voor de verificatie van de CLD-quench

De berekeningen voor de verificatie van de CLD-quench worden uitgevoerd zoals beschreven in dit punt.

8.1.11.2.1. Tijdens de tests verwachte hoeveelheid water

Maak een schatting van de grootste, tijdens de emissietests verwachte molfractie van water ($x_{H2Oexp}$). Deze schatting moet worden gemaakt voor de plaats waar het bevochtigde NO-ijkgas overeenkomstig punt 8.1.11.1.5, onder f), wordt ingevoerd. Bij het schatten van de grootste verwachte molfractie van water wordt de grootste verwachte hoeveelheid water in de verbrandingslucht, de brandstofverbrandingsproducten en de verdunningslucht (in voorkomend geval) in aanmerking genomen. Als tijdens de verificatietest het bevochtigde NO-ijkgas vóór een monsterdroger in het bemonsteringssysteem wordt gevoerd, hoeft de grootste verwachte molfractie van water niet te worden geschat en wordt $x_{H2Oexp}$ gelijkgesteld aan $x_{H2Omeas}$.

▼B

8.1.11.2.2. Tijdens de tests verwachte hoeveelheid $CO_2$

Maak een schatting van de grootste, tijdens de emissietests verwachte $CO_2$-concentratie ($x_{CO2exp}$ ). Deze schatting moet worden gemaakt voor de plaats waar de gemengde NO- en $CO_2$-ijkgassen overeenkomstig punt 8.1.11.1.4, onder j), in het bemonsteringssysteem worden gevoerd. Bij het schatten van de grootste verwachte $CO_2$-concentratie wordt de grootste verwachte hoeveelheid $CO_2$ in de brandstofverbrandingsproducten en de verdunningslucht in aanmerking genomen.

8.1.11.2.3. Berekeningen voor gecombineerde $H_2O$- en $CO_2$-quench

De gecombineerde $H_2O$- en $CO_2$-quench wordt berekend met vergelijking (6-23):

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

waarbij:

quench = hoeveelheid CLD-quench

$x_{NOdry}$ = gemeten NO-concentratie vóór een bubbler overeenkomstig punt 8.1.11.1.5, onder d)

$x_{NOwet}$ = gemeten NO-concentratie voorbij een bubbler overeenkomstig punt 8.1.11.1.5, onder i)

$x_{H2Oexp}$ = grootste, tijdens de emissietests verwachte molfractie van water overeenkomstig punt 8.1.11.2.1

$x_{H2Omeas}$ = gemeten molfractie van water tijdens de quenchverificatie overeenkomstig punt 8.1.11.1.5, onder g)

$x_{NOmeas}$ = gemeten NO-concentratie wanneer NO-ijkgas met $CO_2$-ijkgas wordt gemengd overeenkomstig punt 8.1.11.1.4, onder j)

$x_{NOact}$ = werkelijke NO-concentratie wanneer NO-ijkgas met $CO_2$-ijkgas wordt gemengd overeenkomstig punt 8.1.11.1.4, onder k), en berekend met vergelijking (6-24)

$x_{CO2exp}$ = grootste, tijdens de emissietests verwachte $CO_2$-concentratie overeenkomstig punt 8.1.11.2.2

$x_{CO2act}$ = werkelijke $CO_2$-concentratie wanneer NO-ijkgas met $CO_2$-ijkgas wordt gemengd overeenkomstig punt 8.1.11.1.4, onder i)

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

waarbij:

$x_{NOspan}$ = concentratie van het in de gasverdeler gevoerde NO-ijkgas overeenkomstig punt 8.1.11.1.4, onder e)

$x_{CO2span}$ = concentratie van het in de gasverdeler gevoerde $CO_2$-ijkgas overeenkomstig punt 8.1.11.1.4, onder d)

▼B

8.1.11.3. Verificatie van de HC- en $H_2O$-interferentie bij een NDUV-analysator

8.1.11.3.1. Reikwijdte en frequentie

Als $NO_x$ met een NDUV-analysator wordt gemeten, moet de hoeveelheid $H_2O$- en koolwaterstofinterferentie na de eerste installatie van de analysator en na elke grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd.

8.1.11.3.2. Meetprincipes

Koolwaterstoffen en $H_2O$ kunnen positief interfereren met een NDUV-analysator door een soortgelijke respons als $NO_x$ te veroorzaken. Als de NDUV-analysator gebruikmaakt van compensatiealgoritmen waarvoor metingen van andere gassen worden gebruikt om deze interferentie te verifiëren, moeten die metingen simultaan worden verricht om de algoritmen tijdens de verificatie van de interferentie van de analysator te testen.

8.1.11.3.3. Systeemvereisten

Een $NO_x$-NDUV-analysator moet een gecombineerde $H_2O$- en HC-interferentie hebben die binnen ± 2 % van de gemiddelde $NO_x$-concentratie ligt.

8.1.11.3.4. Procedure

De interferentieverificatie wordt als volgt uitgevoerd:

a) de $NO_x$-NDUV-analysator wordt volgens de instructies van de fabrikant gestart, bediend, op nul gezet en geijkt;

b) aanbevolen wordt voor deze verificatie uitlaatgas aan de motor te onttrekken. Om het $NO_x$ in het uitlaatgas te kwantificeren, wordt gebruikgemaakt van een CLD die voldoet aan de specificaties van punt 9.4. De CLD-respons wordt als referentiewaarde gebruikt. Ook het HC wordt in het uitlaatgas gemeten met een FID-analysator die voldoet aan de specificaties van punt 9.4. De FID-respons wordt als referentiewaarde voor koolwaterstof gebruikt;

c) als tijdens de tests een monsterdroger wordt gebruikt, wordt het motoruitlaatgas vóór die droger in de NDUV-analysator geleid;

d) laat de analysator enige tijd met rust om de respons te laten stabiliseren. De tijd die nodig is om de verbindingsbuis te reinigen en rekening te houden met de analysatorrespons, mag bij de stabilisatietijd worden gerekend;

e) registreer, terwijl alle analysatoren de concentratie van het monster meten, 30 s verzamelde gegevens en bereken het rekenkundige gemiddelde voor de drie analysatoren;

f) trek de gemiddelde waarde van de CLD af van de gemiddelde waarde van de NDUV;

g) ►M2 vermenigvuldig dit verschil met het quotiënt van de verwachte gemiddelde HC-concentratie en de tijdens de verificatie gemeten HC-concentratie. De analysator voldoet aan de interferentieverificatie van dit punt als het resultaat binnen ± 2 % van de bij de emissiegrenswaarde verwachte $NO_x$-concentratie ligt, zoals beschreven in vergelijking (6-25): ◄

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

▼B

waarbij:

$\bar{x}_{NOx,CLD,meas}$ = door de CLD gemeten gemiddelde concentratie van $NO_x$ [µmol/mol] of [ppm]

$\bar{x}_{NOx,NDUV,meas}$ = door de NDUV gemeten gemiddelde concentratie van $NO_x$ [µmol/mol] of [ppm]

$\bar{x}_{HC,meas}$ = gemeten gemiddelde concentratie van HC [µmol/mol] of [ppm]

$\bar{x}_{HC,exp}$ = bij de standaard verwachte gemiddelde concentratie van HC [µmol/mol] of [ppm]

$\bar{x}_{NOx,exp}$ = = bij de standaard verwachte gemiddelde concentratie van $NO_x$ [µmol/mol] of [ppm]

8.1.11.4 $NO_2$-opname door monsterdroger

8.1.11.4.1. Reikwijdte en frequentie

Als een monsterdroger wordt gebruikt om een monster vóór een $NO_x$-meetinstrument te drogen, maar geen $NO_2$/NO-omzetter vóór de monsterdroger wordt gebruikt, wordt deze verificatie verricht voor de $NO_2$-opname door de monsterdroger. Deze verificatie wordt na de eerste installatie en na elke grote onderhoudsbeurt uitgevoerd.

8.1.11.4.2. Meetprincipes

Met een monsterdroger wordt water verwijderd dat de $NO_x$-meting kan beïnvloeden. Vloeibaar water dat in een verkeerd ontworpen ►**M2** monsterdroger ◄ achterblijft, kan echter $NO_2$ uit het monster verwijderen. Als een monsterdroger wordt gebruikt zonder dat daarvoor een $NO_2$/NO-omzetter is geplaatst, zou de monsterdroger dus vóór de $NO_x$-meting $NO_2$ uit het monster kunnen verwijderen.

8.1.11.4.3. Systeemvereisten

De monsterdroger moet zodanig zijn ontworpen dat bij de verwachte maximumconcentratie van $NO_2$ ten minste 95 % van de totale $NO_2$ kan worden gemeten.

8.1.11.4.4. Procedure

Om de prestaties van de monsterdroger te verifiëren, wordt de volgende procedure toegepast:

a) instellen van het instrument: volg de start- en bedieningsinstructies van de fabrikant van de analysator en de monsterdroger. Stel de analysator en de monsterdroger zo nodig bij om de prestaties te optimaliseren;

b) instellen van de apparatuur en verzamelen van gegevens:

i) de gasanalysator(en) voor de totale $NO_x$ wordt/worden op nul gezet en geijkt zoals vóór emissietests;

ii) kies het $NO_2$-kalibratiegas (balansgas van droge lucht) dat ongeveer de tijdens de tests verwachte hoogste $NO_2$-concentratie heeft. Volgens de aanbeveling van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten mag een hogere concentratie worden toegepast om een nauwkeurige verificatie te verkrijgen als de verwachte $NO_2$-concentratie lager is dan het door de fabrikant van het instrument voor de verificatie gespecificeerde minimumbereik;

▼B

iii) voer dit kalibratiegas bij de sonde of overflowfitting van het gasbemonsteringssysteem af. Laat het gas enige tijd met rust voor de stabilisatie van de totale $NO_x$-respons, waarbij alleen rekening wordt gehouden met vertragingen in de overbrenging en de respons van het instrument;

iv) bereken het gemiddelde van 30 s geregistreerde totale $NO_x$-gegevens en registreer deze waarde als $x_{NOxref}$;

v) zet de $NO_2$-kalibratiegasstroom stop;

vi) verzadig vervolgens het bemonsteringssysteem door de output van een dauwpuntgenerator die op een dauwpunt van 323 K (50 °C) is ingesteld, naar de sonde of overflowfitting van het bemonsteringssysteem af te voeren. De output van de dauwpuntgenerator wordt ten minste 10 minuten lang via het bemonsteringssysteem en de monsterdroger bemonsterd totdat de monsterdroger naar verwachting een constante hoeveelheid water verwijdert;

vii) zet het systeem onmiddellijk terug om het $NO_2$-kalibratiegas dat is gebruikt om $x_{NOxref}$ te bepalen, weer af te voeren. Laat het gas enige tijd met rust voor de stabilisatie van de totale $NO_x$-respons, waarbij alleen rekening wordt gehouden met vertragingen in de overbrenging en de respons van het instrument. Bereken het gemiddelde van 30 s geregistreerde totale $NO_x$-gegevens en registreer deze waarde moet als $x_{NOxmeas}$;

viii) corrigeer de waarde van $x_{NOxmeas}$ naar $x_{NOxdry}$ op basis van de resterende waterdamp die bij de uitlaattemperatuur en –druk van de monsterdroger door de monsterdroger is gegaan;

c) evaluatie van de prestaties: als $x_{NOxdry}$ minder dan 95 % van $x_{NOxref}$ bedraagt, wordt de monsterdroger gerepareerd of vervangen.

8.1.11.5. Verificatie van de conversie door de $NO_2$/NO-omzetter

8.1.11.5.1. Reikwijdte en frequentie

Als een analysator wordt gebruikt die alleen NO meet om $NO_x$ te bepalen, moet vóór die analysator een $NO_2$/NO-omzetter worden gebruikt. Deze verificatie moet na de installatie van de omzetter, na elke grote onderhoudsbeurt en maximaal 35 dagen vóór een emissietest plaatsvinden. De verificatie moet met deze frequentie worden herhaald om na te gaan of de katalytische werking van de $NO_2$/NO-omzetter niet is verslechterd.

8.1.11.5.2. Meetprincipes

Een $NO_2$/NO-omzetter zet het $NO_2$ in het uitlaatgas om in NO, waardoor de totale $NO_x$ kan worden bepaald met een analysator die alleen NO meet.

8.1.11.5.3. Systeemvereisten

De $NO_2$/NO-omzetter moet zodanig zijn ontworpen dat bij de verwachte maximumconcentratie van $NO_2$ ten minste 95 % van de totale $NO_2$ kan worden gemeten.

8.1.11.5.4 Procedure

Om de prestaties van een $NO_2$/NO-omzetter te verifiëren, wordt de volgende procedure toegepast:

▼B

a) volg voor de instelling van de analysator en de $NO_2$/NO-omzetter de start- en bedieningsinstructies van de fabrikanten van die instrumenten. Stel de analysator en de omzetter zo nodig bij om de prestaties te optimaliseren;

b) sluit de inlaat van een ozonisator aan op een nullucht- of zuurstofbron en de uitlaat op één poort van een drieweg T-fitting. Sluit op een andere poort een NO-ijkgas aan en op de laatste poort de inlaat van de $NO_2$/NO-omzetter;

c) verricht bij het uitvoeren van deze controle de volgende stappen:

i) zet de luchttoevoer van de ozonisator uit, schakel de ozonisator uit en zet de $NO_2$/NO-omzetter in de omloopmodus (NO-modus). Laat de stroom stabiliseren, echter uitsluitend om rekening te houden met vertragingen in de overbrenging en de respons van het instrument;

ii) regel de NO-stroom en de nulgasstroom zodanig dat de NO-concentratie bij de analysator nabij de tijdens de tests verwachte piekconcentratie van totale $NO_x$ ligt. Het $NO_2$-gehalte van het gasmengsel moet minder dan 5 % van de NO-concentratie bedragen. Bepaal de NO-concentratie door het gemiddelde van 30 s verzamelde gegevens van de analysator te berekenen en registreer deze waarde als $x_{NOref}$. Volgens de aanbeveling van de fabrikant van het instrument en naar goede ingenieursinzichten mag een hogere concentratie worden toegepast om een nauwkeurige verificatie te verkrijgen als de verwachte NO-concentratie lager is dan het door de fabrikant van het instrument voor de verificatie gespecificeerde minimumbereik;

iii) zet de $O_2$-toevoer van de ozonisator aan en regel het $O_2$-debiet zodanig dat het door de analysator gemeten NO ongeveer 10 % minder bedraagt dan $x_{NOref}$. Bepaal de NO-concentratie door het gemiddelde van 30 s verzamelde gegevens van de analysator te berekenen en registreer deze waarde als $x_{NO+O2mix}$;

iv) schakel de ozonisator in en regel het ozongeneratiedebiet zodanig dat het door de analysator gemeten NO ongeveer 20 % van $x_{NOref}$ bedraagt, terwijl ten minste 10 % niet-gereageerd NO wordt gehouden. Bepaal de NO-concentratie door het gemiddelde van 30 s verzamelde gegevens van de analysator te berekenen en registreer deze waarde als $x_{NO-meas}$;

v) zet de $NO_x$-analysator in de $NO_x$-modus en meet de totale $NO_x$. Bepaal de $NO_x$-concentratie door het gemiddelde van 30 s verzamelde gegevens van de analysator te berekenen en registreer deze waarde als $x_{NOxmeas}$;

vi) schakel de ozonisator uit, maar handhaaf de gasstroom door het systeem. De $NO_x$-analysator geeft de hoeveelheid $NO_x$ in het NO+$O_2$-mengsel aan. Bepaal de $NO_x$-concentratie door het gemiddelde van 30 s verzamelde gegevens van de analysator te berekenen en registreer deze waarde als $x_{NOx+O2mix}$;

▼B

vii) zet de $O_2$-toevoer uit. De $NO_x$-analysator geeft de hoeveelheid $NO_x$ in het oorspronkelijke NO-in-$N_2$-mengsel aan. Bepaal de $NO_x$-concentratie door het gemiddelde van 30 s verzamelde gegevens van de analysator te berekenen en registreer deze waarde als $x_{NOxref}$. Deze waarde mag niet meer dan 5 % boven de waarde van $x_{NOref}$ liggen;

d) evaluatie van de prestaties: bereken de efficiëntie van de $NO_x$-omzetter door de verkregen concentraties te gebruiken in vergelijking (6-26):

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

e) als het resultaat minder dan 95 % bedraagt, moet de $NO_2$/NO-omzetter worden gerepareerd of vervangen.

▼M2

8.1.12. Verificatie van de monsterdroger

Als een vochtigheidssensor wordt gebruikt om het dauwpunt bij de uitlaat van de monsterdroger continu te meten, is deze controle niet noodzakelijk zolang ervoor wordt gezorgd dat de vochtigheid bij de uitlaat van de droger onder de bij de controle voor quenching, interferentie en compensatie toegepaste minimumwaarden ligt.

Als, zoals toegestaan in punt 9.3.2.3.1, een monsterdroger wordt gebruikt om water uit het monstergas te verwijderen, moeten de prestaties bij thermische koelers bij de installatie en na een grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd. Bij osmotische membraandrogers moeten de prestaties bij de installatie, na een grote onderhoudsbeurt en maximaal 35 dagen vóór de tests worden geverifieerd.

Water kan de analysator beletten de relevante uitlaatgasbestanddelen naar behoren te meten en wordt daarom soms verwijderd voordat het monstergas de analysator bereikt. Zo kan water negatief interfereren met de $NO_x$-respons van een CLD via demping door botsing (quenching) en kan het positief interfereren met een NDIR-analysator door een soortgelijke respons als CO te veroorzaken.

De monsterdroger moet voldoen aan de specificaties van punt 9.3.2.3.1 voor het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) voorbij de osmotische membraandroger of de thermische koeler.

Om de prestaties van de monsterdroger te bepalen, wordt de volgende verificatieprocedure toegepast of er worden goede ingenieursinzichten toegepast om een ander protocol te ontwikkelen:

i) maak de nodige verbindingen door middel van leidingen van polytetrafluorethyleen (PTFE) of roestvrij staal;

ii) bevochtig $N_2$ of gezuiverde lucht door deze door gedistilleerd water te laten borrelen in een gesloten vat dat het gas tot het hoogste, tijdens de emissiebemonstering verwachte monsterdauwpunt bevochtigt;

iii) voer het bevochtigde gas voorbij de monsterdroger in;

iv) houd voorbij het vat de temperatuur van het bevochtigde gas ten minste 5 K (5 °C) boven zijn dauwpunt;

▼M2

v) meet het dauwpunt ($T_{dew}$) en de druk ($p_{total}$) van het bevochtigde gas zo dicht mogelijk bij de inlaat van de monsterdroger om na te gaan of het dauwpunt het hoogste is dat tijdens de emissiebemonstering werd verwacht;

vi) meet het dauwpunt ($T_{dew}$) en de druk ($p_{total}$) van het bevochtigde gas zo dicht mogelijk bij de uitlaat van de monsterdroger;

vii) de monsterdroger voldoet aan de verificatie als het resultaat van punt d), vi), minder is dan het dauwpunt volgens de specificaties van de monsterdroger in punt 9.3.2.3.1, plus 2 K (2 °C), of als de molfractie uit punt d), vi), kleiner is dan die volgens de specificaties van de monsterdroger, plus 0,002 mol/mol of 0,2 vol.-%. Opgemerkt zij dat bij deze verificatie het monsterdauwpunt in absolute temperatuur (Kelvin) wordt uitgedrukt.

———————

8.1.13. PM-metingen

8.1.13.1. Verificatie van de PM-balans en het weegproces

8.1.13.1.1. Reikwijdte en frequentie

In dit onderdeel worden drie verificaties beschreven:

a) onafhankelijke verificatie van de PM-balansprestaties maximaal 370 dagen vóór het wegen van het filter (de filters);

b) op nul zetten en ijken van de balans maximaal 12 uur vóór het wegen van het filter (de filters);

c) verificatie of de massabepaling van de referentiefilters vóór en na een filterweegsessie kleiner is dan een gespecificeerde tolerantie.

8.1.13.1.2. Onafhankelijke verificatie

De fabrikant van de balans (of een door hem goedgekeurde vertegenwoordiger) moet de prestaties van de balans maximaal 370 dagen vóór de tests volgens interne auditprocedures verifiëren.

8.1.13.1.3. Op nul zetten en ijken

De prestaties van de balans worden geverifieerd door ze met ten minste één kalibratiegewicht op nul te zetten en te ijken, waarbij alle voor die verificatie gebruikte gewichten aan de specificaties in punt 9.5.2 moeten voldoen. Er wordt een manuele of geautomatiseerde procedure toegepast:

a) bij een manuele procedure wordt de balans op nul gezet en met ten minste één kalibratiegewicht geijkt. Als normaliter gemiddelde waarden worden verkregen door het weegproces te herhalen om de nauwkeurigheid en precisie van de PM-metingen te verbeteren, wordt hetzelfde procedé toegepast om de prestaties van de balans te verifiëren;

b) een geautomatiseerde procedure wordt uitgevoerd met interne kalibratiegewichten die automatisch worden gebruikt om de prestaties van de balans te verifiëren. Deze interne kalibratiegewichten moeten voor die verificatie aan de specificaties in punt 9.5.2 voldoen.

▼M2

8.1.13.1.4. Wegen van het referentiemonster

Alle massa-aflezingen tijdens een weegsessie worden geverifieerd door de referentiemedia voor PM-monsters (bv. filters) vóór en na een weegsessie te wegen. Een weegsessie mag zo kort zijn als men wil, maar niet langer dan 80 uur, en mag massa-aflezingen zowel vóór als na de test omvatten. Opeenvolgende massabepalingen van elk referentiemedium voor PM-monsters moeten dezelfde waarde opleveren op ± 10 μg of ± 10 % van de verwachte totale PM-massa na, waarbij de grootste waarde van toepassing is. Als opeenvolgende wegingen van PM-monsterfilters niet aan dat criterium voldoen, worden alle afzonderlijke testfiltermassa-aflezingen tussen de opeenvolgende referentiefiltermassabepalingen in ongeldig verklaard. Deze filters mogen tijdens een andere weegsessie opnieuw worden gewogen. Als na de test een filter ongeldig wordt verklaard, is het testinterval ongeldig. De verificatie wordt als volgt uitgevoerd:

a) bewaar ten minste twee exemplaren van ongebruikte PM-monstermedia in de PM-stabilisatieomgeving. Deze exemplaren worden als referentie gebruikt. Als referentie moeten ongebruikte filters van hetzelfde materiaal en met dezelfde afmetingen worden gekozen;

b) stabiliseer de referenties in de PM-stabilisatieomgeving. Zij worden als gestabiliseerd beschouwd als ze ten minste 30 minuten in de PM-stabilisatieomgeving zijn gebleven die ten minste in de daaraan voorafgaande 60 minuten voldeed aan de specificaties van punt 9.3.4.4;

c) gebruik de balans verschillende keren met een referentiemonster zonder de waarden te registreren;

d) zet de balans op nul en ijk de balans. Plaats een testmassa (bv. een kalibratiegewicht) op de balans en verwijder deze vervolgens weer om er zeker van te zijn dat de balans binnen de normale stabilisatietijd naar een aanvaardbare nulaflezing terugkeert;

e) weeg elk van de referentiemedia (bv. filters) en registreer de massa's ervan. Als normaliter gemiddelde waarden worden verkregen door het weegproces te herhalen om de nauwkeurigheid en precisie van de metingen van de massa van referentiemedia (bv. filters) te verbeteren, wordt hetzelfde procedé toegepast om de gemiddelde massa van de bemonsteringsmedia (bv. filters) te meten;

f) registreer het dauwpunt, de temperatuur en de luchtdruk in de omgeving van de balans;

g) gebruik de geregistreerde omgevingsomstandigheden om de resultaten voor de opwaartse kracht te corrigeren zoals beschreven in punt 8.1.13.2. Registreer de voor de opwaartse kracht gecorrigeerde massa van elk van de referenties;

h) trek de voor de opwaartse kracht gecorrigeerde referentiemassa van elk van de referentiemedia (bv. filters) af van de eerder gemeten en geregistreerde, voor de opwaartse kracht gecorrigeerde massa;

i) als de waargenomen massa van een van de referentiefilters meer verandert dan in dit onderdeel is toegestaan, moeten alle PM-massabepalingen sinds de laatste geslaagde validering van de massa van referentiemedia (bv. filters) ongeldig worden verklaard. Referentiefilters voor PM-monsters mogen worden verwijderd als de massa van maar één van de filters met meer dan de toegestane hoeveelheid is veranderd en er met zekerheid een

▼**M2**

bijzondere oorzaak voor de verandering van de filtermassa kan worden vastgesteld die andere in gebruik zijnde filters niet zou hebben beïnvloed. Dan kan de validering als geslaagd worden beschouwd. In dat geval worden de verontreinigde referentiemedia bij het bepalen van de naleving van punt j) niet meegerekend, maar wordt het verontreinigde referentiefilter verwijderd en vervangen;

j) als een van de referentiemassa's meer verandert dan in punt 8.1.13.1.4 is toegestaan, worden alle PM-resultaten die zijn verkregen tussen de twee tijdstippen waarop de referentiemassa's werden bepaald, ongeldig verklaard. Als referentiemedia voor PM-monsters overeenkomstig punt i) worden verwijderd, moet er ten minste één referentiemassaverschil beschikbaar zijn dat voldoet aan de criteria van punt 8.1.13.1.4. Zo niet moeten alle PM-resultaten die zijn verkregen tussen de twee tijdstippen waarop de massa van de referentiemedia (bv. filters) werd bepaald, ongeldig worden verklaard.

8.1.13.2. Correctie van een PM-monsterfilter voor de opwaartse kracht

8.1.13.2.1. Algemeen

PM-monsterfilters moeten voor hun opwaartse kracht in de lucht worden gecorrigeerd. De correctie voor de opwaartse kracht is afhankelijk van de dichtheid van het monstermedium, de luchtdichtheid en de dichtheid van het kalibratiegewicht dat is gebruikt om de balans te kalibreren. Bij de correctie voor de opwaartse kracht wordt geen rekening gehouden met de opwaartse kracht van het deeltjesmateriaal zelf, omdat de PM-massa meestal maar 0,01 tot 0,10 % van het totale gewicht vertegenwoordigt. Een correctie voor deze kleine massafractie zou hooguit 0,010 % zijn. De voor de opwaartse kracht gecorrigeerde waarden zijn de tarramassa's van de PM-monsters. Deze voor de opwaartse kracht gecorrigeerde waarden van de weging van het filter vóór de test worden vervolgens van de voor de opwaartse kracht gecorrigeerde waarden van de weging van het overeenkomstige filter na de test afgetrokken om de massa van het tijdens de test uitgestoten deeltjesmateriaal te bepalen.

8.1.13.2.2. Dichtheid van het PM-monsterfilter

Verschillende PM-monsterfilters hebben een verschillende dichtheid. De bekende dichtheid van het monstermedium wordt toegepast of bij een aantal gebruikelijke bemonsteringsmedia wordt een van de volgende dichtheden toegepast:

a) bij PTFE-gecoat borosilicaatglas wordt een monstermediumdichtheid van 2 300 $kg/m^3$ toegepast;

b) bij media met PTFE-membraan (-folie) en met een integrale steunring van polymethylpenteen die 95 % van de massa van het medium vertegenwoordigt, wordt een monstermediumdichtheid van 920 $kg/m^3$ toegepast;

c) bij media met PTFE-membraan (-folie) en met een integrale steunring van PTFE wordt een monstermediumdichtheid van 2 144 $kg/m^3$ toegepast.

8.1.13.2.3. Luchtdichtheid

Aangezien de omgeving van een PM-balans strikt op een omgevingstemperatuur van 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) en een dauwpunt van 282,5 ± 1 K (9,5 ± 1 °C) moet worden geregeld, is de luchtdichtheid voornamelijk een functie van de luchtdruk. Daarom wordt een correctie voor de opwaartse kracht gespecificeerd die alleen afhankelijk is van de luchtdruk.

8.1.13.2.4. Dichtheid van het kalibratiegewicht

De aangegeven dichtheid van het materiaal van het metalen kalibratiegewicht wordt toegepast.

8.1.13.2.5. Berekening van de correctie

Het PM-monsterfilter wordt voor de opwaartse kracht gecorrigeerd met vergelijking (6-27):

▼M2

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

waarbij:

$m_{cor}$ = voor de opwaartse kracht gecorrigeerde PM-monsterfiltermassa

$m_{uncor}$ = niet voor de opwaartse kracht gecorrigeerde PM-monsterfiltermassa

$\rho_{air}$ = luchtdichtheid in de omgeving van de balans

$\rho_{weight}$ = dichtheid van het kalibratiegewicht dat is gebruikt om de balans te ijken

$\rho_{media}$ = dichtheid van het PM-monsterfilter

met

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

waarin:

$p_{abs}$ = absolute druk in de omgeving van de balans

$M_{mix}$ = molaire massa van de lucht in de omgeving van de balans

$R$ = molaire gasconstante

$T_{amb}$ = absolute omgevingstemperatuur in de omgeving van de balans

▼B

8.2. Validering van een instrument voor een test

8.2.1. Validering van evenredige stroomregeling bij batchbemonstering en minimale verdunningsverhouding bij PM-batchbemonstering

8.2.1.1. Evenredigheidscriteria bij CVS

8.2.1.1.1. Evenredige stromen

Bij elk paar stroommeters moeten het geregistreerde monsterdebiet en totale debiet of hun 1 Hz-gemiddelden worden gebruikt voor de statistische berekeningen in aanhangsel 3 van bijlage VII. Bepaal de standaardfout van de schatting (SEE) van het monsterdebiet ten opzichte van het totale debiet. Voor elk testinterval moet worden aangetoond dat SEE kleiner was dan of gelijk aan 3,5 % van het gemiddelde monsterdebiet.

8.2.1.1.2. Constante stromen

Bij elk paar stroommeters moeten het geregistreerde monsterdebiet en totale debiet of hun 1 Hz-gemiddelde worden gebruikt om aan te tonen dat elk debiet op ± 2,5 % van het respectieve gemiddelde of beoogde debiet na constant was. In plaats van het respectieve debiet van elk type meter te registreren, mogen de volgende opties worden toegepast:

a) optie kritischestroomventuri: bij kritischestroomventuri's worden de geregistreerde venturi-inlaatcondities of hun 1 Hz-gemiddelde gebruikt. Er moet worden aangetoond dat de stroomdichtheid bij de venturi-inlaat tijdens elk testinterval op ± 2,5 % van de gemiddelde of beoogde dichtheid na constant was. Bij een kritischestroomventuri voor CVS kan dat door aan te tonen dat de

▼B

absolute temperatuur bij de venturi-inlaat tijdens elk testinterval op ± 4 % van de gemiddelde of beoogde absolute temperatuur na constant was;

b) optie verdringerpomp: de geregistreerde pompinlaatcondities of hun 1 Hz-gemiddelde worden gebruikt. Er moet worden aangetoond dat de stroomdichtheid bij de pompinlaat tijdens elk testinterval op ± 2,5 % van de gemiddelde of beoogde dichtheid na constant was. Bij een CVS-pomp kan dat door aan te tonen dat de absolute temperatuur bij de pompinlaat tijdens elk testinterval op ± 2 % van de gemiddelde of beoogde absolute temperatuur na constant was.

8.2.1.1.3. Demonstratie van evenredige bemonstering

Voor elk evenredig batchmonster zoals een zak of PM-filter moet worden aangetoond dat evenredige bemonstering werd gehandhaafd met een van de volgende methoden, rekening houdend met het feit dat maximaal 5 % van het totale aantal gegevenspunten als uitschieters mag worden weggelaten.

Op basis van goede ingenieursinzichten moet met een ingenieursanalyse worden aangetoond dat het evenredige-stroomregelsysteem onder alle tijdens de tests verwachte omstandigheden evenredige bemonstering garandeert. Zo mogen CFV's voor zowel de monsterstroom als de totale stroom worden gebruikt als wordt aangetoond dat zij altijd dezelfde inlaatdruk en -temperatuur hebben en dat zij altijd onder kritischestroomomstandigheden werken.

De gemeten of berekende stromen en/of tracergasconcentraties (bv. $CO_2$) worden gebruikt om bij PM-batchbemonstering de minimale verdunningsverhouding tijdens het testinterval te bepalen.

8.2.1.2. Validering van partiëlestroomverdunningssystemen

Om een partiëlestroomverdunningssysteem zo te regelen dat een evenredig monster van het ruwe uitlaatgas wordt genomen, is een snelle systeemrespons vereist; dit wordt de snelheid van het partiëlestroomverdunningssysteem genoemd. De omzettingstijd voor het systeem wordt bepaald volgens de procedure van punt 8.1.8.6.3.2. De eigenlijke regeling van het partiëlestroomverdunningssysteem wordt op de op dat moment gemeten omstandigheden gebaseerd. Indien de gecombineerde omzettingstijd van de uitlaatgasstroommeting en het partiëlestroomsysteem $\leq$ 0,3 s is, mag onlineregeling worden toegepast. Indien de omzettingstijd meer dan 0,3 s bedraagt, moet anticiperende regeling volgens een vooraf vastgelegde testprocedure worden toegepast. In dat geval moet de gecombineerde stijgtijd $\leq$ 1 s zijn en de gecombineerde reactietijd $\leq$ 10 s. De totale systeemrespons moet zo zijn dat een representatief deeltjesmonster $q_{mp,i}$ (monsterstroom van uitlaatgas in het partiëlestroomverdunningssysteem) wordt verkregen dat evenredig is met de uitlaatgasmassastroom. Om de evenredigheid te bepalen wordt met een gegevensverzamelfrequentie van ten minste 5 Hz een regressieanalyse van $q_{mp,i}$ versus $q_{mew,i}$ (uitlaatgasmassadebiet op natte basis) uitgevoerd, waarbij aan de volgende criteria moet worden voldaan:

a) de correlatiecoëfficiënt $r^2$ van de lineaire regressie tussen $q_{mp,i}$ en $q_{mew,i}$ mag niet minder dan 0,95 bedragen;

b) de standaardfout van de schatting van $q_{mp,i}$ over $q_{mew,i}$ mag niet meer dan 5 % van de maximumwaarde van $q_{mp}$ bedragen;

c) de $q_{mp}$-intercept van de regressielijn moet binnen ± 2 % van de maximumwaarde van $q_{mp}$ liggen.

▼B

Anticiperende regeling is vereist als de gecombineerde omzettingstijd van het deeltjessysteem ($t_{50,P}$) en het uitlaatgasmassastroomsignaal ($t_{50,F}$) > 0,3 s is. In dat geval wordt een voorafgaande test uitgevoerd en wordt het uitlaatgasmassastroomsignaal van de voorafgaande test gebruikt om de monsterstroom naar het deeltjessysteem te regelen. Een correcte regeling van het partiële verdunningssysteem wordt verkregen als het tijdpad van $q_{mew,pre}$ van de voorafgaande test, dat $q_{mp}$ regelt, met een anticipatietijd van $t_{50,P} + t_{50,F}$ wordt verschoven.

Om de correlatie tussen $q_{mp,i}$ en $q_{mew,i}$ vast te stellen, worden de tijdens de eigenlijke test verzamelde gegevens gebruikt, waarbij $q_{mew,i}$ voor de tijd met $t_{50,F}$ wordt gesynchroniseerd ten opzichte van $q_{mp,i}$ ($t_{50,P}$ speelt bij de synchronisatie geen rol). De tijdsverschuiving tussen $q_{mew}$ en $q_{mp}$ is het verschil tussen hun respectieve omzettingstijden die werden vastgesteld in punt 8.1.8.6.3.2.

8.2.2. Validering van het bereik en het verloop van de gasanalysator en correctie van het verloop

8.2.2.1. Validering van het bereik

Als een analysator tijdens de test op enig moment boven 100 % van zijn bereik heeft gewerkt, worden de volgende stappen uitgevoerd:

8.2.2.1.1. Batchbemonstering

Bij batchbemonstering wordt het monster opnieuw geanalyseerd met het laagste analysatorbereik dat een maximumrespons van het instrument onder 100 % oplevert. Het resultaat wordt gerapporteerd bij het laagste bereik waarmee de analysator tijdens de hele test onder 100 % van zijn bereik werkt.

8.2.2.1.2. Continue bemonstering

Bij continue bemonstering wordt de hele test met het eerstvolgende hogere analysatorbereik herhaald. Als de analysator weer boven 100 % van zijn bereik werkt, wordt de test met het eerstvolgende hogere bereik herhaald. De test wordt verder herhaald totdat de analysator tijdens de hele test voortdurend onder 100 % van zijn bereik werkt.

8.2.2.2. Validering en correctie van het verloop

Als het verloop maximaal ± 1 % bedraagt, kunnen de gegevens zonder enige correctie of na correctie worden geaccepteerd. Bij een verloop van meer dan ± 1 % worden er voor elke verontreinigende stof met een grenswaarde voor de specifieke emissies, alsook voor $CO_2$, twee reeksen specifieke emissieresultaten berekend of wordt de test ongeldig verklaard. Eén reeks wordt berekend met gegevens van vóór de verloopcorrectie en de andere na correctie van alle gegevens voor het verloop overeenkomstig punt 2.6 van bijlage VII en aanhangsel 1 van bijlage VII. De vergelijking wordt gemaakt als percentage van de ongecorrigeerde resultaten. Het verschil tussen de ongecorrigeerde en de gecorrigeerde specifieke emissiewaarden moet binnen ± 4 % van hetzij de ongecorrigeerde specifieke emissiewaarden, hetzij de desbetreffende grenswaarde liggen (de grootste waarde is van toepassing). Als dit niet het geval is, is de hele test ongeldig.

8.2.3. Voorconditionering en tarraweging van de media voor PM-bemonstering (bv. filters)

Vóór een emissietest worden de volgende stappen uitgevoerd om de filtermedia voor PM-bemonstering en de apparatuur voor PM-metingen voor te bereiden:

▼B

8.2.3.1. Periodieke verificaties

Zorg ervoor dat de omgeving van de balans en die voor de PM-stabilisatie voldoen aan de periodieke verificaties in punt 8.1.12. Weeg het referentiefilter net voordat de testfilters worden gewogen om een goed referentiepunt te hebben (zie punt 8.1.12.1 voor details over de procedure). De verificatie van de stabiliteit van de referentiefilters moet na de op de test volgende stabilisatieperiode, onmiddellijk vóór de weging na de test plaatsvinden.

8.2.3.2. Visuele inspectie

Inspecteer de ongebruikte monsterfiltermedia visueel op defecten en verwijder defecte filters.

8.2.3.3. Aarding

Gebruik elektrisch geaarde pincetten of een aardingskabel voor het verplaatsen van PM-filters zoals beschreven in punt 9.3.4.

8.2.3.4. Ongebruikte monstermedia

Plaats ongebruikte monstermedia in een of meer open houders in de PM-stabilisatieomgeving. Als filters worden gebruikt, mogen zij in de onderste helft van een filtercassette worden geplaatst.

8.2.3.5. Stabilisatie

Stabiliseer de monstermedia in de PM-stabilisatieomgeving. Een ongebruikt monstermedium kan als gestabiliseerd worden beschouwd als het ten minste 30 minuten in de PM-stabilisatieomgeving is gebleven die voldeed aan de specificaties van punt 9.3.4. ►M2 Indien echter een PM-massa van 400 µg of meer wordt verwacht, moet het monstermedium gedurende ten minste 60 minuten worden gestabiliseerd. ◄

8.2.3.6. Weging

De monstermedia worden als volgt automatisch of manueel gewogen:

a) volg bij automatische weging de instructies van de fabrikant van het systeem om de monsters voor te bereiden voor de weging; het kan bijvoorbeeld nodig zijn de monsters in een speciale houder te plaatsen;

b) bij manuele weging moeten goede ingenieursinzichten worden toegepast;

c) facultatief wordt substitutieweging toegestaan (zie punt 8.2.3.10);

d) zodra een filter is gewogen, wordt het teruggelegd in het petrischaaltje en afgedekt.

8.2.3.7. Correctie voor de opwaartse kracht

Corrigeer het gemeten gewicht overeenkomstig punt 8.1.13.2 voor de opwaartse kracht.

8.2.3.8. Herhaling

De filtermassametingen mogen naar goede ingenieursinzichten worden herhaald om de gemiddelde massa van het filter te bepalen en uitschieters van de berekening van het gemiddelde uit te sluiten.

▼B

8.2.3.9. Tarraweging

Ongebruikte tarragewogen filters worden in schone filtercassettes geladen en de geladen cassettes worden in een afgedekte of gesloten houder geplaatst voordat ze naar de meetcel worden gebracht voor bemonstering.

8.2.3.10. Substitutieweging

Als substitutieweging wordt toegepast, wordt vóór en na elke weging van een PM-bemonsteringsmedium (bv. een filter) een referentiegewicht gemeten. Hoewel substitutieweging meer metingen vergt, corrigeert zij voor het nulverloop van een balans en steunt zij slechts voor een klein bereik op de lineariteit van de balans. Deze optie is bijzonder geschikt voor het kwantificeren van totale PM-massa's van minder dan 0,1 % van de massa van het monstermedium. Zij is echter wellicht niet geschikt voor totale PM-massa's die meer dan 1 % van de massa van het monstermedium bedragen. Als substitutieweging wordt toegepast, moet dat zowel bij de weging vóór als na de test gebeuren. Bij de weging vóór en na de test moet hetzelfde substitutiegewicht worden gebruikt. De massa van het substitutiegewicht wordt voor de opwaartse kracht gecorrigeerd als de dichtheid van het substitutiegewicht minder dan 2,0 $g/cm^3$ bedraagt. De volgende stappen zijn een voorbeeld van substitutieweging:

a) gebruik elektrisch geaarde pincetten of een aardingskabel, zoals beschreven in punt 9.3.4.6;

b) gebruik een statische neutralisator zoals beschreven in punt 9.3.4.6 om de statische elektrische lading bij elk object zo veel mogelijk te beperken voordat het op de balansschaal wordt geplaatst;

c) kies een substitutiegewicht dat voldoet aan de specificaties voor kalibratiegewichten in punt 9.5.2. Het substitutiegewicht moet ook dezelfde dichtheid hebben als het gewicht dat is gebruikt om de microbalans te ijken, en moet vrijwel dezelfde massa hebben als een ongebruikt monstermedium (bv. een filter). Als filters worden gebruikt, moet bij gangbare filters met een diameter van 47 mm de massa van het gewicht ongeveer 80 tot 100 mg bedragen;

d) registreer de van de stabiele balans afgelezen waarde en verwijder het kalibratiegewicht;

e) weeg een ongebruikt bemonsteringsmedium (bv. een nieuw filter) en registreer de van de stabiele balans afgelezen waarde en het dauwpunt, de temperatuur en de luchtdruk van de omgeving van de balans;

f) weeg het kalibratiegewicht opnieuw en registreer de van de stabiele balans afgelezen waarde;

g) bereken het rekenkundige gemiddelde van de twee kalibratiegewichtaflezingen die meteen vóór en na de weging van het ongebruikte monster zijn geregistreerd. Trek die gemiddelde waarde van de voor het ongebruikte monster afgelezen waarde af en tel vervolgens de op het certificaat van het kalibratiegewicht aangegeven werkelijke massa erbij op. Registreer dit resultaat. Dit is het tarragewicht van het ongebruikte monster zonder correctie voor de opwaartse kracht;

h) herhaal deze substitutieweegstappen voor de overige ongebruikte monstermedia;

i) volg zodra de weging is voltooid, de in de punten 8.2.3.7 tot en met 8.2.3.9 gegeven instructies.

▼B

8.2.4. Conditioneren en wegen van PM-monsters na de test

Om de monsterfilters tegen verontreiniging uit de omgeving te beschermen, worden de gebruikte PM-monsterfilters in afgedekte of gesloten houders geplaatst of worden de filterhouders gesloten. De aldus beschermde belaste filters worden naar de conditioneerkamer voor PM-filters teruggebracht. De PM-monsterfilters worden vervolgens geconditioneerd en gewogen.

8.2.4.1. Periodieke verificatie

Zorg ervoor dat de weeg- en PM-stabilisatieomgeving aan de periodieke verificaties in punt 8.1.13.1 hebben voldaan. Na afloop van de tests worden de filters teruggebracht naar de weeg- en PM-stabilisatieomgeving. De weeg- en PM-stabilisatieomgeving moet aan de in punt 9.3.4.4 voorgeschreven omgevingsomstandigheden voldoen; als dit niet het geval is, blijven de testfilters bedekt totdat de juiste omstandigheden zijn bereikt.

8.2.4.2. Verwijdering uit gesloten houders

De PM-monsters worden in de PM-stabilisatieomgeving uit de gesloten houders gehaald. De filters mogen vóór of na de stabilisatie uit hun cassettes worden gehaald. Wanneer een filter uit een cassette wordt gehaald, wordt de bovenste helft van de cassette van de onderste helft gescheiden met een daarvoor bestemde separator.

8.2.4.3. Elektrische aarding

Voor het verplaatsen van PM-monsters wordt gebruikgemaakt van elektrisch geaarde pincetten of een aardingskabel zoals beschreven in punt 9.3.4.5.

8.2.4.4. Visuele inspectie

De genomen PM-monsters en de bijbehorende filtermedia worden visueel geïnspecteerd. Als blijkt dat de condities van het filter of het genomen PM-monster zijn aangetast of als het deeltjesmateriaal met een ander oppervlak dan het filter in contact komt, mag het monster niet worden gebruikt om de deeltjesemissies te bepalen. Bij contact met een ander oppervlak wordt dat oppervlak schoongemaakt voordat verder wordt gegaan.

8.2.4.5. Stabilisatie van PM-monsters

Om PM-monsters te stabiliseren, worden zij in een of meer open houders in de PM-stabilisatieomgeving geplaatst zoals beschreven in punt 9.3.4.3. Een PM-monster is gestabiliseerd als het gedurende een van de volgende perioden in de PM-stabilisatieomgeving is gebleven die voldeed aan de specificaties van punt 9.3.4.3:

a) als op het oppervlak van een filter een totale PM-concentratie van meer dan 0,353 μg/mm$^2$ wordt verwacht, uitgaande van een belasting van 400 μg op het beroete oppervlak van een filter met een diameter van 38 mm, wordt het filter vóór de weging ten minste 60 minuten aan de stabilisatieomgeving blootgesteld;

b) als op het oppervlak van een filter een totale PM-concentratie van minder dan 0,353 μg/mm$^2$ wordt verwacht, wordt het filter vóór de weging ten minste 30 minuten aan de stabilisatieomgeving blootgesteld;

c) als de tijdens de test op het oppervlak van een filter te verwachten totale PM-concentratie niet bekend is, wordt het filter vóór de weging ten minste 60 minuten aan de stabilisatieomgeving blootgesteld.

▼B

8.2.4.6. Bepaling van de filtermassa na de test

De procedures van punt 8.2.3 (punten 8.2.3.6 tot en met 8.2.3.9) worden herhaald om de filtermassa na de test te bepalen.

8.2.4.7. Totale massa

Elke voor de opwaartse kracht gecorrigeerde tarramassa van een filter wordt van zijn respectieve voor de opwaartse kracht gecorrigeerde filtermassa na de test afgetrokken. Het resultaat is de totale massa $m_{total}$ die bij de emissieberekeningen in bijlage VII wordt gebruikt.

9. **Meetapparatuur**

9.1. Specificatie van de motordynamometer

9.1.1. Asarbeid

Er wordt een motordynamometer gebruikt die de juiste eigenschappen bezit om de bedrijfscyclus in kwestie uit te voeren en die aan specifieke cyclusvalideringscriteria kan voldoen. De volgende dynamometers mogen worden gebruikt:

a) wervelstroom- of waterremdynamometers;

b) op wisselstroom of gelijkstroom draaiende dynamometers;

c) een of meer dynamometers.

9.1.2. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC)

Om het koppel te meten, mag een meetcel of inlinekoppelmeter worden gebruikt.

Bij gebruik van een meetcel moet het koppelsignaal worden overgebracht op de motoras en moet de traagheid van de dynamometer in aanmerking worden genomen. Het werkelijke motorkoppel is het koppel dat op de meetcel wordt afgelezen, plus het traagheidsmoment van de rem, vermenigvuldigd met de hoekversnelling. Het regelsysteem moet deze berekening realtime uitvoeren.

9.1.3. Motoraccessoires

De arbeid van motoraccessoires die nodig zijn om de motor van brandstof te voorzien, te smeren of op te warmen, om vloeibaar koelmiddel naar de motor te laten circuleren of om uitlaatgasnabehandelingssystemen te doen werken, moet in aanmerking worden genomen en die accessoires moeten overeenkomstig punt 6.3 worden gemonteerd.

9.1.4. Bevestiging van de motor en assysteem voor krachtoverbrenging (categorie NRSh)

Indien nodig om een motor van categorie NRSh behoorlijk te testen, wordt de motor op de door de fabrikant gespecificeerde wijze op de testbank bevestigd en wordt het door de fabrikant gespecificeerde assysteem voor krachtoverbrenging gebruikt om de motor met het draaisysteem van de dynamometer te verbinden.

9.2. Verdunningsprocedure (indien van toepassing)

9.2.1. Verdunningscondities en achtergrondconcentraties

Gasvormige bestanddelen mogen ruw of verdund worden gemeten, terwijl PM-meting meestal verdunning vergt. Verdunning kan worden verkregen met een volledige- of partiëlestroomverdunningssysteem. Wanneer verdunning wordt toegepast, mag het uitlaatgas met omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof worden verdund. Voor het meten van gasvormige emissies moet de temperatuur van het verdunningsmiddel ten minste 288 K (15 °C) bedragen. Voor PM-bemonstering wordt de temperatuur van het verdunningsmiddel gespecificeerd in punt 9.2.2 voor CVS en in punt 9.2.3 voor

▼B

PFD met variabele verdunningsverhouding. De doorstromingscapaciteit van het verdunningssysteem moet groot genoeg zijn om watercondensatie in de verdunnings- en bemonsteringssystemen volledig uit te sluiten. Ontvochtiging van de verdunningslucht voordat deze het verdunningssysteem binnenstroomt, is toegestaan als de luchtvochtigheid hoog is. De wanden van de verdunningstunnel, alsook de massastroomleidingen voorbij de tunnel, mogen worden verwarmd of geïsoleerd ter voorkoming van neerslag van waterhoudende bestanddelen van een gasfase naar een vloeibare fase (hierna „watercondensatie" genoemd).

Voordat een verdunningsmiddel met uitlaatgas wordt gemengd, mag het worden voorgeconditioneerd door de temperatuur of vochtigheid ervan te verhogen of te verlagen. Uit het verdunningsmiddel mogen bestanddelen worden verwijderd om hun achtergrondconcentraties te verminderen. Voor het verwijderen van bestanddelen of het compenseren voor achtergrondconcentraties gelden de volgende bepalingen:

a) de concentraties van de bestanddelen in het verdunningsmiddel mogen worden gemeten en gebruikt om compensatie voor achtergrondeffecten op de testresultaten toe te passen. Zie bijlage VII voor de berekeningen voor de compensatie voor achtergrondconcentraties;

b) voor de meting van de achtergrondconcentraties van verontreinigende gassen en deeltjes zijn de volgende afwijkingen van de onderdelen 7.2, 9.3 en 9.4 toegestaan:

   i) evenredige bemonstering is niet vereist;

   ii) er mogen onverwarmde bemonsteringssystemen worden gebruikt;

   iii) er mag continu worden bemonsterd, ongeacht of batchbemonstering wordt toegepast voor verdunde emissies;

   iv) er mag batchbemonstering worden toegepast, ongeacht of continu wordt bemonsterd voor verdunde emissies;

c) om rekening te houden met achtergrond-PM zijn de volgende opties beschikbaar:

▼M2

   i) om achtergrond-PM te verwijderen, wordt het verdunningsmiddel gefiltreerd met hoogrendementsdeeltjesfilters (HEPA-filters) die een initieel opvangrendement van ten minste 99,97 % hebben (zie artikel 1, punt 19, voor de procedures in verband met het filtratierendement van HEPA-filters);

▼B

   ii) om zonder HEPA-filtratie voor achtergrond-PM te corrigeren, mag het achtergrond-PM niet meer dan 50 % van het op het monsterfilter opgevangen netto-PM vertegenwoordigen;

   iii) achtergrondcorrectie van netto-PM met HEPA-filtratie is zonder drukrestrictie toegestaan.

9.2.2. Volledigestroomsysteem

Volledigestroomverdunning; constantvolumebemonstering (CVS). De volledige ruwuitlaatgasstroom wordt in een verdunningstunnel verdund. Een constante stroom mag worden gehandhaafd door de temperatuur en de druk bij de stroommeter binnen de grenzen te houden. Als de stroom niet constant is, moet hij direct worden gemeten om evenredige bemonstering mogelijk te maken. Het systeem moet als volgt worden ontworpen (zie figuur 6.6):

a) er wordt een tunnel gebruikt met roestvrijstalen binnenoppervlakken. De volledige verdunningstunnel moet elektrisch worden geaard. Voor motorcategorieën waarvoor geen PM- en PN-grenswaarden gelden, mogen ook niet-geleidende materialen worden gebruikt;

▼B

b) de uitlaatgastegendruk mag door het verdunningsluchtinlaatsysteem niet kunstmatig worden verlaagd. De statische druk op de plaats waar ruw uitlaatgas in de tunnel wordt gevoerd, mag niet meer dan ± 1,2 kPa afwijken van de luchtdruk;

c) voor een betere vermenging moet het ruwe uitlaatgas in de tunnel worden gevoerd door het met de stroom mee langs de hartlijn van de tunnel te richten. Een fractie van de verdunningslucht mag radiaal vanuit het binnenoppervlak van de tunnel worden ingevoerd om de interactie van het uitlaatgas met de tunnelwanden zo veel mogelijk te beperken;

d) verdunningsmiddel: bij PM-bemonstering moet de temperatuur van de verdunningsmiddelen (omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof zoals aangegeven in punt 9.2.1) dicht bij de ingang van de verdunningstunnel op 293 tot 325 K (20 tot 52 °C) worden gehouden;

e) voor de verdunde uitlaatgasstroom moet het reynoldsgetal *Re* ten minste 4 000 zijn, waarbij *Re* op de binnendiameter van de verdunningstunnel is gebaseerd. *Re* is gedefinieerd in bijlage VII. Om te verifiëren of de vermenging adequaat is, moet een bemonsteringssonde zowel verticaal als horizontaal door de tunneldiameter worden gevoerd. Als de analysatorrespons op een afwijking van meer dan ± 2 % van de gemiddelde gemeten concentratie wijst, moet het debiet van de CVS worden verhoogd of moet een mengplaat of -opening worden geïnstalleerd om de vermenging te verbeteren;

f) voorconditionering voor de stroommeting: het verdunde uitlaatgas mag worden geconditioneerd voordat het debiet ervan wordt gemeten, op voorwaarde dat deze conditionering voorbij de verwarmde HC- of PM-monstersondes plaatsvindt, en wel als volgt:

   i) er mogen stroomgelijkrichters en/of drukschommelingsdempers worden gebruikt;

   ii) er mag een filter worden gebruikt;

   iii) er mag een warmtewisselaar worden gebruikt om de temperatuur vóór een stroommeter te regelen, maar er moeten maatregelen worden genomen om watercondensatie te voorkomen;

g) watercondensatie: watercondensatie is een functie van vochtigheid, druk, temperatuur en concentraties van andere bestanddelen zoals zwavelzuur. Deze parameters variëren naargelang de vochtigheid van de motorinlaatlucht, de vochtigheid van de verdunningslucht, de lucht-brandstofverhouding van de motor en de samenstelling van de brandstof, inclusief de hoeveelheid waterstof en zwavel in de brandstof;

   Om ervoor te zorgen dat een stroom wordt gemeten die overeenkomt met een gemeten concentratie, moet watercondensatie tussen de plaats van de monstersonde en de inlaat van de stroommeter in de verdunningstunnel worden voorkomen, ofwel moet watercondensatie worden toegestaan en moet de vochtigheid bij de inlaat van de stroommeter worden gemeten. De wanden van de verdunningstunnel of de massastroomleidingen voorbij de tunnel mogen worden verwarmd of geïsoleerd om watercondensatie te voorkomen. In de hele verdunningstunnel moet watercondensatie worden voorkomen. Bepaalde uitlaatgasbestanddelen kunnen door de aanwezigheid van vocht worden verdund of verwijderd.

▼M2

   Bij PM-bemonstering ondergaat de al proportionele stroom die van de CVS komt, een of meer secundaire verdunningen om de verlangde totale verdunningsverhouding te bereiken zoals getoond in figuur 6.7 en vermeld in punt 9.2.3.2;

▼B

h) de minimale totale verdunningsverhouding moet tussen 5:1 en 7:1 liggen en voor de primaire verdunningsfase ten minste 2:1 bedragen op basis van het maximale uitlaatgasdebiet van de motor tijdens de testcyclus of het testinterval;

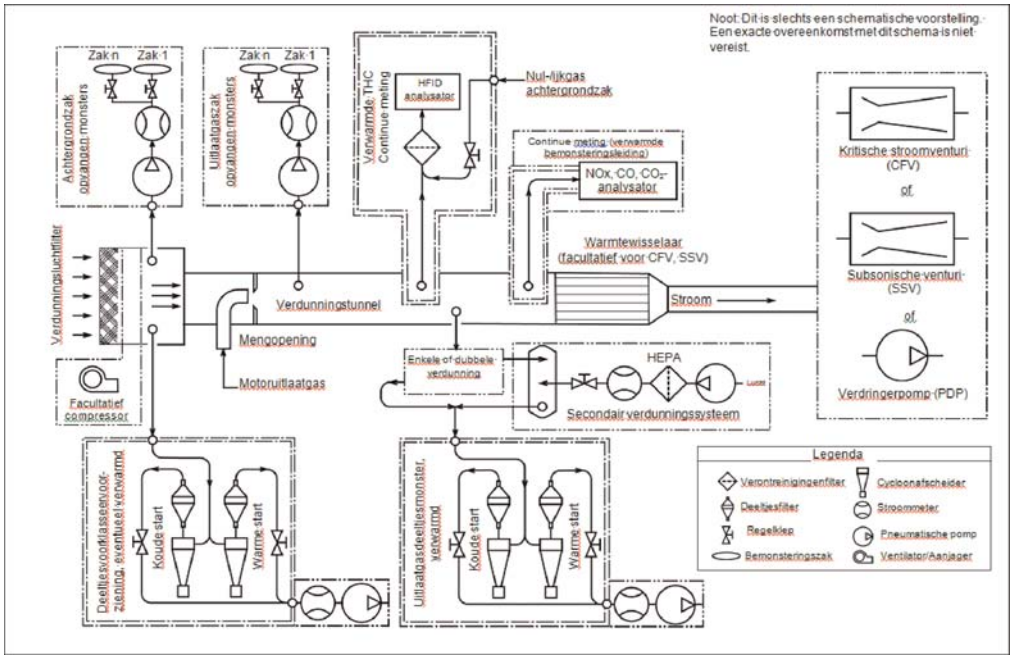
i) de totale verblijftijd in het systeem moet tussen 0,5 en 5 s bedragen, gemeten vanaf het punt waar het verdunningsmiddel in de filterhouder(s) wordt geleid;

j) de verblijftijd in het secundaire verdunningssysteem, indien aanwezig, moet ten minste 0,5 s bedragen, gemeten vanaf het punt waar het secundaire verdunningsmiddel in de filterhouder(s) wordt geleid.

Om de massa van de deeltjes te bepalen, zijn een deeltjesbemonsteringssysteem, een deeltjesbemonsteringsfilter, een gravimetrische balans en een weegkamer met beheerste temperatuur en vochtigheid nodig.

*Figuur 6.6*

**Voorbeelden van bemonsteringsconfiguraties met volledigestroomverdunning**




9.2.3. Partiëlestroomverdunningssysteem (PFD-systeem)

9.2.3.1. Beschrijving van een partiëlestroomsysteem

In figuur 6.7 wordt een schematische voorstelling van een PFD-systeem getoond. Het is een algemene schematische voorstelling ter illustratie van de principes van monsterneming, verdunning en PM-bemonstering. Het is niet de bedoeling om aan te geven dat alle in de figuur beschreven onderdelen noodzakelijk zijn voor andere mogelijke bemonsteringssystemen waarmee monsters moeten kunnen worden opgevangen. Andere configuraties die niet met deze schematische voorstelling overeenkomen, zijn toegestaan op voorwaarde dat zij hetzelfde doel hebben, namelijk monsters opvangen, verdunnen en PM-bemonstering. ►**M2** Zij moeten voldoen aan andere criteria zoals vermeld in punt 8.1.8.6 (periodieke kalibratie) en 8.2.1.2 (validering) voor PFD met variabele verdunning en in punt 8.1.4.5 en tabel 6.5 (lineariteitsverificatie) en punt 8.1.8.5.7 (verificatie) voor PFD met constante verdunning. ◄

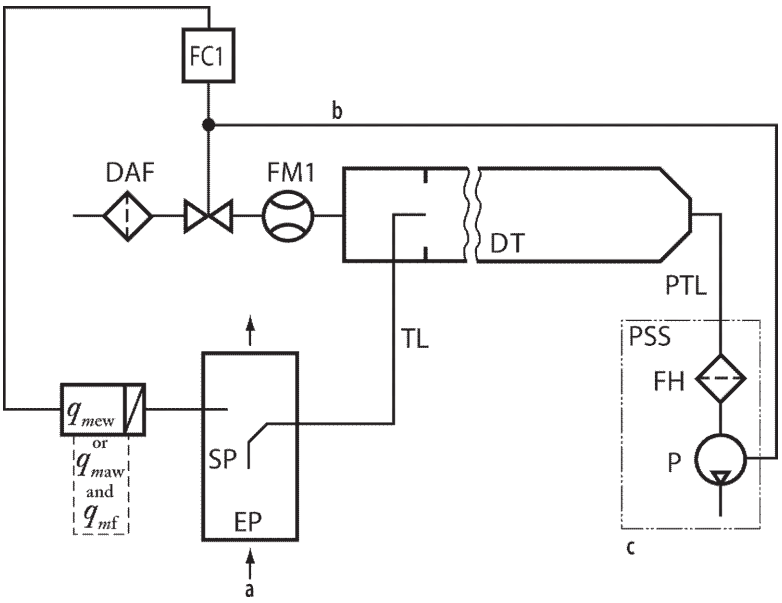
▼B

Zoals geïllustreerd in figuur 6.7, wordt het ruwe uitlaatgas of de primaire verdunde stroom van de uitlaatpijp EP, respectievelijk van CVS via de bemonsteringssonde SP en de overbrengingsleiding TL naar de verdunningstunnel gevoerd. De totale stroom door de tunnel wordt bijgesteld met een stroomregelaar en de bemonsteringspomp P van het deeltjesbemonsteringssysteem (PSS). Bij proportionele ruwuitlaatgasbemonstering wordt de verdunningsluchtstroom geregeld door de stroomregelaar FC1, die $q_{mew}$ (uitlaatgasmassadebiet op natte basis) of $q_{maw}$ (inlaatluchtmassadebiet op natte basis) en $q_{mf}$ (brandstofmassadebiet) als stuursignalen voor de gewenste uitlaatgassplitsing kan gebruiken. De monsterstroom naar de verdunningstunnel DT is het verschil tussen de totale stroom en de verdunningsluchtstroom. Het verdunningsluchtdebiet wordt gemeten met de stroommeter FM1, het totale debiet met de stroommeter van het deeltjesbemonsteringssysteem. De verdunningsverhouding wordt aan de hand van deze twee debieten berekend. Bij bemonstering met een constante verdunnningsverhouding van ruw of verdund uitlaatgas als functie van de uitlaatgasstroom (bv. secundaire verdunning bij PM-bemonstering), is het verdunningsluchtdebiet gewoonlijk constant en geregeld door de stroomregelaar FC1 of de verdunningsluchtpomp.

De verdunningslucht (omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof) moet met een PM-luchtfilter met hoog rendement (HEPA-filter) worden gefiltreerd.

*Figuur 6.7*

**Schema van het partiëlestroomverdunningssysteem (type totale bemonstering)**




a = motoruitlaatgas of primaire verdunde stroom

b = facultatief

c = PM-bemonstering

Onderdelen van figuur 6.7:

DAF: verdunningsluchtfilter

DT: verdunningstunnel of secundair verdunningssysteem

EP: uitlaatpijp of primair verdunningssysteem

▼B

FC1: stroomregelaar

FH: filterhouder

FM1: stroommeter die het verdunningsluchtdebiet meet

P: bemonsteringspomp

PSS: PM-bemonsteringssysteem

PTL: PM-overbrengingsleiding

SP: bemonsteringssonde voor ruw of verdund uitlaatgas

TL: overbrengingsleiding

Massadebieten die alleen van toepassing zijn bij proportionele ruw-uitlaatgasbemonstering PFD:

$q_{mew}$ = massadebiet van het uitlaatgas op natte basis

$q_{maw}$ = massadebiet van de inlaatlucht op natte basis

$q_{mf}$ = brandstofmassadebiet

9.2.3.2. Verdunning

De temperatuur van de verdunningsmiddelen (omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof zoals aangegeven in punt 9.2.1) moet dicht bij de ingang van de verdunningstunnel op 293 tot 325 K (20 tot 52 °C) worden gehouden.

Ontvochtiging van de verdunningslucht voordat deze het verdunningssysteem binnenstroomt, is toegestaan. Het partiëlestroomverdunningssysteem moet zijn ontworpen om uit de motoruitlaatgasstroom een proportioneel monster van het ruwe uitlaatgas te nemen, waarmee op afwijkingen in het uitlaatgasdebiet wordt gereageerd, en om verdunningslucht aan dit monster toe te voegen teneinde bij het testfilter een in punt 9.3.3.4.3 voorgeschreven temperatuur te bereiken. Hiervoor is het van essentieel belang dat de verdunningsverhouding zo wordt bepaald dat aan de nauwkeurigheidseisen van punt 8.1.8.6.1 wordt voldaan.

Om ervoor te zorgen dat een stroom wordt gemeten die overeenkomt met een gemeten concentratie, moet watercondensatie tussen de plaats van de monstersonde en de inlaat van de stroommeter in de verdunningstunnel worden voorkomen, ofwel moet watercondensatie worden toegestaan en moet de vochtigheid bij de inlaat van de stroommeter worden gemeten. Het PFD-systeem mag worden verwarmd of geïsoleerd om watercondensatie te voorkomen. In de hele verdunningstunnel moet watercondensatie worden voorkomen.

De minimale verdunningsverhouding moet tussen 5:1 en 7:1 liggen op basis van het maximale uitlaatgasdebiet van de motor tijdens de testcyclus of het testinterval.

De verblijftijd in het systeem moet tussen 0,5 en 5 s bedragen, gemeten vanaf het punt waar het verdunningsmiddel in de filterhouder(s) wordt geleid.

Om de massa van de deeltjes te bepalen, zijn een deeltjesbemonsteringssysteem, een deeltjesbemonsteringsfilter, een gravimetrische balans en een weegkamer met beheerste temperatuur en vochtigheid nodig.

▼B

9.2.3.3. Toepasbaarheid

PFD mag worden toegepast om tijdens een transiënte bedrijfscyclus (NRTC en LSI-NRTC), een NRSC met specifieke modi of een RMC bij continue of batchbemonstering van PM en verontreinigende gassen een proportioneel ruwuitlaatgasmonster te nemen.

▼M2

Het systeem mag ook worden gebruikt bij een eerder verdund uitlaatgas waarvan, via een constante verdunningsverhouding, een al proportionele stroom wordt verdund (zie figuur 6.7). Zo wordt met een CVS-tunnel een secundaire verdunning uitgevoerd om de voor PM-bemonstering vereiste totale verdunningsverhouding te verkrijgen.

▼B

9.2.3.4. Kalibratie

De kalibratie van de PFD om een proportioneel ruwuitlaatgasmonster te nemen, wordt beschreven in punt 8.1.8.6.

9.3. Bemonsteringsprocedures

9.3.1. Algemene bemonsteringsvoorschriften

9.3.1.1. Ontwerp en bouw van de sonde

Een sonde is de eerste fitting in een bemonsteringssysteem. Zij steekt in een ruwe of verdunde uitlaatgasstroom waarvan een monster moet worden genomen, zo uit dat haar binnen- en buitenoppervlakken in contact zijn met het uitlaatgas. Een monster wordt vanuit een sonde naar een overbrengingsleiding gevoerd.

De binnenoppervlakken van monstersondes moeten van roestvrij staal zijn of, bij bemonstering van ruw uitlaatgas, van een niet-reactief materiaal dat bestand is tegen de temperaturen van ruw uitlaatgas. De monstersondes moeten worden geplaatst waar de bestanddelen tot hun gemiddelde monsterconcentratie worden gemengd en waar de interferentie met andere sondes zo veel mogelijk wordt beperkt. Alle sondes moeten liefst vrij blijven van invloeden van grenslagen, zog en wervelingen, met name dicht bij de uitlaat van een uitlaatpijp van een meter voor ruw uitlaatgas, waar onopzettelijke verdunning kan plaatsvinden. Het doorblazen of doorspoelen van een sonde mag een andere sonde tijdens tests niet beïnvloeden. Om een monster van meer dan een bestanddeel te nemen, mag een en dezelfde sonde worden gebruikt op voorwaarde dat de sonde voor elk bestanddeel aan alle specificaties voldoet.

9.3.1.1.1. Mengkamer (categorie NRSh)

Bij het testen van machines van categorie NRSh mag gebruik worden gemaakt van een mengkamer indien de fabrikant dat toestaat. De mengkamer is een facultatief onderdeel van een bemonsteringssysteem voor ruw gas, dat tussen de geluiddemper en de monstersonde wordt geplaatst. De vorm en de afmetingen van de mengkamer en de leidingen vóór en na de kamer moeten zodanig zijn dat de kamer ervoor zorgt dat op de plaats van de monstersonde een goed gemengd, homogeen monster ontstaat en voorkomen wordt dat de kamer sterke schommelingen of resonanties veroorzaakt die van invloed zijn op de emissieresultaten.

9.3.1.2. Overbrengingsleidingen

De lengte van de overbrengingsleidingen die een genomen monster vanaf een sonde naar een analysator, opslagmedium of verdunningssysteem voeren, moet zo veel mogelijk worden beperkt door de analysatoren, opslagmedia en verdunningssystemen zo dicht mogelijk bij de sondes te plaatsen. Het aantal bochten in de overbrengingsleidingen moet zo klein mogelijk worden gehouden en alle onvermijdelijke bochten moeten een zo groot mogelijke straal hebben.

▼B

9.3.1.3. Bemonsteringsmethoden

Voor continue en batchbemonstering (zie punt 7.2) gelden de volgende voorwaarden:

a) als bij een constant debiet wordt onttrokken, moet ook de bemonstering bij een constant debiet plaatsvinden;

b) als bij een variabel debiet wordt onttrokken, moet men het monsterdebiet in verhouding tot het variërende debiet laten variëren;

c) evenredige bemonstering moet worden gevalideerd zoals beschreven in punt 8.2.1.

9.3.2. Gasbemonstering

9.3.2.1. Bemonsteringssondes

Om gasvormige emissies te bemonsteren, worden een- of meerpoortsondes gebruikt. De sondes mogen in gelijk welke richting ten opzichte van de ruwe of verdunde uitlaatgasstroom worden geplaatst. Bij bepaalde sondes moeten de monstertemperaturen als volgt worden geregeld:

a) bij sondes die $NO_x$ aan verdund uitlaatgas onttrekken, moet de wandtemperatuur van de sonde worden geregeld om watercondensatie te voorkomen;

b) bij sondes die koolwaterstoffen aan het verdunde uitlaatgas onttrekken, wordt aanbevolen de wandtemperatuur op circa 191 °C te regelen om contaminatie zo veel mogelijk te beperken.

9.3.2.1.1. Mengkamer (categorie NRSh)

►M2 Wanneer overeenkomstig punt 9.3.1.1.1 een mengkamer wordt gebruikt, moet het inwendige volume van de mengkamer ten minste tien keer zo groot zijn als het slagvolume van één cilinder van de motor die wordt getest. ◄ De mengkamer wordt zo dicht mogelijk bij de geluiddemper van de motor aangesloten en moet een minimale binnenoppervlaktemperatuur van 452 K (179 °C) hebben. De fabrikant mag het ontwerp van de mengkamer specificeren.

9.3.2.2. Overbrengingsleidingen

Er moeten overbrengingsleidingen worden gebruikt met binnenoppervlakken van roestvrij staal, PTFE, Viton™ of een ander materiaal dat betere eigenschappen voor emissiebemonstering bezit. Het moet een niet-reactief materiaal zijn dat bestand is tegen uitlaatgastemperaturen. Inlinefilters mogen worden gebruikt als het filter en de behuizing ervan als volgt aan dezelfde temperatuurvoorschriften voldoen als de overbrengingsleidingen:

a) bij $NO_x$-overbrengingsleidingen vóór hetzij een $NO_2$/NO-omzetter die aan de specificaties van punt 8.1.11.5 voldoet, hetzij een koeler die aan de specificaties van punt 8.1.11.4 voldoet, moet een monstertemperatuur worden gehandhaafd die watercondensatie voorkomt;

▼M2

b) bij THC-overbrengingsleidingen moet over de hele leiding een wandtemperatuur van (464 ± 11) K [(191 ± 11) °C] worden gehandhaafd. Bij bemonstering van ruw uitlaatgas mag een niet-verwarmde, geïsoleerde overbrengingsleiding direct op een sonde worden aangesloten. De lengte en de isolatie van de overbrengingsleiding moeten zijn ontworpen om de hoogste verwachte ruwuitlaatgastemperatuur tot niet minder dan 191 °C te

▼M2

koelen, gemeten bij de uitlaat van de overbrengingsleiding. Bij bemonstering van verdund uitlaatgas is tussen de sonde en de overbrengingsleiding een maximaal 0,92 m lange overgangszone toegestaan om de wandtemperatuur naar (464 ± 11) K [(191 ± 11) °C] te laten overgaan.

▼B

9.3.2.3. Onderdelen om monsters te conditioneren

9.3.2.3.1. Monsterdrogers

9.3.2.3.1.1. Eisen

Monsterdrogers mogen worden gebruikt om vocht uit het monster te verwijderen en zo het effect van water op metingen van gasvormige emissies te verminderen. De gebruikte monsterdrogers moeten aan de eisen in de punten 9.3.2.3.1.1 en 9.3.2.3.1.2 voldoen. In vergelijking (7-13) wordt een vochtgehalte van 0,8 vol.- % gebruikt.

▼M2

Bij de hoogste verwachte waterdampconcentratie $H_m$ moet de waterverwijderingstechniek de vochtigheid op ≤ 5 g water/kg droge lucht (of ongeveer 0,8 vol.-% $H_2O$) houden, wat gelijk is aan 100 % relatieve vochtigheid bij 277,1 K (3,9 °C) en 101,3 kPa. Deze specificatie van de vochtigheid komt overeen met ongeveer 25 % relatieve vochtigheid bij 298 K (25 °C) en 101,3 kPa. Dit kan worden aangetoond door:

a) de temperatuur aan de uitlaat van de monsterdroger te meten, of

b) de vochtigheid vlak vóór de CLD te meten, of

c) de verificatieprocedure van punt 8.1.12 uit te voeren.

▼B

9.3.2.3.1.2. Toegestaan type monsterdrogers en procedure voor het schatten van het vochtgehalte na de droger

Beide in dit punt beschreven typen monsterdrogers mogen worden gebruikt:

a) als een osmotische membraandroger vóór een gasanalysator of opslagmedium wordt gebruikt, moet hij voldoen aan de temperatuurspecificaties van punt 9.3.2.2. Voorbij een osmotische membraandroger worden het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) voortdurend gemeten. De hoeveelheid water wordt overeenkomstig bijlage VII berekend aan de hand van de continu geregistreerde waarden van $T_{dew}$ en $p_{total}$, hun tijdens een test waargenomen piekwaarden of hun alarminstelpunten. Bij gebrek aan een directe meting wordt de nominale $p_{total}$ gegeven door de laagste tijdens de tests verwachte absolute druk van de droger;

b) vóór een THC-meetsysteem voor compressieontstekingsmotoren mag geen thermische koeler worden gebruikt. Als een thermische koeler vóór een $NO_2$/NO-omzetter of in een bemonsteringssysteem zonder $NO_2$/NO-omzetter wordt gebruikt, moet de koeler voldoen aan de prestatiecontrole voor $NO_2$-verlies van punt 8.1.11.4. Voorbij een thermische koeler worden het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) voortdurend gemeten. De hoeveelheid water wordt overeenkomstig bijlage VII berekend aan de hand van de continu geregistreerde waarden van $T_{dew}$ en $p_{total}$, hun tijdens een test waargenomen piekwaarden of hun alarminstelpunten. Bij gebrek aan een directe meting wordt de nominale $p_{total}$ gegeven door de laagste tijdens de tests verwachte absolute druk van de thermische koeler. Als voor de mate van verzadiging in de thermische koeler van een veronderstelling kan worden uitgegaan, mag $T_{dew}$ aan de hand van het

▼B

bekende rendement van de koeler en de continue meting van de koelertemperatuur ($T_{chiller}$) worden berekend. Als de waarden van $T_{chiller}$ niet continu worden geregistreerd, mag de tijdens een test waargenomen piekwaarde of de alarminstelwaarde ervan worden gebruikt als constante waarde om een constante hoeveelheid water overeenkomstig bijlage VII te bepalen. Als kan worden aangenomen dat $T_{chiller}$ gelijk is aan $T_{dew}$, mag overeenkomstig bijlage VII $T_{chiller}$ in plaats van $T_{dew}$ worden gebruikt. Indien een constante temperatuurafwijking tussen $T_{chiller}$ en $T_{dew}$ als gevolg van een bekende en vaste mate van heropwarming van het monster tussen de koeleruitlaat en de plaats van de temperatuurmeting kan worden verondersteld, mag deze veronderstelde temperatuurafwijking in de emissieberekeningen worden ingecalculeerd. De geldigheid van de bij dit punt toegestane veronderstellingen moet met een ingenieursanalyse of met gegevens worden aangetoond.

9.3.2.3.2. Monsterpompen

Vóór een analysator of opslagmedium voor gas moeten er monsterpompen worden gebruikt. De gebruikte monsterpompen moeten binnenoppervlakken hebben van roestvrij staal, PTFE of een ander materiaal dat betere eigenschappen voor emissiebemonstering bezit. Bij bepaalde monsterpompen moeten de temperaturen als volgt worden geregeld:

a) als een $NO_x$-monsterpomp wordt gebruikt vóór hetzij een $NO_2$/NO-omzetter die aan de specificaties van punt 8.1.11.5 voldoet, hetzij een koeler die aan de specificaties van punt 8.1.11.4 voldoet, moet deze worden verwarmd om watercondensatie te voorkomen;

b) als een THC-monsterpomp vóór een THC-analysator of –opslagmedium wordt gebruikt, moeten de binnenoppervlakken ervan tot 464 ± 11 K (191 ± 11 °C) worden verwarmd.

9.3.2.3.3. Ammoniakwassers

Bij alle gasbemonsteringssystemen mogen ammoniakwassers worden gebruikt ter voorkoming van $NH_3$-interferentie, vergiftiging van de $NO_2$/NO-omzetter en afzettingen in het bemonsteringssysteem of de analysatoren. De ammoniakwasser moet overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant worden geïnstalleerd.

9.3.2.4. Monsteropslagmedia

Bij zakbemonstering worden gasvolumes opgeslagen in voldoende reine recipiënten die zo min mogelijk gas verliezen of gaspermeatie toestaan. Er worden goede ingenieursinzichten toegepast om aanvaardbare drempelwaarden voor de reinheid en permeatie van de opslagmedia vast te stellen. Om een recipiënt schoon te maken, mag hij herhaaldelijk worden gereinigd en leeggemaakt en mag hij worden verwarmd. Er moet gebruik worden gemaakt van een flexibele recipiënt (bv. een zak) binnen een omgeving met temperatuurregeling, of van een stijve recipiënt met temperatuurregeling die eerst is leeggemaakt of die een verplaatsbare inhoud heeft, zoals een zuiger-cilinderopstelling. Er moeten recipiënten worden gebruikt die voldoen aan de specificaties in onderstaande tabel 6.6.

▼B

*Tabel 6.6*

**Materialen van recipiënten voor batchbemonstering van gassen**

| | |
|---|---|
| CO, $CO_2$, $O_2$, $CH_4$, $C_2H_6$, $C_3H_8$, NO, $NO_2$ (1) | polyvinylfluoride (PVF) (2), bv. Tedlar™, polyvinylideenfluoride (2), bv. Kynar™, polytetrafluorethyleen (3) bv. Teflon™ of roestvrij staal (3) |
| HC | polytetrafluorethyleen (4) of roestvrij staal (4) |

(1) Op voorwaarde dat watercondensatie in de recipiënt wordt voorkomen.
(2) Tot 313 K (40 °C).
(3) Tot 475 K (202 °C).
(4) Bij 464 ± 11 K (191 ± 11 °C).

9.3.3. PM-bemonstering

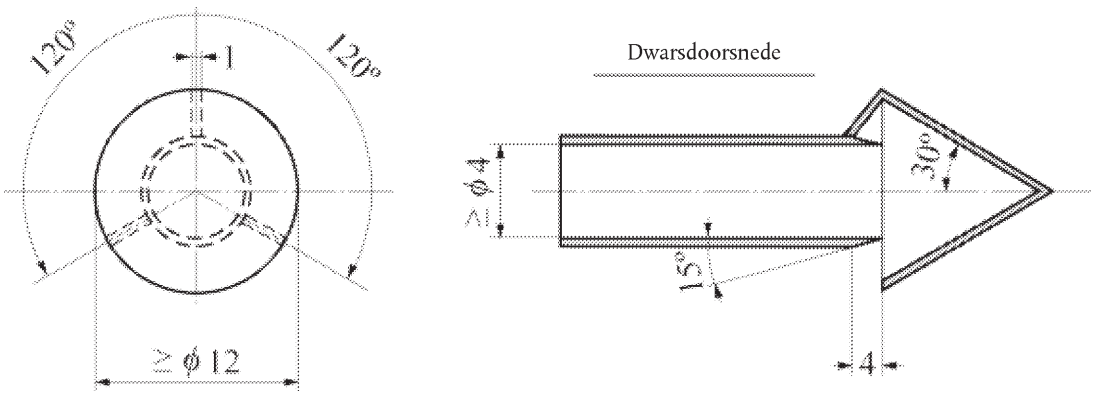
9.3.3.1. Bemonsteringssondes

Er moet gebruik worden gemaakt van PM-sondes met een enkele opening aan het uiteinde. De PM-sondes worden tegen de stroom in gericht.

De PM-sonde mag worden beschermd met een hoedje dat aan de voorschriften in figuur 6.8 voldoet. In dat geval mag de in punt 9.3.3.3 beschreven voorklasseervoorziening niet worden gebruikt.

*Figuur 6.8*

**Schema van een bemonsteringssonde met een hoedvormige voorklasseervoorziening**




9.3.3.2. Overbrengingsleidingen

Om de temperatuurverschillen tussen de overbrengingsleidingen en de uitlaatgasbestanddelen zo veel mogelijk te beperken, wordt het gebruik van geïsoleerde of verwarmde overbrengingsleidingen of een verwarmde omhulling aanbevolen. Er moeten overbrengingsleidingen worden gebruikt die niet met PM reageren en waarvan de binnenkant elektrisch geleidend is. Aanbevolen wordt PM-overbrengingsleidingen van roestvrij staal te gebruiken; andere materialen moeten dezelfde bemonsteringsprestaties hebben als roestvrij staal. De binnenkant van de PM-overbrengingsleidingen moet elektrisch geaard zijn.

9.3.3.3. Voorklasseervoorziening

Het gebruik van een voorklasseervoorziening om deeltjes met grote diameter te verwijderen, is toegestaan op voorwaarde dat zij in het verdunningssysteem meteen vóór de filterhouder wordt geïnstalleerd. Er mag maar één voorklasseervoorziening worden gebruikt. Als een hoedvormige sonde wordt gebruikt (zie figuur 6.8), is een voorklasseervoorziening verboden.

▼B

De PM-voorklasseervoorziening mag een traagheidsimpactor of een cycloonafscheider zijn. Zij moet van roestvrij staal gemaakt zijn. De voorklasseervoorziening moet volgens opgave binnen het debietbereik waarvoor zij wordt gebruikt ten minste 50 % van het PM verwijderen bij een aerodynamische diameter van 10 μm en niet meer dan 1 % van het PM bij een aerodynamische diameter van 1 μm. De uitlaat van de voorklasseervoorziening moet worden geconfigureerd met een omloop om het deeltjesmateriaalmonsterfilter, zodat de stroom van de voorziening kan worden gestabiliseerd alvorens een test te starten. Het PM-monsterfilter moet maximaal 75 cm voorbij de uitgang van de voorklasseervoorziening worden geplaatst.

9.3.3.4. Monsterfilter

Het verdunde uitlaatgas moet worden bemonsterd met een filter dat tijdens de testsequentie voldoet aan de voorschriften van de punten 9.3.3.4.1 tot en met 9.3.3.4.4.

9.3.3.4.1. Filterspecificatie

Alle filtertypen moeten een opvangrendement van ten minste 99,7 % hebben. De door de fabrikant van het monsterfilter verrichte metingen die in zijn productratings tot uiting komen, mogen worden gebruikt om aan te tonen dat aan deze eis is voldaan. Het filter moet bestaan uit:

a) met fluorkoolstof (PTFE) gecoate glasvezel; of

b) een membraan van fluorkoolstof (PTFE).

Als de verwachte netto-PM-massa op het filter meer dan 400 μg bedraagt, mag een filter met een initieel opvangrendement van ten minste 98 % worden gebruikt.

9.3.3.4.2. Filtergrootte

De nominale filterdiameter moet 46,50 ± 0,6 mm bedragen (ten minste 37 mm werkzame diameter). Met voorafgaande goedkeuring van de goedkeuringsinstantie mogen filters met een grotere diameter worden gebruikt. Aanbevolen wordt te zorgen voor evenredigheid tussen het filter en het beroete oppervlak.

9.3.3.4.3. Regeling van de verdunning en temperatuur van PM-monsters

Bij een CVS-systeem worden de PM-monsters ten minste eenmaal vóór de overbrengingsleidingen verdund en bij een PFD-systeem ten minste eenmaal voorbij de overbrengingsleidingen (zie punt 9.3.3.2 met betrekking tot de overbrengingsleidingen). ►**M2** De monstertemperatuur wordt geregeld op 320 ± 5 K (47 ± 5 °C), gemeten op gelijk welk punt binnen 200 mm vóór of 200 mm voorbij de PM-filtermedia. ◄ Het is de bedoeling dat het PM-monster voornamelijk wordt verwarmd of gekoeld door de in punt 9.2.1, onder a), gespecificeerde verdunningscondities.

9.3.3.4.4. Filteraanstroomsnelheid

De filteraanstroomsnelheid moet 0,90 tot 1,00 m/s bedragen en minder dan 5 % van de geregistreerde stroomwaarden mag dit bereik overschrijden. Bij een totale PM-massa van meer dan 400 μg mag de filteraanstroomsnelheid worden verlaagd. De aanstroomsnelheid moet worden gemeten als het volumedebiet van het monster bij de druk vóór het filter en de temperatuur van het filteroppervlak, gedeeld door het blootgestelde oppervlak van het filter. De uitlaatpijp- of CVS-tunneldruk moet worden gebruikt voor de druk vóór het filter als de drukval vanaf het PM-bemonsteringssysteem tot aan het filter minder dan 2 kPa bedraagt.

▼B

9.3.3.4.5. Filterhouder

Om turbulente depositie zo veel mogelijk te beperken en te zorgen voor een gelijkmatige PM-depositie op het filter, moet voor de overgang van de binnendiameter van de overbrengingsleiding naar de blootgestelde diameter van het filteroppervlak een divergente kegeltophoek van 12,5° (vanaf het midden) worden gebruikt. Voor die overgang moet roestvrij staal worden gebruikt.

9.3.4. PM-stabilisatieomgeving en weegomgeving voor gravimetrische analyse

9.3.4.1. Omgeving voor gravimetrische analyse

In dit onderdeel worden de twee omgevingen beschreven die nodig zijn om deeltjesmateriaal voor gravimetrische analyse te stabiliseren en te wegen: de PM-stabilisatieomgeving waarin de filters vóór de weging worden opgeslagen; en de weegomgeving waarin de balans zich bevindt. De twee omgevingen mogen zich in een dezelfde ruimte bevinden.

Zowel de stabilisatie- als de weegomgeving wordt vrijgehouden van verontreinigingen zoals stof, aerosolen of halfvluchtig materiaal, die de PM-monsters zouden kunnen verontreinigen.

9.3.4.2. Reinheid

De reinheid van de PM-stabilisatieomgeving wordt met referentiefilters geverifieerd zoals beschreven in punt 8.1.12.1.4.

9.3.4.3. Temperatuur van de kamer

De kamer (of ruimte) waarin de deeltjesfilters worden geconditioneerd en gewogen, wordt gedurende het conditioneren en wegen van de filters op een temperatuur van 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) gehouden. De vochtigheid wordt op een dauwpunt van 282,5 ± 1 K (9,5 ± 1 °C) en een relatieve vochtigheid van 45 ± 8 % gehouden. Als de stabilisatie- en de weegomgeving gescheiden zijn, wordt de stabilisatieomgeving op 295 ± 3 K (22 ± 3 °C) gehouden.

9.3.4.4. Verificatie van de omgevingsomstandigheden

Bij het gebruik van meetinstrumenten die voldoen aan de specificaties van punt 9.4, moeten de volgende omgevingsomstandigheden worden geverifieerd:

a) het dauwpunt en de omgevingstemperatuur worden geregistreerd. Aan de hand van deze waarden wordt bepaald of de stabilisatieomgeving en de weegomgeving ten minste gedurende de 60 minuten voorafgaand aan het wegen van de filters binnen de toleranties van punt 9.3.4.3 zijn gebleven;

b) binnen de weegomgeving wordt de luchtdruk continu geregistreerd. Een aanvaardbaar alternatief is een barometer te gebruiken die de luchtdruk buiten de weegomgeving meet, op voorwaarde dat kan worden gegarandeerd dat de luchtdruk bij de balans nooit meer dan ± 100 Pa van de gedeelde luchtdruk afwijkt. Er moet voor worden gezorgd dat op het ogenblik waarop elk PM-monster wordt gewogen, de recentste luchtdruk wordt geregistreerd. ►**M2** Deze waarde wordt gebruikt om overeenkomstig punt 8.1.13.2 de correctie van het PM-monsterfilter voor de opwaartse kracht te berekenen. ◄

9.3.4.5. Installatie van de balans

De balans wordt als volgt geïnstalleerd:

a) op een trillingsisolatieplatform om hem tegen geluid en trillingen van buitenaf te beschermen;

▼B

b) beschermd tegen convectieve luchtstromen met een elektrisch geaard tochtscherm met statische dissipatie.

9.3.4.6. Statische elektrische lading

In de omgeving van de balans wordt de statische elektrische lading zo veel mogelijk beperkt, en wel als volgt:

a) de balans wordt elektrisch geaard;

b) als de PM-monsters handmatig worden verplaatst, worden roestvrijstalen pincetten gebruikt;

c) de pincetten worden van een aardingskabel voorzien of de operateur wordt zodanig met een aardingskabel verbonden dat de aardingskabel en de balans een gemeenschappelijke aarding hebben;

d) om de statische lading uit de PM-monsters te verwijderen, wordt gebruikgemaakt van een neutralisator van statische elektriciteit die samen met de balans elektrisch is geaard.

9.4. Meetinstrumenten

9.4.1. Inleiding

9.4.1.1. Toepassingsgebied

Dit punt bevat de eisen voor meetinstrumenten en bijbehorende systemen in verband met emissietests. Het betreft onder meer laboratoriuminstrumenten voor het meten van motorparameters, omgevingsomstandigheden, stroomgerelateerde parameters en emissieconcentraties (ruw of verdund).

9.4.1.2. Typen instrumenten

Elk in deze verordening genoemd instrument moet worden gebruikt zoals beschreven in de verordening zelf (zie tabel 6.5 voor de met deze instrumenten gemeten grootheden). Telkens wanneer een in deze verordening genoemd instrument op een andere dan de beschreven wijze wordt gebruikt of er in plaats daarvan een ander instrument wordt gebruikt, zijn de gelijkwaardigheidsbepalingen van punt 5.1.1 van toepassing. ►**M2** Wanneer voor een bepaalde meting meer dan een instrument wordt gespecificeerd, duidt de goedkeuringsinstantie op verzoek een ervan aan als referentie-instrument voor het aantonen dat een alternatieve procedure gelijkwaardig is met de gespecificeerde procedure. ◄

9.4.1.3. Redundante systemen

►**M2** Voor alle in dit punt beschreven meetinstrumenten geldt dat, met voorafgaande toestemming van de goedkeuringsinstantie, voor de berekening van testresultaten voor één test gegevens van meerdere instrumenten mogen worden gebruikt. ◄ De resultaten van alle metingen worden geregistreerd en de ruwe gegevens worden behouden. Deze eis geldt ongeacht of de metingen al dan niet in de berekeningen worden gebruikt.

9.4.2. Gegevensregistratie en regeling

Het testsysteem moet in staat zijn gegevens te updaten, gegevens te registreren en systemen op vraag van de operator, alsook de dynamometer, de bemonsteringsapparatuur en de meetinstrumenten, te regelen. Er moet gebruik worden gemaakt van gegevensverzamel- en regelsystemen die met de in tabel 6.7 gespecificeerde minimumfrequentie kunnen registreren (deze tabel is niet van toepassing op tests volgens de NRSC met specifieke modi).

▼B

*Tabel 6.7*

**Minimumfrequenties voor gegevensregistratie en regeling**

| Toepasselijk onderdeel van het testprotocol | Gemeten waarden | Minimale bevel- en regelfrequentie | Minimale registratie-frequentie |
|---|---|---|---|
| 7.6. | Toerental en koppel tijdens een stapsgewijze motorkarakteristiekbepaling | 1 Hz | 1 gemiddelde waarde per stap |
| 7.6. | Toerental en koppel tijdens een motorkarakteristiekbepaling met continue toerentalverhoging | 5 Hz | 1 Hz-gemiddelde |
| 7.8.3. | Referentie- en feedbacktoerentallen en -koppels voor transiënte bedrijscycli (NRTC en LSI-NRTC) | 5 Hz | 1 Hz-gemiddelde |
| 7.8.2. | Referentie- en feedbacktoerentallen en -koppels voor NRSC met specifieke modi en RMC | 1 Hz | 1 Hz |
| 7.3. | Continue concentraties van analysatoren voor ruw uitlaatgas | n.v.t. | 1 Hz |
| 7.3. | Continue concentraties van analysatoren voor verdund uitlaatgas | n.v.t. | 1 Hz |
| 7.3. | Batchconcentraties van analysatoren voor ruw of verdund uitlaatgas | n.v.t. | 1 gemiddelde waarde per testinterval |
| 7.6.<br>8.2.1. | Verdunduitlaatgasdebiet van een CVS met een warmtewisselaar vóór de stroommeting | n.v.t. | 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Verdunduitlaatgasdebiet van een CVS zonder warmtewisselaar vóór de stroommeting | 5 Hz | 1 Hz-gemiddelde |
| 7.6.<br>8.2.1. | Inlaatlucht- of uitlaatgasdebiet (bij transiënte meting ruw uitlaatgas) | n.v.t. | 1 Hz-gemiddelde |
| 7.6.<br>8.2.1. | Verdunningslucht, indien actief geregeld | 5 Hz | 1 Hz-gemiddelde |
| 7.6.<br>8.2.1. | Monsterstroom van een CVS met warmtewisselaar | 1 Hz | 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Monsterstroom van een CVS zonder warmtewisselaar | 5 Hz | 1 Hz-gemiddelde |

9.4.3. Specificaties met betrekking tot de prestaties van meetinstrumenten

9.4.3.1. Overzicht

Het gehele testsysteem moet voldoen aan alle toepasselijke criteria voor kalibraties, verificaties en de testvalidering in punt 8.1, met inbegrip van de voorschriften van de punten 8.1.4 en 8.2 inzake lineariteitscontrole. De instrumenten moeten voor alle tijdens de tests te gebruiken bereiken voldoen aan de specificaties in tabel 6.7. Voorts moeten alle van de fabrikanten van de instrumenten ontvangen documenten worden bewaard waaruit blijkt dat de instrumenten aan de specificaties in tabel 6.7 voldoen.

▼B

9.4.3.2. Voorschriften voor onderdelen

Tabel 6.8 geeft de specificaties van koppel-, toerental- en drukopnemers, temperatuur- en dauwpuntsensoren en andere instrumenten. Het volledige systeem voor het meten van de gegeven fysische en/of chemische grootheid moet voldoen aan de lineariteitsverificatievoorschriften in punt 8.1.4. Voor metingen van gasvormige emissies mogen analysatoren worden gebruikt met compensatiealgoritmen die een functie zijn van andere gemeten gasvormige bestanddelen en van de brandstofeigenschappen bij de specifieke motortest. Een compensatiealgoritme mag alleen compensatie bieden voor verschuivingen en mag niet van invloed zijn op de grootte (d.w.z. geen vertekening).

*Tabel 6.8*

**Aanbevolen specificaties met betrekking tot de prestaties van meetinstrumenten**

| Meetinstrument | Symbool van de gemeten grootheid | Stijgtijd van het volledige systeem | Updatefrequentie van de registratie | Nauwkeurigheid (a) | Herhaalbaarheid (a) |
|---|---|---|---|---|---|
| Motortoerentalopnemer | n | 1 s | 1 Hz-gemiddelde | 2,0 % van pt. of 0,5 % van max. | 1,0 % van pt. of 0,25 % van max. |
| Motorkoppelopnemer | T | 1 s | 1 Hz-gemiddelde | 2,0 % van pt. of 1,0 % van max. | 1,0 % van pt. of 0,5 % van max. |
| Brandstofstroommeter (brandstoftotalisator) | | 5 s (n.v.t.) | 1 Hz (n.v.t.) | 2,0 % van pt. of 1,5 % van max. | 1,0 % van pt. of 0,75 % van max. |
| Meter voor totaal verdund uitlaatgas (CVS) (met warmtewisselaar vóór meter) | | 1 s (5 s) | 1 Hz-gemiddelde (1 Hz) | 2,0 % van pt. of 1,5 % van max. | 1,0 % van pt. of 0,75 % van max. |
| Meters voor verdunningslucht, inlaatlucht, uitlaatgas en monsterstroom | | 1 s | 1 Hz-gemiddelde van 5 Hz-monsters | 2,5 % van pt. of 1,5 % van max. | 1,25 % van pt. of 0,75 % van max. |
| Continue analysator ruw uitlaatgas | x | 5 s | 2 Hz | 2,0 % van pt. of 2,0 % van meas. | 1,0 % van pt. of 1,0 % van meas. |
| Continue analysator verdund uitlaatgas | x | 5 s | 1 Hz | 2,0 % van pt. of 2,0 % van meas. | 1,0 % van pt. of 1,0 % van meas. |
| Continue gasanalysator | x | 5 s | 1 Hz | 2,0 % van pt. of 2,0 % van meas. | 1,0 % van pt. of 1,0 % van meas. |
| Batchgasanalysator | x | n.v.t. | n.v.t. | 2,0 % van pt. of 2,0 % van meas. | 1,0 % van pt. of 1,0 % van meas. |

▼B

| Meetinstrument | Symbool van de gemeten grootheid | Stijgtijd van het volledige systeem | Updatefrequentie van de registratie | Nauwkeurigheid (a) | Herhaalbaarheid (a) |
|---|---|---|---|---|---|
| Gravimetrische PM-balans | $m_{PM}$ | n.v.t. | n.v.t. | zie punt 9.4.11. | 0,5 µg |
| Traagheids-PM-balans | $m_{PM}$ | 5 s | 1 Hz | 2,0 % van pt. of 2,0 % van meas. | 1,0 % van pt. of 1,0 % van meas. |

(a) De nauwkeurigheid en de herhaalbaarheid worden bepaald met dezelfde verzamelde gegevens zoals beschreven in punt 9.4.3, en worden gebaseerd op absolute waarden. „pt." staat voor de bij de emissiegrenswaarde verwachte totale gemiddelde waarde; „max." staat voor de tijdens de bedrijfscyclus bij de emissiegrenswaarde verwachte piekwaarde en niet voor het maximumbereik van het instrument; „meas." staat voor het tijdens de bedrijfscyclus gemeten werkelijke gemiddelde.

9.4.4. Meting van de motorparameters en de omgevingsomstandigheden

9.4.4.1. Toerental- en koppelsensoren

9.4.4.1.1. Toepassing

De instrumenten voor het meten van de arbeidsinput en –output tijdens de werking van de motor moeten voldoen aan de specificaties van dit punt. Er worden sensoren, opnemers en meters aanbevolen die voldoen aan de specificaties in tabel 6.8. Alle systemen voor het meten van de arbeidsinput en –output moeten voldoen aan de lineariteitsverificatievoorschriften in punt 8.1.4.

9.4.4.1.2. Asarbeid

De arbeid en het vermogen worden berekend aan de hand van de output van de toerental- en koppelopnemers overeenkomstig punt 9.4.4.1. Alle systemen voor het meten van toerental en koppel moeten voldoen aan de kalibratie- en verificatievoorschriften in de punten 8.1.7 en 8.1.4.

Het koppel dat door de traagheid van met het vliegwiel verbonden versnellende en vertragende onderdelen zoals de aandrijfas- en dynamometerrotor wordt teweeggebracht, moet zo nodig op basis van goede ingenieursinzichten worden gecompenseerd.

9.4.4.2. Drukopnemers en temperatuur- en dauwpuntsensoren

Alle systemen voor het meten van druk, temperatuur en dauwpunt moeten voldoen aan de kalibratievoorschriften in punt 8.1.7.

De drukopnemers moeten in een omgeving met temperatuurregeling worden geplaatst of moeten voor temperatuurwijzigingen over hun verwachte werkingsbereik worden gecompenseerd. De materialen van de opnemers moeten compatibel zijn met de vloeistof die wordt gemeten.

9.4.5. Stroommetingen

Bij elk type stroommeter (brandstofstroommeter, inlaatluchtstroommeter, stroommeter voor ruw of verdund uitlaatgas, monsterstroommeter) moet de stroom zo nodig worden geconditioneerd om te voorkomen dat een zog, wervelingen, circulatiestromen of debietwisselingen de nauwkeurigheid of herhaalbaarheid van de meter beïnvloeden. Bij bepaalde meters kan dit door een rechte leiding van voldoende lengte (bv. een lengte van ten minste 10 pijpdiameters) of speciaal ontworpen bochtstukken, vinvormige stabilisatoren of meetdiafragma's (of pneumatische drukschommelingsdempers bij de brandstofstroommeter) te gebruiken om vóór de meter een stabiel en voorspelbaar snelheidsprofiel tot stand te brengen.

▼B

9.4.5.1. Brandstofstroommeter

Het volledige systeem voor het meten van de brandstofstroom moet voldoen aan de kalibratievoorschriften in punt 8.1.8.1. Bij elke meting van de brandstofstroom moet rekening worden gehouden met brandstof die via een omloop om de motor heen stroomt of die van de motor naar de brandstoftank terugkeert.

9.4.5.2. Inlaatluchtstroommeter

Het volledige systeem voor het meten van de inlaatluchtstroom moet voldoen aan de kalibratievoorschriften in punt 8.1.8.2.

9.4.5.3. Stroommeter voor ruw uitlaatgas

9.4.5.3.1. Voorschriften voor onderdelen

Het volledige systeem voor het meten van de ruwe uitlaatgasstroom moet voldoen aan de lineariteitsvoorschriften in punt 8.1.4. Elke meter voor ruw uitlaatgas moet zodanig zijn ontworpen dat wijzigingen in de thermodynamische toestand, de vloeistofeigenschappen en de samenstelling van het ruwe uitlaatgas naar behoren worden gecompenseerd.

9.4.5.3.2. Responstijd van de stroommeter

►M2 Om een partiëlestroomverdunningssysteem zo te regelen dat een evenredig monster van het ruwe uitlaatgas wordt genomen, moet de responstijd van de stroommeter sneller zijn dan aangegeven in tabel 6.8. ◄ Bij partiëlestroomverdunningssystemen met online-regeling moet de responstijd van de stroommeter voldoen aan de specificaties van punt 8.2.1.2.

9.4.5.3.3. Koeling van het uitlaatgas

Dit punt is niet van toepassing op koeling van uitlaatgas als gevolg van het ontwerp van de motor, bijvoorbeeld met watergekoelde uitlaatspruitstukken of turbocompressoren.

Koeling van het uitlaatgas vóór de stroommeter is toegestaan met de volgende beperkingen:

a) voorbij de koeling mag er geen PM worden bemonsterd;

b) als de koeling de uitlaatgastemperatuur van meer dan 475 K (202 °C) tot minder dan 453 K (180 °C) doet dalen, mag er voorbij de koeling geen HC worden bemonsterd;

c) als de koeling watercondensatie veroorzaakt, mag er voorbij de koeling geen $NO_x$ worden bemonsterd tenzij de koeler voldoet aan de verificatie van de prestaties in punt 8.1.11.4;

d) als de koeling watercondensatie veroorzaakt voordat de stroom een stroommeter bereikt, moeten dauwpunt $T_{dew}$ en druk $p_{total}$ bij de inlaat van de stroommeter worden gemeten. Deze waarden moeten bij de emissieberekeningen overeenkomstig bijlage VII worden gebruikt.

9.4.5.4. Verdunningsluchtmeters en stroommeters voor verdund uitlaatgas

9.4.5.4.1. Toepassing

Voor het bepalen van het momentane debiet van een verdunde uitlaatgasstroom of de totale verdunde uitlaatgasstroom tijdens een testinterval wordt een stroommeter voor verdund uitlaatgas gebruikt. Het debiet van een ruwe uitlaatgasstroom of de totale ruwe uitlaatgasstroom tijdens een testinterval mag worden berekend aan de hand van het verschil tussen een stroommeter voor verdund uitlaatgas en een verdunningsluchtmeter.

▼B

9.4.5.4.2. Voorschriften voor onderdelen

Het volledige systeem voor het meten van de verdunde uitlaatgasstroom moet voldoen aan de kalibratie- en verificatievoorschriften in de punten 8.1.8.4 en 8.1.8.5. De volgende meters mogen worden gebruikt:

a) bij constantvolumebemonstering (CVS) van de totale verdunde uitlaatgasstroom, mogen een kritischestroomventuri (CFV) of meerdere parallel geschakelde kritischestroomventuri's, een verdringerpomp (PDP), een subsonische venturi (SSV) of een ultrasone stroommeter (UFM) worden gebruikt. Gecombineerd met een daarvóór geplaatste warmtewisselaar, zal een CFV of een PDP ook als passieve stroomregelaar functioneren door de temperatuur van het verdunde uitlaatgas in een CVS-systeem constant te houden;

b) bij het partiëlestroomverdunningssysteem (PFD-systeem) mag de combinatie van een stroommeter met een actief stroomregelsysteem worden toegepast om de evenredige bemonstering van uitlaatgasbestanddelen te handhaven. Om evenredige bemonstering te handhaven mogen de totale stroom van verdund uitlaatgas of een of meer monsterstromen, dan wel een combinatie van deze stromen worden geregeld.

Bij alle andere verdunningssystemen mag een laminair stroomelement, een ultrasone stroommeter, een subsonische venturi, een kritischestroomventuri of meerdere parallel geschakelde kritischestroomventuri's, een positieveverplaatsingsmeter, een thermischemassameter, een middelingspitotbuis of een hittedraadanemometer worden gebruikt.

9.4.5.4.3. Koeling van het uitlaatgas

Het verdunde uitlaatgas vóór een stroommeter voor verdund uitlaatgas mag worden gekoeld op voorwaarde dat de volgende bepalingen in acht worden genomen:

a) voorbij de koeling mag er geen PM worden bemonsterd;

b) als de koeling de uitlaatgastemperatuur van meer dan 475 K (202 °C) tot minder dan 453 K (180 °C) doet dalen, mag er voorbij de koeling geen HC worden bemonsterd;

c) als de koeling watercondensatie veroorzaakt, mag er voorbij de koeling geen $NO_x$ worden bemonsterd tenzij de koeler voldoet aan de verificatie van de prestaties in punt 8.1.11.4;

d) als de koeling watercondensatie veroorzaakt voordat de stroom een stroommeter bereikt, moeten dauwpunt $T_{dew}$ en druk $p_{total}$ bij de inlaat van de stroommeter worden gemeten. Deze waarden moeten bij de emissieberekeningen overeenkomstig bijlage VII worden gebruikt.

9.4.5.5. Monsterstroommeter voor batchbemonstering

Voor het bepalen van de monsterdebieten of de totale bemonsterde stroom tijdens een testinterval in een batchbemonsteringssysteem wordt een monsterstroommeter gebruikt. Het verschil tussen twee stroommeters mag worden gebruikt om de monsterstroom in een verdunningstunnel bijvoorbeeld voor PM-meting met partiële stroomverdunning of met secundaire verdunningsstroom te berekenen. De specificaties voor differentiaalstroommeting om een evenredig monster van het ruwe uitlaatgas te nemen zijn opgenomen in punt 8.1.8.6.1 en die voor de kalibratie van de differentiaalstroommeting in punt 8.1.8.6.2.

Het volledige systeem voor de monsterstroommeter moet voldoen aan de kalibratievoorschriften in punt 8.1.8.

▼B

9.4.5.6. Gasverdeler

Er mag een gasverdeler worden gebruikt om kalibratiegassen te mengen.

Er wordt gebruikgemaakt van een gasverdeler die gassen mengt overeenkomstig de specificaties van punt 9.5.1 en volgens de tijdens de tests verwachte concentraties. Er mogen kritischestroomgasverdelers, capillaire gasverdelers of gasverdelers met thermischemassameter worden gebruikt. Zo nodig worden viscositeitscorrecties toegepast (als dat niet door de interne software van de gasverdeler wordt gedaan) om te zorgen voor een correcte gasverdeling. Het gasverdelersysteem moet voldoen aan de linearitеitsverificatievoorschriften in punt 8.1.4.5. Facultatief mag de mengvoorziening worden gecontroleerd met een instrument dat van nature lineair is, bv. door NO-gas te gebruiken met een CLD. De ijkwaarde van het instrument wordt bijgesteld met het direct op het instrument aangesloten ijkgas. De gasverdeler wordt bij de gebruikte instellingen gecontroleerd en de nominale waarde wordt met de gemeten concentratie van het instrument vergeleken.

9.4.6. CO- en $CO_2$-metingen

Er moet een niet-dispersieve infraroodanalysator (NDIR-analysator) worden gebruikt om bij continue of batchbemonstering de CO- en $CO_2$-concentratie in ruw of verdund uitlaatgas te meten.

▼M2

Het NDIR-systeem moet voldoen aan de kalibratie- en verificatievoorschriften in punt 8.1.9.1 of 8.1.9.2, naargelang het geval.

▼B

9.4.7. Koolwaterstofmetingen

9.4.7.1. Vlamionisatiedetector

9.4.7.1.1. Toepassing

Een verwarmde vlamionisatiedetector (HFID-analysator) wordt gebruikt om bij continue of batchbemonstering de koolwaterstofconcentratie in ruw of verdund uitlaatgas te meten. De koolwaterstofconcentratie wordt bepaald op basis van een koolstofgetal van één ($C_1$). De verwarmde FID-analysatoren moeten alle aan emissies blootgestelde oppervlakken op een temperatuur van 464 ± 11 K (191 ± 11 °C) houden. Bij motoren op aardgas en lpg en SI-motoren mag ook een niet-verwarmde vlamionisatiedetector (FID) als koolwaterstofanalysator worden gebruikt.

9.4.7.1.2. Voorschriften voor onderdelen

Het FID-systeem voor het meten van THC moet voldoen aan alle verificatievoorschriften voor het meten van koolwaterstoffen in punt 8.1.10.

9.4.7.1.3. FID-brandstof en branderlucht

De FID-brandstof en de branderlucht moeten voldoen aan de specificaties van punt 9.5.1. De FID-brandstof en de branderlucht mogen niet mengen voordat zij in de FID-analysator stromen om ervoor te zorgen dat de FID-analysator met een diffusievlam en niet met een voorgemengde vlam werkt.

9.4.7.1.4. Gereserveerd

9.4.7.1.5. Gereserveerd

9.4.7.2. Gereserveerd

9.4.8. $NO_x$-metingen

▼B

Voor $NO_x$-meting zijn twee meetinstrumenten gespecificeerd die beide mogen worden gebruikt op voorwaarde dat zij voldoen aan de criteria van punt 9.4.8.1, respectievelijk 9.4.8.2. De chemiluminescentiedetector moet als referentieprocedure worden gebruikt om met elke in punt 5.1.1 voorgestelde alternatieve meetprocedure te vergelijken.

9.4.8.1. Chemiluminescentiedetector

9.4.8.1.1. Toepassing

Bij continue of batchbemonstering wordt een aan een $NO_2$/NO-omzetter gekoppelde chemiluminescentiedetector (CLD) gebruikt om de $NO_x$-concentratie in ruw of verdund uitlaatgas te meten.

9.4.8.1.2. Voorschriften voor onderdelen

Het CLD-systeem moet voldoen aan de voorschriften in punt 8.1.11.1 betreffende de quenchverificatie. Er mag een verwarmde of niet-verwarmde CLD worden gebruikt en de gebruikte CLD mag bij luchtdruk of onder vacuüm functioneren.

9.4.8.1.3. $NO_2$/NO-omzetter

Vóór de CLD moet een interne of externe $NO_2$/NO-omzetter worden geplaatst die voldoet aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.5, terwijl de omzetter met een omloop moet worden geconfigureerd om deze verificatie te vergemakkelijken.

9.4.8.1.4. Effecten van vochtigheid

Alle CLD-temperaturen moeten worden gehandhaafd om watercondensatie te voorkomen. Om vóór een CLD vocht uit een monster te verwijderen, moet een van de volgende configuraties worden gebruikt:

a) een CLD wordt aangesloten voorbij een droger of koeler die zich voorbij een $NO_2$/NO-omzetter bevindt die voldoet aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.5;

b) een CLD wordt aangesloten voorbij een droger of thermische koeler die voldoet aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.4.

9.4.8.1.5. Responstijd

Er mag een verwarmde CLD worden gebruikt om de responstijd van de CLD te verbeteren.

9.4.8.2. Niet-dispersieve ultravioletanalysator

9.4.8.2.1. Toepassing

Een niet-dispersieve ultravioletanalysator (NDUV-analysator) wordt gebruikt om bij continue of batchbemonstering de $NO_x$-concentratie in ruw of verdund uitlaatgas te meten.

9.4.8.2.2. Voorschriften voor onderdelen

Het NDUV-systeem moet voldoen aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.3.

9.4.8.2.3. $NO_2$/NO-omzetter

Als de NDUV-analysator alleen NO meet, wordt een interne of externe $NO_2$/NO-omzetter die aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.5 voldoet, vóór de NDUV-analysator geplaatst. De omzetter wordt met een omloop geconfigureerd om deze verificatie te vergemakkelijken.

▼B

9.4.8.2.4. Effecten van vochtigheid

De NDUV-temperatuur moet worden gehandhaafd om watercondensatie te voorkomen, tenzij een van de volgende configuraties wordt gebruikt:

a) een NDUV wordt aangesloten voorbij een droger of koeler die zich voorbij een $NO_2$/NO-omzetter bevindt die voldoet aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.5;

b) een NDUV wordt aangesloten voorbij een droger of thermische koeler die voldoet aan de verificatievoorschriften in punt 8.1.11.4.

9.4.9. $O_2$-metingen

Voor de meting van de $O_2$-concentratie in ruw of verdund uitlaatgas wordt bij continue of batchbemonstering een paramagnetische detector (PMD-analysator) of een magnetopneumatische detector (MPD-analysator) gebruikt.

9.4.10. Metingen van de lucht-brandstofverhouding

Bij continue bemonstering mag een zirkoniumanalysator ($ZrO_2$-analysator) worden gebruikt om de lucht-brandstofverhouding in ruw uitlaatgas te meten. $O_2$-metingen mogen samen met inlaatlucht- of brandstofstroommetingen worden gebruikt om het uitlaatgasdebiet overeenkomstig bijlage VII te berekenen.

9.4.11. PM-metingen met gravimetrische balans

Voor het wegen van het op monsterfiltermedia opgevangen netto-PM wordt een balans gebruikt.

Als minimumvoorschrift geldt dat de balansresolutie gelijk moet zijn aan of lager dan de in tabel 6.8 aanbevolen herhaalbaarheid van 0,5 microgram. Als de balans interne kalibratiegewichten gebruikt voor routine-ijking en lineariteitsverificaties, moeten de kalibratiegewichten voldoen aan de specificaties in punt 9.5.2.

De balans moet voor een optimale stabilisatietijd en stabiliteit op haar locatie worden geconfigureerd.

9.4.12. Metingen van ammoniak ($NH_3$)

▼M2

Er mag overeenkomstig aanhangsel 4 een fouriertransformatie-infraroodanalysator (FTIR), een niet-dispersieve ultravioletanalysator (NDUV) of een laser-infraroodanalysator worden gebruik.

▼B

9.5. Analysegassen en massastandaarden

9.5.1. Analysegassen

De analysegassen moeten voldoen aan de nauwkeurigheids- en zuiverheidsspecificaties van dit onderdeel.

9.5.1.1. Gasspecificaties

De volgende gasspecificaties moeten in acht worden genomen:

a) er worden gezuiverde gassen gebruikt om met kalibratiegassen te mengen en de meetinstrumenten zodanig bij te stellen dat een nulrespons wordt verkregen op een nulkalibratiestandaard. De verontreiniging van de gebruikte gassen mag in de gascilinder of bij de uitlaat van een nulgasgenerator niet hoger zijn dan de hoogste van de volgende waarden:

▼M2

i) 2 % verontreiniging, gemeten ten opzichte van de bij de emissiegrenswaarde verwachte gemiddelde concentratie. Als bijvoorbeeld een CO-concentratie van 100,0 μmol/mol wordt verwacht, zou het zijn toegestaan een nulgas te gebruiken met een CO-verontreiniging van minder dan of gelijk aan 2 000 μmol/mol;

▼B

ii) een verontreiniging zoals gespecificeerd in tabel 6.9, die geldt voor ruwe of verdunde metingen;

iii) een verontreiniging zoals gespecificeerd in tabel 6.10, die geldt voor ruwe metingen.

*Tabel 6.9*

**Verontreinigingsgrenswaarden voor ruwe of verdunde metingen [μmol/mol = ppm]**

| Bestanddeel | Gezuiverde synthetische lucht (a) | Gezuiverd $N_2$ (a) |
|---|---|---|
| THC ($C_1$-equivalent) | ≤ 0,05 μmol/mol | ≤ 0,05 μmol/mol |
| CO | ≤ 1 μmol/mol | ≤ 1 μmol/mol |
| ▼M2 $CO_2$ | ≤ 10 μmol/mol | ≤ 10 μmol/mol |
| ▼B $O_2$ | 0,205 tot 0,215 mol/mol | ≤ 2 μmol/mol |
| $NO_x$ | ≤ 0,02 μmol/mol | ≤ 0,02 μmol/mol |

(a) Deze zuiverheidsniveaus hoeven niet herleidbaar te zijn naar internationaal en/of nationaal erkende standaarden.

*Tabel 6.10*

**Verontreinigingsgrenswaarden voor ruwe metingen [μmol/mol = ppm]**

| Bestanddeel | Gezuiverde synthetische lucht (a) | Gezuiverd $N_2$ (a) |
|---|---|---|
| THC ($C_1$-equivalent) | ≤ 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 tot 0,21 mol/mol | — |
| $NO_x$ | ≤ 0,1 μmol/mol | ≤ 0,1 μmol/mol |

(a) Deze zuiverheidsniveaus hoeven niet herleidbaar te zijn naar internationaal en/of nationaal erkende standaarden.

b) bij een FID-analysator worden de volgende gassen gebruikt:

i) FID-brandstof met een $H_2$-concentratie van 0,39 tot 0,41 mol/mol, rest He of $N_2$. Het mengsel mag niet meer dan 0,05 μmol/mol THC bevatten;

▼B

ii) FID-branderlucht die voldoet aan de specificaties van gezuiverde lucht onder a);

iii) FID-nulgas. Vlamionisatiedetectoren worden op nul gezet met gezuiverd gas dat voldoet aan de specificaties onder a), behalve dat bij gezuiverd gas de $O_2$-concentratie onbepaald is;

iv) FID-propaanijkgas. De THC-FID wordt met ijkconcentraties van propaan ($C_3H_8$) geijkt en gekalibreerd. Hij wordt gekalibreerd op basis van een koolstofgetal van één ($C_1$).

v) gereserveerd;

c) de volgende gasmengsels moeten worden gebruikt, met gassen die herleidbaar zijn tot op ± 1,0 % van de werkelijke waarde naar internationaal en/of nationaal erkende standaarden of andere goedgekeurde gasstandaarden:

▼M2

i) $CH_4$, rest gezuiverde synthetische lucht en/of $N_2$ (naargelang het geval);

▼B

ii) gereserveerd;

iii) $C_3H_8$, rest gezuiverde synthetische lucht en/of $N_2$ (naargelang het geval);

iv) CO, rest gezuiverd $N_2$;

v) $CO_2$, rest gezuiverd $N_2$;

vi) NO, rest gezuiverd $N_2$;

vii) $NO_2$, rest gezuiverde synthetische lucht;

viii) $O_2$, rest gezuiverd $N_2$;

ix) $C_3H_8$, CO, $CO_2$, NO, rest gezuiverd $N_2$;

x) $C_3H_8$, $CH_4$, CO, $CO_2$, NO, rest gezuiverd $N_2$;

d) gassen van andere soorten dan die onder c) mogen worden gebruikt (bv. methanol in lucht om responsfactoren te bepalen), op voorwaarde dat zij herleidbaar zijn tot op ± 3,0 % van de werkelijke waarde naar internationaal en/of nationaal erkende standaarden en zij voldoen aan de stabiliteitsvoorschriften van punt 9.5.1.2;

e) eigen kalibratiegassen mogen met een precisiemengvoorziening zoals een gasverdeler worden gegenereerd om gassen met gezuiverd $N_2$ of met gezuiverde synthetische lucht te mengen. Als de gasverdelers voldoen aan de specificaties van punt 9.4.5.6 en de gassen die worden gemengd, voldoen aan de voorschriften onder a) en c) van dit punt, worden de desbetreffende mengsels geacht te voldoen aan de voorschriften van dit punt 9.5.1.1.

9.5.1.2. Concentratie en houdbaarheidsdatum

De concentratie van elke kalibratiegasstandaard en de door de gasleverancier aangegeven houdbaarheidsdatum worden geregistreerd.

a) Geen enkel kalibratiegas mag na de houdbaarheidsdatum worden gebruikt, tenzij dit uit hoofde van punt b) is toegestaan.

▼M2

b) Kalibratiegassen mogen na de houdbaarheidsdatum opnieuw worden geëtiketteerd en gebruikt als dat van tevoren door de goedkeuringsinstantie wordt goedgekeurd.

▼B

9.5.1.3. Overbrenging van gassen

De gassen worden van hun bron naar de analysatoren overgebracht met onderdelen die bestemd zijn om alleen die gassen te regelen en over te brengen.

▼M2

———————

▼B

9.5.2. Massastandaarden

Voor de PM-balans worden kalibratiegewichten gebruikt die zijn gecertificeerd als tot op ± 0,1 % herleidbaar naar internationaal en/of nationaal erkende standaarden. De kalibratiegewichten mogen worden gecertificeerd door gelijk welk kalibratielaboratorium dat bevoegd is voor de herleidbaarheid naar internationaal en/of nationaal erkende standaarden. Er moet op worden toegezien dat het laagste kalibratiegewicht niet meer dan tienmaal de massa van een ongebruikt PM-monstermedium heeft. In het kalibratierapport wordt ook de dichtheid van de gewichten aangegeven.

▼B

*Aanhangsel 1*

**Apparatuur voor het meten van deeltjesaantalemissies**

1. **Testprocedure voor de meting**

1.1. Bemonstering

De deeltjesaantalemissies worden gemeten door continue bemonstering van hetzij een partiëlestroomverdunningssysteem zoals beschreven in punt 9.2.3 van deze bijlage, hetzij een volledigestroomverdunningssysteem zoals beschreven in punt 9.2.2 van deze bijlage.

1.1.1. Filtratie van het verdunningsmiddel

Voer het verdunningsmiddel dat voor zowel de primaire als, in voorkomend geval, de secundaire verdunning van het uitlaatgas in het verdunningssysteem wordt gebruikt, door filters die voldoen aan de voorschriften voor deeltjesluchtfilters met hoog rendement (HEPA-filters), zoals gedefinieerd in artikel 1, punt 19. Het verdunningsmiddel mag eventueel koolstof zijn dat wordt gewassen voordat het door het HEPA-filter wordt gevoerd om de koolwaterstofconcentraties in het verdunningsmiddel te verminderen en te stabiliseren. Aanbevolen wordt om vóór het HEPA-filter en na de eventueel gebruikte koolstofwasser een extra grovedeeltjesfilter te plaatsen.

1.2. Compensatie voor de deeltjesaantalmonsterstroom bij volledigestroomverdunningssystemen

Voer, om de voor deeltjesaantalbemonstering aan het verdunningssysteem onttrokken massastroom te compenseren, de onttrokken (gefiltreerde) massastroom terug naar het verdunningssysteem. Als alternatief mag de totale massastroom in het verdunningssysteem mathematisch voor de onttrokken deeltjesaantalmonsterstroom worden gecorrigeerd. Indien de totale voor deeltjesaantal- en deeltjesmassabemonstering aan het verdunningssysteem onttrokken massastroom minder dan 0,5 % van de totale verdunde uitlaatgasstroom in de verdunningstunnel (med) bedraagt, mag deze correctie of terugvoer achterwege worden gelaten.

1.3. Compensatie voor de deeltjesaantalmonsterstroom bij partiëlestroomverdunningssystemen

1.3.1. Bij partiëlestroomverdunningssystemen wordt de voor deeltjesaantalbemonstering aan het verdunningssysteem onttrokken massastroom bij het controleren van de evenredigheid van de bemonstering gecompenseerd. Dit is mogelijk door hetzij de deeltjesaantalmonsterstroom vóór de stroommeter naar het verdunningssysteem terug te voeren, hetzij door mathematische correctie zoals beschreven in punt 1.3.2. In het geval van partiëlestroomverdunningssystemen van het type met totale bemonstering wordt de voor deeltjesaantalbemonstering onttrokken massastroom eveneens bij de deeltjesmassaberekening gecorrigeerd zoals beschreven in punt 1.3.3.

1.3.2. Corrigeer het momentane uitlaatgasdebiet naar het verdunningssysteem ($q_{mp}$), aan de hand waarvan de evenredigheid van de bemonstering wordt gecontroleerd, volgens een van de volgende methoden:

a) indien de onttrokken deeltjesaantalmonsterstroom wordt afgevoerd, wordt vergelijking (6-20) in punt 8.1.8.6.1 van deze bijlage vervangen door vergelijking (6-29):

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

▼B

waarbij:

$q_{mdew}$ = massadebiet van het verdunde uitlaatgas, kg/s

$q_{mdw}$ = massadebiet van de verdunningslucht, kg/s

$q_{ex}$ = massadebiet van het deeltjesaantalmonster, kg/s

Het naar de partiëlestroomsysteemregelaar gestuurde $q_{ex}$-signaal moet op ieder moment tot op ± 0,1 % van $q_{mdew}$ nauwkeurig zijn en met een frequentie van ten minste 1 Hz worden gestuurd;

b) indien de onttrokken deeltjesaantalmonsterstroom volledig of gedeeltelijk wordt afgevoerd, maar een equivalente stroom vóór de stroommeter naar het verdunningssysteem wordt teruggevoerd, wordt vergelijking (6-20) in punt 8.1.8.6.1 van deze bijlage vervangen door vergelijking (6-30):

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

waarbij:

$q_{mdew}$ = massadebiet van het verdunde uitlaatgas, kg/s

$q_{mdw}$ = massadebiet van de verdunningslucht, kg/s

$q_{ex}$ = massadebiet van het deeltjesaantalmonster, kg/s

$q_{sw}$ = massadebiet dat naar de verdunningstunnel wordt teruggevoerd om het onttrokken deeltjesaantalmonster te compenseren, kg/s

Het naar de partiëlestroomsysteemregelaar gestuurde verschil tussen $q_{ex}$ en $q_{sw}$ moet op ieder moment tot op ± 0,1 % van $q_{mdew}$ nauwkeurig zijn. Het signaal of de signalen worden met een frequentie van ten minste 1 Hz gestuurd.

1.3.3. Correctie van de PM-meting

Wanneer een deeltjesaantalmonsterstroom aan een partiëlestroomverdunningssysteem met totale bemonstering wordt onttrokken, wordt de overeenkomstig punt 2.3.1.1 van bijlage VII berekende deeltjesmassa ($m_{PM}$) als volgt gecorrigeerd om de onttrokken stroom te compenseren. Deze correctie met vergelijking (6-31) is ook noodzakelijk wanneer de gefiltreerde onttrokken stroom naar het partiëlestroomverdunningssysteem wordt teruggevoerd:

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

waarbij:

$m_{PM}$ = overeenkomstig punt 2.3.1.1 van bijlage VII berekende deeltjesmassa, g/test

$m_{sed}$ = totale massa van het verdunde uitlaatgas dat door de verdunningstunnel stroomt, kg

$m_{ex}$ = totale massa van het verdunde uitlaatgas dat voor deeltjesaantalbemonstering aan de verdunningstunnel wordt onttrokken, kg

1.3.4. Evenredigheid van de bemonstering met partiëlestroomverdunning

►M2 Voor het meten van het deeltjesaantal wordt het uitlaatgasmassadebiet, bepaald volgens een van de in de punten 2.1.6.1 tot en met 2.1.6.4 van bijlage VII beschreven methoden, gebruikt om het partiëlestroomverdunningssysteem zo te regelen dat het genomen monster evenredig is aan het uitlaatgasmassadebiet. ◄ De evenredigheid wordt gecontroleerd met een regressieanalyse tussen monster en uitlaatgasstroom overeenkomstig punt 8.2.1.2 van deze bijlage.

1.3.5. Berekening van het deeltjesaantal

De bepaling en berekening van PN zijn beschreven in aanhangsel 5 van bijlage VII.

▼B

2. **Meetapparatuur**

2.1. Specificatie

2.1.1. Systeemoverzicht

2.1.1.1. Het deeltjesbemonsteringssysteem bestaat uit een sonde waarmee of een punt waarop een monster wordt genomen van een homogeen gemengde stroom in een verdunningssysteem zoals beschreven in punt 9.2.2 of 9.2.3 van deze bijlage, een vluchtigedeeltjesverwijderaar (VPR) vóór een deeltjesaantalteller (PNC), en geschikte verbindingsleidingen.

2.1.1.2. Aanbevolen wordt een deeltjesgroottevoorklasseervoorziening (bv. een cycloon, impactor enz.) vóór de inlaat van de VPR aan te brengen. Een bemonsteringssonde die als adequate grootteklasseervoorziening fungeert zoals afgebeeld in figuur 6.8, is echter een aanvaardbaar alternatief voor een deeltjesgroottevoorklasseervoorziening. In het geval van partiëlestroomverdunningssystemen mag voor deeltjesmassa- en deeltjesaantalbemonstering dezelfde voorklasseervoorziening worden gebruikt, waarbij het deeltjesaantalmonster na de voorklasseervoorziening aan het verdunningssysteem wordt onttrokken. Als alternatief mogen afzonderlijke voorklasseervoorzieningen worden gebruikt, waarbij het deeltjesaantalmonster vóór de deeltjesmassavoorklasseervoorziening aan het verdunningssysteem wordt onttrokken.

2.1.2. Algemene voorschriften

2.1.2.1. Het deeltjesbemonsteringspunt bevindt zich binnen een verdunningssysteem.

De bemonsteringssondetip of het deeltjesbemonsteringspunt en de deeltjesoverbrengingsleiding (PTT) vormen samen het deeltjesoverbrengingssysteem (PTS). Het PTS leidt het monster van de verdunningstunnel naar de ingang van de VPR. Het PTS moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

Bij volledige- en partiëlestroomverdunningssystemen van het deelbemonsteringstype (zoals beschreven in punt 9.2.3 van deze bijlage) wordt de bemonsteringssonde dicht bij de hartlijn van de tunnel, 10 tot 20 tunneldiameters na de gasinlaat, geïnstalleerd met de opening tegen de tunnelgasstroom in en met de as bij de tip evenwijdig aan die van de verdunningstunnel. De bemonsteringssonde wordt zo in het verdunningskanaal geplaatst dat het monster uit een homogeen verdunningsmiddel/uitlaatgasmengsel wordt genomen.

Bij partiëlestroomverdunningssystemen van het type met totale bemonstering (zoals beschreven in punt 9.2.3 van deze bijlage) bevindt het deeltjesbemonsteringspunt of de bemonsteringssonde zich in de deeltjesoverbrengingsleiding, vóór de deeltjesfilterhouder, de stroommeter en elk bemonsterings-/omloopaftakpunt. Het bemonsteringspunt of de bemonsteringssonde wordt zo geplaatst dat het monster uit een homogeen verdunningsmiddel/uitlaatgasmengsel wordt genomen. De afmetingen van de deeltjesbemonsteringssonde moeten zo zijn dat de werking van het partiëlestroomverdunningssysteem niet wordt beïnvloed.

Het via het PTS onttrokken monstergas moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

a) bij volledigestroomverdunningssystemen moet het een reynoldsgetal (Re) van minder dan 1 700 hebben;

b) bij partiëlestroomverdunningssystemen moet het een reynoldsgetal (Re) van minder dan 1 700 hebben in de PTT, d.w.z. voorbij de bemonsteringssonde of het bemonsteringspunt;

▼B

c) het moet een retentietijd in het PTS van hoogstens 3 seconden hebben.

d) Elke andere bemonsteringsconfiguratie voor het PTS waarbij een even grote deeltjespenetratie bij 30 nm kan worden aangetoond, zal aanvaardbaar worden geacht.

e) De afvoerleiding (OT) die het verdunde monster van de VPR naar de inlaat van de PNC voert, moet de volgende eigenschappen bezitten:

f) de binnendiameter moet ten minste 4 mm bedragen;

g) de monstergasstroom door de OT moet een retentietijd van hoogstens 0,8 seconde hebben.

h) Elke andere bemonsteringsconfiguratie voor de OT waarbij een even grote deeltjespenetratie bij 30 nm kan worden aangetoond, zal aanvaardbaar worden geacht.

2.1.2.2. De VPR moet voorzieningen voor monsterverdunning en verwijdering van vluchtige deeltjes omvatten.

2.1.2.3. Alle delen van het verdunningssysteem en het bemonsteringssysteem vanaf de uitlaatpijp tot en met de PNC die in contact zijn met ruw en verdund uitlaatgas, moeten zodanig zijn ontworpen dat afzetting van de deeltjes zo veel mogelijk wordt beperkt. Alle delen moeten gemaakt zijn van elektrisch geleidende materialen die niet met uitlaatgasbestanddelen reageren, en moeten elektrisch worden geaard om elektrostatische effecten te voorkomen.

2.1.2.4. Het deeltjesbemonsteringssysteem moet goede aerosolbemonsteringseigenschappen bezitten, wat inhoudt dat scherpe bochten en abrupte veranderingen van de dwarsdoorsnede worden vermeden, dat gladde inwendige oppervlakken worden gebruikt en dat de lengte van de bemonsteringsleiding zo veel mogelijk wordt beperkt. Geleidelijke veranderingen in de dwarsdoorsnede zijn toegestaan.

2.1.3. Specifieke voorschriften

2.1.3.1. Het deeltjesmonster mag niet door een pomp gaan voordat het de PNC passeert.

2.1.3.2. Een monstervoorklasseervoorziening wordt aanbevolen.

2.1.3.3. De monstervoorconditioneringseenheid moet:

2.1.3.3.1. het monster in een of meer fasen kunnen verdunnen om een deeltjesaantalconcentratie onder de bovendrempel van de telmodus van de PNC voor afzonderlijke deeltjes en een gastemperatuur van minder dan 308 K (35 °C) bij de inlaat naar de PNC te verkrijgen;

2.1.3.3.2. een eerste verwarmde verdunningsfase hebben die een monster bij een temperatuur ≥ 423 K (150 °C) en ≤ 673 K (400 °C) oplevert en ten minste tien maal verdunt;

2.1.3.3.3. ►M2 In de verwarmde fasen een constante nominale bedrijfstemperatuur handhaven, binnen het in punt 2.1.3.3.2 gespecificeerde bereik, met een tolerantie van ± 10 K (± 10 °C). ◄ Aangeven moet worden of de verwarmde fasen al dan niet de correcte bedrijfstemperatuur hebben;

2.1.3.3.4. een deeltjesconcentratiereductiefactor $f_r(d_i)$ bereiken zoals gedefinieerd in punt 2.2.2.2, voor deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 30 en 50 nm, die niet meer dan 30, respectievelijk 20 % hoger en niet meer dan 5 % lager is dan die voor deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 100 nm voor de VPR als geheel;

▼B

2.1.3.3.5. ook meer dan 99,0 % van de tetracontaandeeltjes ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) van 30 nm verdampen, bij een inlaatconcentratie ≥ 10 000 $cm^{-3}$, door opwarming en verlaging van de partieeldrukken van het tetracontaan.

2.1.3.4. De PNC moet:

2.1.3.4.1. onder volledigestroomomstandigheden functioneren;

2.1.3.4.2. over het bereik van 1 $cm^{-3}$ tot de bovendrempel van de telmodus van de PNC voor afzonderlijke deeltjes een telnauwkeurigheid van ± 10 % hebben ten opzichte van een herleidbare standaard. Bij concentraties van minder dan 100 $cm^{-3}$ mogen gemiddelde metingen over langere bemonsteringsperioden worden verlangd om de nauwkeurigheid van de PNC met een hoge statistische betrouwbaarheid aan te tonen;

2.1.3.4.3. afleesbaar zijn tot op ten minste 0,1 deeltjes $cm^{-3}$ bij concentraties van minder dan 100 $cm^{-3}$;

2.1.3.4.4. een lineaire respons voor deeltjesconcentraties hebben over het volledige meetbereik in de telmodus voor afzonderlijke deeltjes;

2.1.3.4.5. een gegevensrapportagefrequentie hebben van ten minste 0,5 Hz;

2.1.3.4.6. een responstijd over het gemeten concentratiebereik hebben van minder dan 5 s;

2.1.3.4.7. een coïncidentiecorrectiefunctie hebben tot maximaal 10 % correctie en mag gebruikmaken van een interne kalibratiefactor zoals bepaald in punt 2.2.1.3, maar niet van een ander algoritme om het telrendement te bepalen of hiervoor te corrigeren;

2.1.3.4.8. bij deeltjesgrootten met een elektrischemobiliteitsdiameter van 23 nm (± 1 nm) en 41 nm (± 1 nm) een telrendement hebben van 50 % (± 12 %), respectievelijk meer dan 90 %. Dit telrendement mag met interne (bv. door het ontwerp van het instrument) of externe middelen (bv. groottevoorklassering) worden verkregen;

2.1.3.4.9. als de PNC een werkvloeistof gebruikt, moet deze met de door de fabrikant van het instrument aangegeven frequentie worden vervangen.

2.1.3.5. Wanneer de druk en/of de temperatuur niet op een bekend constant niveau worden gehouden op het punt waar het PNC-debiet wordt geregeld, moeten deze bij de inlaat naar de PNC worden gemeten en worden gerapporteerd om de deeltjesconcentratiemetingen naar standaardomstandigheden te kunnen corrigeren.

2.1.3.6. De som van de retentietijd in het PTS, de VPR en de OT, plus de responstijd van de PNC mag niet meer dan 20 s bedragen.

2.1.3.7. De omzettingstijd van het volledige deeltjesaantalbemonsteringssysteem (PTS, VPR, OT en PNC samen) wordt bepaald door aerosolomschakeling direct bij de inlaat van het PTS. De gasomschakeling moet in minder dan 0,1 s plaatsvinden. De voor de test gebruikte aerosol moet een concentratiewijziging van ten minste 60 % van de volledige schaal (FS) veroorzaken.

Het concentratieverloop moet worden geregistreerd. Voor de synchronisatie van de signalen voor de deeltjesaantalconcentratie en de uitlaatgasstroom wordt de omzettingstijd gedefinieerd als de tijd vanaf de wijziging ($t_0$) totdat de respons 50 % van de afgelezen eindwaarde bedraagt ($t_{50}$).

▼B

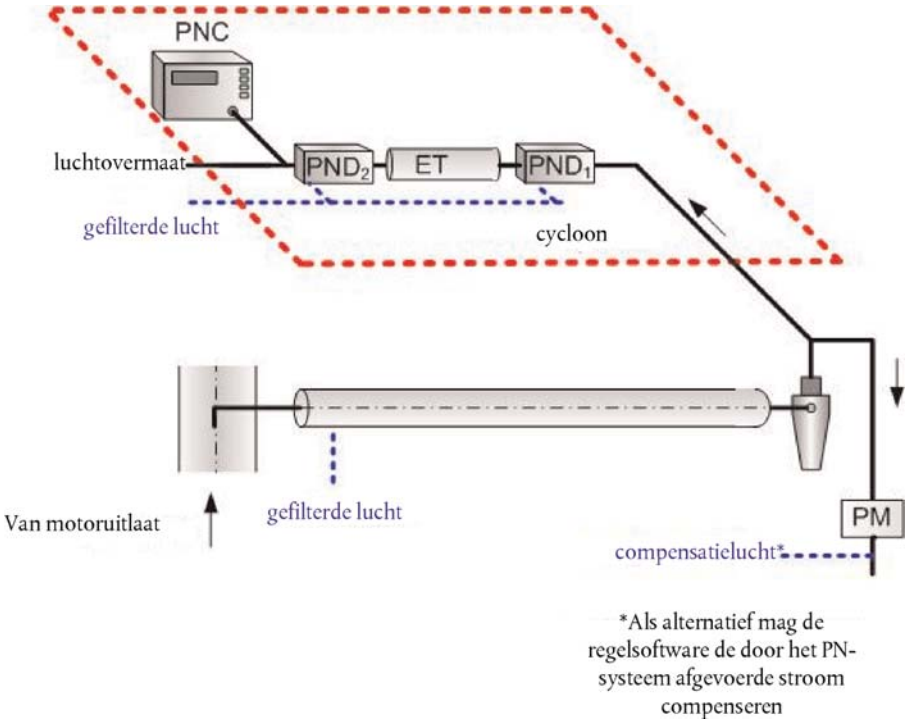
2.1.4. Beschrijving van het aanbevolen systeem

In dit punt wordt de aanbevolen methode voor het meten van het deeltjesaantal beschreven. Elk systeem dat aan de prestatiespecificaties van de punten 2.1.2 en 2.1.3 voldoet, is echter aanvaardbaar.

De figuren 6.9 en 6.10 zijn schematische tekeningen van de aanbevolen configuraties van het deeltjesbemonsteringssysteem bij gedeeltelijke-, respectievelijk volledigestroomverdunningssystemen.

*Figuur 6.9*

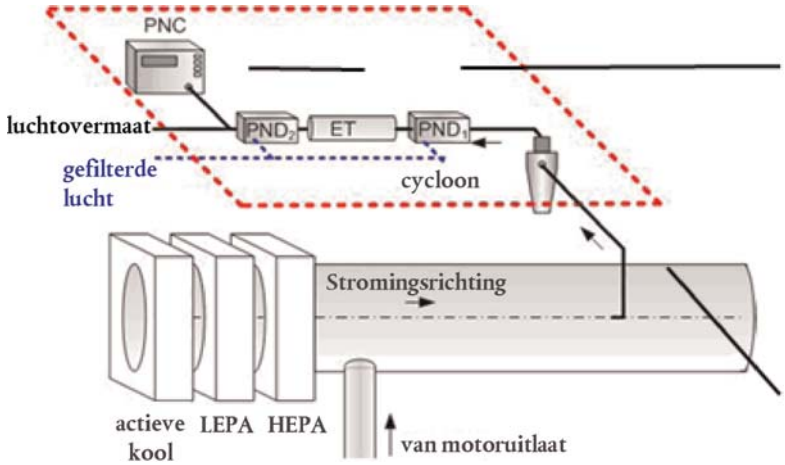
**Schematische voorstelling van het aanbevolen deeltjesbemonsteringssysteem — gedeeltelijkestroombemonstering**




▼M2

*Figuur 6.10*

**Schematische voorstelling van het aanbevolen deeltjesbemonsteringssysteem — Volledigestroombemonstering**



▼B

2.1.4.1. Beschrijving van het bemonsteringssysteem

Het deeltjesbemonsteringssysteem bestaat uit een bemonsteringssondetip of deeltjesbemonsteringspunt in het verdunningssysteem, een deeltjesoverbrengingsleiding (PTT), een deeltjesvoorklasseervoorziening (PCF) en een vluchtigedeeltjesverwijderaar (VPR) vóór de meeteenheid die de deeltjesaantalconcentratie meet (PNC). De VPR moet voorzieningen voor monsterverdunning (deeltjesaantalverdunners $PND_1$ en $PND_2$) en deeltjesverdamping (verdampingsleiding ET) omvatten. De bemonsteringssonde of het bemonsteringspunt voor de testgasstroom moet zodanig in het verdunningskanaal zijn geplaatst dat van een homogeen verdunningsmiddel/uitlaatgasmengsel een representatief gasstroommonster wordt genomen. De som van de retentietijd van het systeem, plus de responstijd van de PNC mag niet meer dan 20 s bedragen.

2.1.4.2. Deeltjesoverbrengingssysteem

De bemonsteringssondetip of het deeltjesbemonsteringspunt en de deeltjesoverbrengingsleiding (PTT) samen vormen het deeltjesoverbrengingssysteem (PTS). Het PTS brengt het monster van de verdunningstunnel naar de ingang van de eerste deeltjesaantalverdunner. Het PTS moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

Bij volledige- en partiëlestroomverdunningssystemen van het deelbemonsteringstype (zoals beschreven in punt 9.2.3 van deze bijlage) wordt de bemonsteringssonde dicht bij de hartlijn van de tunnel, 10 tot 20 tunneldiameters na de gasinlaat, geïnstalleerd met de opening tegen de tunnelgasstroom in en met de as bij de tip evenwijdig aan die van de verdunningstunnel. De bemonsteringssonde wordt zo in het verdunningskanaal geplaatst dat het monster uit een homogeen verdunningsmiddel/uitlaatgasmengsel wordt genomen.

Bij partiëlestroomverdunningssystemen van het type met totale bemonstering (zoals beschreven in punt 9.2.3 van deze bijlage) bevindt het deeltjesbemonsteringspunt zich in de deeltjesoverbrengingsleiding, vóór de deeltjesfilterhouder, de stroommeter en elk bemonsterings-/omloopaftakpunt. Het bemonsteringspunt of de bemonsteringssonde wordt zo geplaatst dat het monster uit een homogeen verdunningsmiddel/uitlaatgasmengsel wordt genomen.

Het via het PTS onttrokken monstergas moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

het moet een reynoldsgetal (Re) van minder dan 1 700 hebben;

het moet een retentietijd in het PTS van hoogstens 3 seconden hebben.

Elke andere bemonsteringsconfiguratie voor de PTS waarbij een even grote deeltjespenetratie voor deeltjes met een elektrische-mobiliteitsdiameter van 30 nm kan worden aangetoond, zal aanvaardbaar worden geacht.

De afvoerleiding (OT) die het verdunde monster van de VPR naar de inlaat van de PNC voert, moet de volgende eigenschappen bezitten:

de binnendiameter moet ten minste 4 mm bedragen;

de monstergasstroom door de OT moet een retentietijd van ten hoogste 0,8 seconde hebben.

▼B

Elke andere bemonsteringsconfiguratie voor de OT waarbij een even grote deeltjespenetratie voor deeltjes met een elektrische-mobiliteitsdiameter van 30 nm kan worden aangetoond, zal aanvaardbaar worden geacht.

2.1.4.3. Deeltjesvoorklasseervoorziening

De aanbevolen deeltjesvoorklasseervoorziening moet vóór de VPR worden geplaatst. De deeltjesdiameter van het 50 %-scheidingspunt van de voorklasseervoorziening moet tussen 2,5 μm en 10 μm bedragen bij het voor de bemonstering van deeltjesaantalemissies gekozen volumedebiet. Bij dat volumedebiet moet de voorklasseervoorziening ten minste 99 % van de massaconcentratie aan instromende deeltjes van 1 μm laten uitstromen. In het geval van partiëlestroomverdunningssystemen mag voor deeltjesmassa- en deeltjesaantalbemonstering dezelfde voorklasseervoorziening wordt gebruikt, waarbij het deeltjesaantalmonster na de voorklasseervoorziening aan het verdunningssysteem wordt onttrokken. Als alternatief mogen afzonderlijke voorklasseervoorzieningen worden gebruikt, waarbij het deeltjesaantalmonster vóór de deeltjesmassavoorklasseervoorziening aan het verdunningssysteem wordt onttrokken.

2.1.4.4. Vluchtigedeeltjesverwijderaar (VPR)

De VPR moet één deeltjesaantalverdunner ($PND_1$), een verdampingsleiding en een tweede verdunner ($PND_2$) in serieschakeling omvatten. Deze verdunningsfunctie dient om de aantalconcentratie van het monster dat de deeltjesconcentratiemeeteenheid binnenstroomt, tot onder de bovendrempel van de telmodus van de PNC voor afzonderlijke deeltjes te reduceren en nucleatie binnen het monster te onderdrukken. De VPR moet aangeven of $PND_1$ en de verdampingsleiding al dan niet de correcte bedrijfstemperatuur hebben.

De VPR moet meer dan 99,0 % van de tetracontaandeeltjes ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) van 30 nm verdampen, bij een inlaatconcentratie $\geq$ 10 000 $cm^{-3}$, door opwarming en verlaging van de partieeldrukken van het tetracontaan. Hij moet ook een deeltjesconcentratiereductiefactor ($f_r$) bereiken voor deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 30 en 50 nm, die niet meer dan 30, respectievelijk 20 % hoger en niet meer dan 5 % lager is dan die voor deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 100 nm voor de VPR als geheel.

2.1.4.4.1. Eerste deeltjesaantalverdunner ($PND_1$)

De eerste deeltjesaantalverdunner moet specifiek zijn ontworpen om de deeltjesaantalconcentratie te verdunnen en bij een (wand)temperatuur van 423 tot 673 K (150 tot 400 °C) te functioneren. Binnen dit bereik moet de wandtemperatuur op een constante nominale bedrijfstemperatuur worden gehouden, met een tolerantie van ± 10 °C, en mag hij de wandtemperatuur van de ET (punt 2.1.4.4.2) niet overschrijden. De verdunner moet van HEPA-gefiltreerde verdunningslucht worden voorzien en een verdunningsfactor 10 tot 200 kunnen bereiken.

2.1.4.4.2. Verdampingsleiding (ET)

De ET moet over haar volledige lengte worden ingesteld op een wandtemperatuur die groter is dan of gelijk is aan die van de eerste deeltjesaantalverdunner en de wandtemperatuur moet op een vaste nominale bedrijfstemperatuur tussen 300 en 400 °C worden gehouden, met een tolerantie van ± 10 °C.

▼B

2.1.4.4.3. Tweede deeltjesaantalverdunner ($PND_2$)

$PND_2$ moet specifiek zijn ontworpen om de deeltjesaantalconcentratie te verdunnen. De verdunner moet van HEPA-gefiltreerde verdunningslucht worden voorzien en een verdunningsfactor 10 tot 30 kunnen handhaven. De verdunningsfactor van $PND_2$ moet tussen 10 en 15 zo worden gekozen dat de deeltjesaantalconcentratie voorbij de tweede verdunner kleiner is dan de bovendrempel van de telmodus van de PNC voor afzonderlijke deeltjes en dat de temperatuur van het gas voor het de PNC binnenstroomt, minder dan 35 °C bedraagt.

2.1.4.5. Deeltjesaantalteller (PNC)

De PNC moet voldoen aan de voorschriften van punt 2.1.3.4.

2.2. Kalibreren/valideren van het deeltjesbemonsteringssysteem ([1])

2.2.1. Kalibreren van de deeltjesaantalteller

2.2.1.1 De technische dienst moet ervoor zorgen dat er binnen de 12 maanden vóór de emissietest een kalibratiecertificaat voor de PNC voorhanden is waaruit blijkt dat deze voldoet aan een herleidbare standaard.

2.2.1.2. Na elke belangrijke onderhoudsbeurt moet de PNC opnieuw worden gekalibreerd en moet een nieuw kalibratiecertificaat worden afgegeven.

2.2.1.3. De kalibratie moet herleidbaar zijn naar een standaardkalibreermethode:

a) door vergelijking van de respons van de te kalibreren PNC met die van een gekalibreerde aerosolelektrometer bij het gelijktijdig bemonsteren van elektrostatisch geklasseerde kalibratiedeeltjes, of

b) door vergelijking van de respons van de te kalibreren PNC met die van een tweede PNC die direct volgens bovenstaande methode is gekalibreerd.

In het geval van de elektrometer moet de kalibratie worden uitgevoerd met ten minste zes standaardconcentraties die zo gelijkmatig mogelijk over het meetbereik van de PNC zijn verdeeld. Deze punten moeten een nominaal nulconcentratiepunt omvatten dat wordt verkregen door HEPA-filters van ten minste klasse H13 van EN 1822:2008 of filters met gelijkwaardige prestaties op de inlaat van elk instrument te bevestigen. Zonder op de te kalibreren PNC een kalibratiefactor toe te passen, moeten voor elke gebruikte concentratie, met uitzondering van het nulpunt, de gemeten concentraties binnen ± 10 % van de standaardconcentratie liggen, zo niet wordt de PNC afgekeurd. De gradiënt van een lineaire regressie van de twee gegevensreeksen moet worden berekend en geregistreerd. Op de te kalibreren PNC wordt een kalibratiefactor toegepast die gelijk is aan het omgekeerde van de gradiënt. De lineariteit van de respons wordt berekend als het kwadraat van de Pearsons product-momentcorrelatiecoëfficiënt ($R^2$) van de twee gegevensreeksen en moet gelijk zijn aan of groter zijn dan 0,97. Bij de berekening van zowel de gradiënt als $R^2$ moet de lineaire regressie door de oorsprong worden geforceerd (nulconcentratie op beide instrumenten).

([1]) Voorbeelden van kalibreer-/valideermethoden zijn te vinden op: www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp.

▼B

In het geval van de referentie-PNC moet de kalibratie worden uitgevoerd met ten minste zes standaardconcentraties over het volledige meetbereik van de PNC. Op ten minste drie punten moet de concentratie onder 1 000 $cm^{-3}$ liggen, de overige concentraties moeten lineair gespreid zijn tussen 1 000 $cm^{-3}$ en het maximumbereik van de PNC in de telmodus voor afzonderlijke deeltjes. Deze punten moeten een nominaal nulconcentratiepunt omvatten dat wordt verkregen door HEPA-filters van ten minste klasse H13 van EN 1822:2008 of filters met gelijkwaardige prestaties op de inlaat van elk instrument te bevestigen. Zonder op de te kalibreren PNC een kalibratiefactor toe te passen, moeten voor elke concentratie, met uitzondering van het nulpunt, de gemeten concentraties binnen ± 10 % van de standaardconcentratie liggen, zo niet wordt de PNC afgekeurd. De gradiënt van een lineaire regressie van de twee gegevensreeksen moet worden berekend en geregistreerd. Op de te kalibreren PNC wordt een kalibratiefactor toegepast die gelijk is aan het omgekeerde van de gradiënt. De lineariteit van de respons wordt berekend als het kwadraat van de Pearsons product-momentcorrelatiecoëfficiënt ($R^2$) van de twee gegevensreeksen en moet gelijk zijn aan of groter zijn dan 0,97. Bij de berekening van zowel de gradiënt als $R^2$ moet de lineaire regressie door de oorsprong worden geforceerd (nulconcentratie op beide instrumenten).

2.2.1.4. Tijdens de kalibratie moet ook de doelmatigheid van de PNC voor het detecteren van deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 23 nm aan de voorschriften van punt 2.1.3.4.8 worden getoetst. Het telrendement bij deeltjes van 41 nm hoeft niet te worden gecontroleerd.

2.2.2. Kalibreren/valideren van de vluchtigedeeltjesverwijderaar (VPR)

2.2.2.1. De deeltjesconcentratiereductiefactoren van de VPR moeten voor alle verdunningsinstellingen bij de vaste nominale bedrijfstemperaturen van het instrument worden gekalibreerd wanneer de voorziening nieuw is en na elke belangrijke onderhoudsbeurt. De eis tot periodieke validering van de deeltjesconcentratiereductiefactor van de VPR is beperkt tot een controle bij een enkele instelling die gebruikelijk is voor metingen bij niet voor de weg bestemde mobiele machines die met een dieseldeeltjesfilter zijn uitgerust. De technische dienst moet ervoor zorgen dat er binnen de 6 maanden vóór de emissietest een kalibratie- of valideringscertificaat voor de vluchtigedeeltjesverwijderaar voorhanden is. Als de vluchtigedeeltjesverwijderaar een temperatuurbewakingsalarm heeft, wordt een valideringsinterval van 12 maanden toegestaan.

De VPR moet met vaste deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 30, 50 en 100 nm op de deeltjesconcentratiereductiefactor worden ingesteld. De deeltjesconcentratiereductiefactoren $f_r(d)$ voor deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 30 en 50 nm mogen niet meer dan 30, respectievelijk 20 % hoger en niet meer dan 5 % lager zijn dan die voor deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 100 nm. Voor de validering mag de gemiddelde deeltjesconcentratiereductiefactor niet meer dan ± 10 % afwijken van de gemiddelde deeltjesconcentratiereductiefactor $\overline{f}_r$ die tijdens de primaire kalibratie van de VPR is vastgesteld.

2.2.2.2. De testaerosol voor deze metingen bestaat uit vaste deeltjes met een elektrischemobiliteitsdiameter van 30, 50 en 100 nm, bij een minimumconcentratie van 5 000 deeltjes $cm^{-3}$ bij de inlaat van de VPR. De deeltjesconcentratie wordt vóór en na de onderdelen gemeten.

▼B

De deeltjesconcentratiereductiefactor bij elke deeltjesgrootte $f_r(d_i)$ wordt berekend met vergelijking (6-32):

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

waarbij:

$N_{in}(d_i)$ = deeltjesaantalconcentratie voor deeltjes met diameter $d_i$ vóór het onderdeel

$N_{out}(d_i)$ = deeltjesaantalconcentratie voor deeltjes met diameter $d_i$ voorbij het onderdeel

$d_i$ = elektrischemobiliteitsdiameter van de deeltjes (30, 50 of 100 nm)

$N_{in}(d_i)$ en $N_{out}(d_i)$ moeten naar gelijke omstandigheden worden gecorrigeerd.

De gemiddelde deeltjesconcentratiereductie $\overline{f}_r$ bij een bepaalde verdunningsinstelling wordt berekend met vergelijking (6-33):

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

Aanbevolen wordt de VPR als complete unit te kalibreren en te valideren.

2.2.2.3. De technische dienst moet ervoor zorgen dat er binnen de 6 maanden vóór de emissietest een valideringscertificaat voor de VPR voorhanden is waaruit de doeltreffendheid van de vluchtigedeeltjesverwijderaar blijkt. Als de vluchtigedeeltjesverwijderaar een temperatuurbewakingsalarm heeft, wordt een valideringsinterval van 12 maanden toegestaan. De VPR moet aantoonbaar meer dan 99,0 % van de tetracontaandeeltjes ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) met een elektrischemobiliteitsdiameter van ten minste 30 nm bij een inlaatconcentratie ≥ 10 000 $cm^{-3}$ kunnen verwijderen, wanneer hij op zijn minimale verdunningsinstelling en bij de door de fabrikant aanbevolen temperatuur werkt.

2.2.3. Controleprocedures voor het deeltjesaantalsysteem

2.2.3.1. Vóór elke test moet de deeltjesteller een gemeten concentratie van minder dan 0,5 deeltjes $cm^{-3}$ rapporteren, wanneer een HEPA-filter van ten minste klasse H13 van EN 1822:2008 of een filter met gelijkwaardige prestaties op de inlaat van het complete deeltjesbemonsteringssysteem (VPR en PNC) is bevestigd.

2.2.3.2. Maandelijks moet de stroming naar de deeltjesteller toe een gemeten waarde rapporteren die, bij controle met een gekalibreerde stroommeter, maximaal 5 % van het nominale debiet van de deeltjesteller afwijkt.

2.2.3.3. Nadat een HEPA-filter van ten minste klasse H13 van EN 1822:2008 of een filter met gelijkwaardige prestaties op de inlaat van de deeltjesteller is aangebracht, moet de deeltjesteller dagelijks een concentratie ≤ 0,2 $cm^{-3}$ rapporteren. Nadat dit filter is verwijderd, moet de deeltjesteller een toename van de gemeten concentratie tot ten minste 100 deeltjes $cm^{-3}$ aangeven wanneer hij met omgevingslucht wordt getest, en naar ≤ 0,2 $cm^{-3}$ terugkeren wanneer opnieuw een HEPA-filter is aangebracht.

2.2.3.4. Vóór het begin van elke test moet worden nagegaan of het meetsysteem aangeeft dat de verdampingsleiding, indien aanwezig in het systeem, haar correcte bedrijfstemperatuur heeft bereikt.

2.2.3.5. Vóór het begin van elke test moet worden nagegaan of het meetsysteem aangeeft dat de verdunner $PND_1$ zijn correcte bedrijfstemperatuur heeft bereikt.

▼B

*Aanhangsel 2*

**Montagevoorschriften voor apparatuur en hulpapparatuur**

| Nummer | Apparatuur en hulpapparatuur | Gemonteerd voor de emissietest |
|---|---|---|
| 1 | Inlaatsysteem | |
| | Inlaatspruitstuk | Ja |
| | Carteremissiebeheersingssysteem | Ja |
| | Luchtstroommeter | Ja |
| | Luchtfilter | Ja ([a]) |
| | Inlaatgeluiddemper | Ja ([a]) |
| 2 | Uitlaatsysteem | |
| | Uitlaatgasnabehandelingssysteem | Ja |
| | Uitlaatspruitstuk | Ja |
| | Verbindingsleidingen | Ja ([b]) |
| | Geluiddemper | Ja ([b]) |
| | Uitlaatpijp | Ja ([b]) |
| | Uitlaatrem | Nee ([c]) |
| | Drukvulling | Ja |
| 3 | Brandstofpomp | Ja ([d]) |
| 4 | Brandstofinjectiesysteem | |
| | Voorfilter | Ja |
| | Filter | Ja |
| | Pomp | Ja |
| 5 | Hogedrukleiding | Ja |
| | Injector | Ja |
| | Elektronische regeleenheid, sensoren enz. | Ja |
| | Regulateur/regelsysteem | Ja |
| | Automatische vollastaanslag van de regelstang naargelang de atmosferische omstandigheden | Ja |
| 6 | Vloeistofkoeling | |
| | Radiator | Nee |
| | Ventilator | Nee |
| | Ventilatorhuis | Nee |
| | Waterpomp | Ja ([e]) |
| | Thermostaat | Ja ([f]) |
| 7 | Luchtkoeling | |
| | Huis | Nee ([g]) |
| | Ventilator of aanjager | Nee ([g]) |
| | Temperatuurregeling | Nee |

▼B

| Nummer | Apparatuur en hulpapparatuur | Gemonteerd voor de emissietest |
|---|---|---|
| 8 | Drukvulling | |
| | Direct door de motor en/of door het uitlaatsysteem aangedreven compressor | Ja |
| | Vulluchtkoeler | Ja (g) (h) |
| | Koelmiddelpomp of ventilator (door de motor aangedreven) | Nee (g) |
| | Koelmiddelstroomregeling | Ja |
| 9 | Hulpventilator voor de testbank | Ja, zo nodig |
| 10 | Voorziening tegen luchtverontreiniging | Ja |
| 11 | Startapparatuur | Ja of testbankapparatuur (i) |
| 12 | Smeeroliepomp | Ja |
| 13 | Bepaalde hulpapparatuur die per definitie verband houdt met de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine en die op de motor mag worden gemonteerd, moet voor de test worden verwijderd.<br>Dit kunnen bijvoorbeeld zijn:<br>i) luchtcompressor voor de remmen;<br>ii) compressor van de stuurbekrachtiging;<br>iii) compressor van de ophanging;<br>iv) aircosysteem. | Nee |

(a) Het volledige inlaatsysteem voor de beoogde toepassing moet worden gemonteerd:
i) als er kans bestaat dat dit een aanzienlijk effect heeft op het motorvermogen;
ii) als de fabrikant daarom verzoekt.
In andere gevallen mag een gelijkwaardig systeem worden gebruikt en moet worden gecontroleerd of de inlaatdruk niet meer dan 100 Pa verschilt van de door de fabrikant voor een schoon luchtfilter opgegeven maximumwaarde.

(b) Het volledige uitlaatsysteem voor de beoogde toepassing moet worden gemonteerd:
i) als er kans bestaat dat dit een aanzienlijk effect heeft op het motorvermogen;
ii) als de fabrikant daarom verzoekt.
In de overige gevallen kan een gelijkwaardig systeem worden gemonteerd mits de gemeten druk niet meer dan 1 000 Pa verschilt van de door de fabrikant opgegeven maximumwaarde.

(c) Indien een uitlaatsysteemrem in de motor is geïntegreerd, moet de gasklep in de volledig open stand worden geblokkeerd.

(d) De brandstoftoevoerdruk mag eventueel worden aangepast om de bij de specifieke motortoepassing heersende druk te reproduceren (met name wanneer een „brandstofterugvoersysteem" wordt gebruikt).

(e) De circulatie van de koelvloeistof mag alleen door de waterpomp van de motor worden bewerkstelligd. De koeling van de vloeistof mag via een extern circuit plaatsvinden op voorwaarde dat het drukverlies van dat circuit en de druk aan de inlaat van de pomp vrijwel gelijk blijven aan die van het motorkoelsysteem.

(f) De thermostaat mag in de volledig open stand worden geblokkeerd.

(g) Wanneer de koelventilator of aanjager voor de test wordt gemonteerd, moet het opgenomen vermogen aan de resultaten worden toegevoegd, behalve bij direct op de krukas gemonteerde koelventilatoren van luchtgekoelde motoren. Het vermogen van de ventilator of aanjager moet bij de voor de test gebruikte toerentallen door berekening op basis van de standaardkenmerken of aan de hand van praktijktests worden vastgesteld.

(h) Vulluchtgekoelde motoren moeten met vulluchtkoeling worden getest, ongeacht of het vloeistof- of luchtkoeling is, maar als de fabrikant het verkiest, mag een testbanksysteem de luchtkoeler vervangen. In beide gevallen moet de meting van het vermogen bij elk toerental met dezelfde maximale drukval en minimale temperatuurval van de motorlucht over de vulluchtkoeler op het testbanksysteem worden verricht als die welke door de fabrikant zijn opgegeven.

(i) Het vermogen voor elektrische of andere startsystemen moet door de testbank worden geleverd.

▼B

*Aanhangsel 3*

**Verificatie van het door de elektronische regeleenheid uitgezonden koppelsignaal**

1. **Inleiding**

Dit aanhangsel bevat de voorschriften voor de verificatie van het koppelsignaal dat wordt uitgezonden door de elektronische regeleenheid, voor daarmee uitgeruste motoren, ingeval de fabrikant daarvan gebruik wil maken tijdens de uitvoering van monitoringtests tijdens het gebruik overeenkomstig Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655.

De basis voor het nettokoppel is het ongecorrigeerde nettokoppel dat wordt geleverd door de motor, met inbegrip van de overeenkomstig aanhangsel 2 bij een emissietest te monteren apparatuur en hulpapparatuur.

2. **Koppelsignaal van de elektronische regeleenheid**

Terwijl de motor op de testbank is gemonteerd voor de bepaling van de motorkarakteristiek, wordt ervoor gezorgd dat het door de elektronische regeleenheid uitgezonden koppelsignaal kan worden afgelezen overeenkomstig de voorschriften in aanhangsel 6 van bijlage I bij Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655.

3. **Verificatieprocedure**

Tijdens de bepaling van de motorkarakteristiek overeenkomstig onderdeel 7.6.2 van deze bijlage worden op ten minste drie punten van de koppelcurve gelijktijdig het door de dynamometer gemeten koppel en het door de elektronische regeleenheid uitgezonden koppel afgelezen. Ten minste een van deze aflezingen wordt gedaan op een punt van de curve waar het koppel ten minste 98 % van de maximumwaarde bedraagt.

►M2 Het door de elektronische regeleenheid uitgezonden koppel wordt zonder correctie aanvaard als op elk meetpunt het quotiënt van de koppelwaarde van de dynamometer en de koppelwaarde van de elektronische regeleenheid niet minder dan 0,93 bedraagt (d.w.z. een maximaal verschil van 7 %). ◄ In dat geval wordt in het typegoedkeuringscertificaat vermeld dat het door de elektronische regeleenheid uitgezonden koppel is geverifieerd zonder dat een correctie heeft plaatsgevonden. Indien het quotiënt op een of meer meetpunten minder dan 0,93 bedraagt, wordt op basis van de op alle meetpunten afgelezen waarden de gemiddelde correctiefactor bepaald en in het typegoedkeuringscertificaat vermeld. Als in het typegoedkeuringscertificaat een correctiefactor wordt vermeld, wordt deze factor op het door de elektronische regeleenheid uitgezonden koppelsignaal toegepast bij de uitvoering van monitoringtests tijdens het gebruik overeenkomstig Gedelegeerde Verordening (EU) 2017/655.

▼B

*Aanhangsel 4*

**Procedure voor het meten van ammoniak**

1. In dit aanhangsel wordt de procedure voor het meten van ammoniak ($NH_3$) beschreven. Bij niet-lineaire analyseapparatuur is het gebruik van lineariseringscircuits toegestaan.

2. Voor de $NH_3$-meting zijn drie meetprincipes gespecificeerd en elk van deze principes mag worden gebruikt, mits aan de desbetreffende criteria in punt 2.1, 2.2 of 2.3 wordt voldaan. Gasdrogers zijn niet toegestaan voor $NH_3$-meting.

2.1. Fouriertransformatie-infraroodanalysator (FTIR-analysator)

2.1.1. Meetprincipe

De FTIR-analysator maakt gebruik van het principe van bredegolfband-infraroodspectroscopie. Hiermee kunnen uitlaatgasbestanddelen waarvan de gestandaardiseerde spectra in het instrument beschikbaar zijn, tegelijkertijd worden gemeten. Het absorptiespectrum (intensiteit/golflengte) wordt berekend op basis van het gemeten interferogram (intensiteit/tijd) door middel van de fouriertransformatiemethode.

2.1.2. Installatie en bemonstering

De FTIR-analysator wordt volgens de instructies van de fabrikant geïnstalleerd. Voor de beoordeling wordt de $NH_3$-golflengte gekozen. Het monsterpad (bemonsteringsleiding, voorfilter(s) en kleppen) moet van roestvrij staal of PTFE zijn gemaakt en tot instelpunten tussen 383 K (110 °C) en 464 K (191 °C) worden verwarmd om $NH_3$-verlies en bemonsteringsartefacten zo veel mogelijk te beperken. Voorts moet de bemonsteringsleiding zo kort mogelijk zijn.

2.1.3. Kruisinterferentie

De spectrale resolutie van de $NH_3$-golflengte moet maximaal 0,5 $cm^{-1}$ zijn om kruisinterferentie met andere in het uitlaatgas aanwezige gassen zo veel mogelijk te beperken.

2.2. Analysator op basis van absorptie van niet-dispersief ultraviolet licht (NDUV-analysator)

2.2.1. Meetprincipe

De NDUV-analysator is op een louter natuurkundig principe gebaseerd en er zijn geen andere gassen of uitrusting vereist. Het hoofdelement van de lichtmeter is een elektrodeloze ontladingslamp. Deze geeft een scherp gestructureerde straling in het ultraviolette bereik af, waarmee diverse bestanddelen, waaronder $NH_3$, kunnen worden gemeten.

Het fotometrische systeem is met behulp van filtercorrelatietechniek zo opgezet dat er een dubbele lichtstraal is, namelijk een meetstraal en een referentiestraal die beurtelings worden gemeten (temporele dubbele lichtstraal).

Om een hoge stabiliteit van het meetsignaal te waarborgen, wordt de opzet met een temporele dubbele lichtstraal gecombineerd met een opzet met een spatiale dubbele lichtstraal. Bij de verwerking van de signalen door de detector moet het verloop van het nulpunt verwaarloosbaar klein zijn.

In de kalibratiemodus van de analysator wordt een afgesloten kwartscuvet schuin in de lichtweg geplaatst om een exacte kalibratiewaarde te verkrijgen, aangezien verliezen door reflectie en absorptie door de cuvetwanden worden gecompenseerd. Doordat de gasvulling van de cuvet zeer stabiel is, zorgt deze kalibratiemethode ervoor dat de lichtmeter gedurende lange tijd zeer stabiel is.

▼B

2.2.2. Installatie

Installeer de analysator volgens de instructies van de fabrikant in een analysatorkamer die gebruikmaakt van extractieve bemonstering. De plaats van de analysator moet het door de fabrikant gespecificeerde gewicht kunnen dragen.

Het monsterpad (bemonsteringsleiding, voorfilter(s) en kleppen) moet van roestvrij staal of PTFE zijn gemaakt en tot instelpunten tussen 383 K (110 °C) en 464 K (191 °C) worden verwarmd.

Voorts moet de bemonsteringsleiding zo kort mogelijk zijn. Invloeden van de uitlaatgastemperatuur en -druk, de installatieomgeving en trillingen op de meting moeten zo veel mogelijk worden beperkt.

De gasanalysator wordt beschermd tegen koude, warmte en temperatuurschommelingen, alsook tegen sterke luchtstromen, stofophoping, corrosieve omgeving en trillingen. Er wordt gezorgd voor voldoende luchtcirculatie om warmteontwikkeling te voorkomen. Het volledige oppervlak wordt gebruikt voor de dissipatie van het warmteverlies.

2.2.3. Kruisgevoeligheid

Er wordt een zodanig spectraal bereik gekozen dat de kruisinterferentie met andere aanwezige gassen zo veel mogelijk wordt beperkt. Bestanddelen die bij $NH_3$-meting vaak kruisgevoeligheden opleveren, zijn $SO_2$, $NO_2$ en NO.

Er kunnen ook aanvullende methoden worden toegepast om de kruisgevoeligheden te reduceren:

a) interferentiefilters;

b) compensatie van kruisgevoeligheid, door meting van de bij kruisgevoeligheid betrokken bestanddelen en compensatie op basis van het meetsignaal.

2.3. Laser-infraroodanalysator

2.3.1. Meetprincipe

Een infraroodlaser, zoals een afstembare diodelaser (TDL) of een kwantumcascadelaser (QCL), kan coherent licht in het nabij-infraroodgebied, respectievelijk het middelinfraroodgebied afgeven. In deze gebieden treedt sterke absorptie op voor stikstofverbindingen, waaronder $NH_3$. Deze optische lasers kunnen een gepulst smalbandig spectrum met een hoge resolutie produceren in het bijna-infrarood- of middelinfraroodgebied. Daardoor hebben laser-infraroodanalysatoren weinig interferentie als gevolg van spectrale overlapping met andere bestanddelen in het uitlaatgas van de motor.

2.3.2. Installatie

Installeer de analysator volgens de instructies van de fabrikant rechtstreeks in de uitlaatpijp (*in situ*) of in een analysatorkamer die gebruikmaakt van extractieve bemonstering. Indien de analysator in een analysatorkamer wordt geïnstalleerd, moet het monsterpad (bemonsteringsleiding, voorfilter(s) en kleppen) van roestvrij staal of PTFE zijn gemaakt en tot instelpunten tussen 383 K (110 °C) en 464 K (191 °C) worden verwarmd om $NH_3$-verlies en bemonsteringsartefacten zo veel mogelijk te beperken. Voorts moet de bemonsteringsleiding zo kort mogelijk zijn.

Invloeden van de uitlaatgastemperatuur en -druk, de installatieomgeving en trillingen op de meting moeten zo veel mogelijk worden beperkt of er moeten compensatietechnieken worden toegepast.

▼B

Indien mantellucht in combinatie met meting in de uitlaatpijp zelf wordt gebruikt om het instrument te beschermen, mag dat geen gevolgen hebben voor de concentratie van de uitlaatgasbestanddelen die voorbij het apparaat worden gemeten of moeten monsters van andere uitlaatgasbestanddelen vóór het apparaat worden genomen.

2.3.3. Interferentieverificatie voor $NH_3$-laser-infraroodanalysatoren (kruisinterferentie)

2.3.3.1. Reikwijdte en frequentie

Als $NH_3$ met een laser-infraroodanalysator wordt gemeten, moet de hoeveelheid interferentie na de eerste installatie van de analysator en na elke grote onderhoudsbeurt worden geverifieerd.

2.3.3.2. Meetprincipes voor interferentieverificatie

Bij bepaalde laser-infraroodanalysatoren kan positieve interferentie optreden met gassen die een soortgelijke respons als $NH_3$ vertonen. Als de analysator gebruikmaakt van compensatiealgoritmen waarvoor metingen van andere gassen worden gebruikt om deze interferentie te verifiëren, moeten die metingen simultaan worden verricht om de compensatiealgoritmen tijdens de verificatie van de interferentie van de analysator te testen.

Bepaal door toepassing van goede ingenieursinzichten wat de interferentiegassen van de laser-infraroodanalysator zijn. Merk op dat de interfererende gassoorten, met uitzondering van $H_2O$, afhangen van de door de fabrikant van het instrument gekozen $NH_3$-infraroodabsorptieband. Bepaal voor elke analysator de $NH_3$-infraroodabsorptieband. Bepaal voor elke $NH_3$-infraroodabsorptieband door toepassing van goede ingenieursinzichten welke interferentiegassen in de verificatie gebruikt moeten worden.

3. Emissietestprocedure

3.1. Controle van de analysatoren

Kies vóór de emissietest het bereik van de analysator. Emissieanalysatoren met automatische of handmatige meetbereikschakelaar zijn toegestaan. Tijdens de testcyclus mag het meetbereik van de analysatoren niet worden veranderd.

Indien de bepalingen van punt 3.4.2 niet van toepassing zijn op het instrument, moeten de nul- en de ijkgasresponsen worden bepaald. Voor de ijkgasrespons wordt een $NH_3$-gas gebruikt dat voldoet aan de specificaties van punt 4.2.7. Er mogen referentiecuvetten worden gebruikt die $NH_3$-ijkgas bevatten.

3.2. Verzameling van voor de emissie relevante gegevens

Begin bij aanvang van de testsequentie direct met het verzamelen van $NH_3$-gegevens. Meet de $NH_3$-concentratie continu en sla deze met ten minste 1 Hz op in een computersysteem.

3.3. Handelingen na de test

Zet de bemonstering aan het einde van de test voort totdat de responstijden van het systeem zijn verstreken. Bepaling van het verloop van de analysator overeenkomstig punt 3.4.1 is alleen verplicht als de in punt 3.4.2 bedoelde informatie niet beschikbaar is.

3.4. Verloop van de analysator

3.4.1. Bepaal zo spoedig mogelijk na afloop van de testcyclus, maar in geen geval meer dan 30 minuten daarna, of tijdens de impregneerperiode de nul- en ijkgasresponsen van de analysator. ►**M2** Het verschil tussen de resultaten vóór en na de test moet minder dan 2 % van de volledige schaal bedragen. ◄

▼B

3.4.2. In de volgende situaties is het niet verplicht het verloop van de analysator te bepalen:

a) indien het in de punten 4.2.3 en 4.2.4 bedoelde verloop van het nul- en ijkgas zoals gespecificeerd door de fabrikant van het instrument aan punt 3.4.1 voldoet;

b) indien het tijdsinterval voor het in de punten 4.2.3 en 4.2.4 bedoelde verloop van het nul- en ijkgas zoals gespecificeerd door de fabrikant van het instrument de duur van de test overschrijdt.

4. Specificaties en verificatie van de analysator

4.1. Lineariteitseisen

De analysator moet voldoen aan de lineariteitseisen in tabel 6.5 van deze bijlage. De lineariteitsverificatie overeenkomstig punt 8.1.4 van deze bijlage moet ten minste met de in tabel 6.4 van deze bijlage vermelde minimumfrequentie worden uitgevoerd. Met voorafgaande toestemming van de goedkeuringsinstantie mogen minder dan 10 referentiepunten worden gebruikt indien een gelijkwaardige nauwkeurigheid kan worden aangetoond.

Voor de lineariteitsverificatie wordt een $NH_3$-gas gebruikt dat voldoet aan de specificaties van punt 4.2.7. Er mogen referentiecuvetten worden gebruikt die $NH_3$-ijkgas bevatten.

Instrumenten waarvan de signalen voor compensatiealgoritmen worden gebruikt, moeten voldoen aan de lineariteitseisen in tabel 6.5 van deze bijlage. De lineariteitsverificatie wordt uitgevoerd zoals voorgeschreven door interne controleprocedures, door de fabrikant van het instrument of volgens de ISO 9000-voorschriften.

4.2. Specificaties van de analysator

De analysator moet een zodanig meetbereik en zodanige responstijd hebben dat de vereiste nauwkeurigheid voor het meten van de $NH_3$-concentratie in transiënte en statische omstandigheden is gewaarborgd.

4.2.1. Minimale detectiegrens

De analysator moet in alle testomstandigheden een minimale detectiegrens van $< 2$ ppm hebben.

4.2.2. Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid, gedefinieerd als de mate waarin de afgelezen waarde van de analysator afwijkt van de referentiewaarde, moet binnen ± 3 % van de afgelezen waarde of ± 2 ppm liggen (de grootste waarde is van toepassing).

4.2.3. Nulverloop

Het verloop van de nulgasrespons en het bijbehorende tijdsinterval moeten door de fabrikant van het instrument worden gespecificeerd.

4.2.4. IJkverloop

Het verloop van de ijkgasrespons en het bijbehorende tijdsinterval moeten door de fabrikant van het instrument worden gespecificeerd.

4.2.5. Systeemresponstijd

De systeemresponstijd moet $\leq 20$ s zijn.

4.2.6. Stijgtijd

De stijgtijd van de analysator moet $\leq 5$ s zijn.

4.2.7. $NH_3$-kalibratiegas

Er moet een gasmengsel met de volgende chemische samenstelling beschikbaar zijn:

$NH_3$ en gezuiverde stikstof.

▼B

De werkelijke concentratie van het kalibratiegas moet binnen ± 3 % van de nominale waarde liggen. De $NH_3$-concentratie is gebaseerd op het volume (vol.- % of vol.-ppm).

▼M2

De einddatum van de houdbaarheidsduur van de kalibratiegassen wordt geregistreerd.

▼B

4.2.8. Procedure voor de interferentieverificatie

De interferentieverificatie wordt als volgt uitgevoerd:

a) de $NH_3$-analysator wordt gestart, in werking gesteld, op nul gezet en geijkt zoals vóór een emissietest;

b) creëer een bevochtigd interferentietestgas door een ijkgas met meerdere bestanddelen in een gesloten vat door gedistilleerd $H_2O$ te laten borrelen. Als het monster niet door een monsterdroger wordt geleid, moet de temperatuur van het vat worden geregeld om een $H_2O$-niveau te genereren dat ten minste even hoog is als het tijdens de emissietests verwachte maximumniveau. Er moet een interferentie-ijkgasconcentratie worden gebruikt die ten minste even hoog is als de tijdens de tests verwachte maximumconcentratie;

c) voer het bevochtigde interferentietestgas in het bemonsteringssysteem;

d) meet de watermolfractie ($x_{H2O}$) van het bevochtigde interferentietestgas zo dicht mogelijk bij de inlaat van de analysator. Zo moeten bijvoorbeeld het dauwpunt ($T_{dew}$) en de absolute druk ($p_{total}$) worden gemeten om $x_{H2O}$ te berekenen;

e) pas goede ingenieursinzichten toe om, vanaf het punt waar $x_{H2O}$ wordt gemeten tot aan de analysator, condensatie in de overbrengingsleidingen, fittingen of kleppen te voorkomen;

f) laat de analysator enige tijd met rust om de respons te laten stabiliseren;

g) registreer, terwijl de analysator de concentratie van het monster meet, de output ervan gedurende 30 s. Bereken het rekenkundige gemiddelde van die gegevens;

h) de analysator voldoet aan de interferentieverificatie als het resultaat van g) van dit punt voldoet aan de tolerantie in dit onderdeel;

i) de interferentieprocedures voor individuele interferentiegassen mogen ook afzonderlijk worden uitgevoerd. Als de toegepaste interferentiegasniveaus hoger zijn dan de tijdens de tests verwachte maximumniveaus, mag elke waargenomen interferentiewaarde evenredig worden verlaagd door deze te vermenigvuldigen met het quotiënt van de verwachte maximumconcentratie en de bij deze procedure gebruikte werkelijke concentratie. Bij de afzonderlijke interferentieprocedures mogen $H_2O$-concentraties (tot een $H_2O$-gehalte van 0,025 mol/mol) worden gebruikt die lager zijn dan de tijdens de tests verwachte maximumniveaus, mits de waargenomen $H_2O$-interferentie evenredig wordt verhoogd door deze te vermenigvuldigen met het quotiënt van de verwachte maximale $H_2O$-concentratie en de bij deze procedure gebruikte werkelijke concentratie. De som van de bijgestelde interferentiewaarden moet voldoen aan onder j) gespecificeerde tolerantie voor gecombineerde interferentie;

▼**M2**

j) de analysator moet een gecombineerde interferentie hebben die binnen ± 2 % van de in punt 3.4 van bijlage IV gespecificeerde gemiddelde waarde van ammoniak ($NH_3$) ligt.

▼**B**

5. Alternatieve systemen

Andere systemen of analyseapparatuur kunnen door de goedkeuringsinstantie worden goedgekeurd indien overeenkomstig punt 5.1.1 van deze bijlage wordt vastgesteld dat zij gelijkwaardige resultaten opleveren. In dat geval wordt met „resultaten” in dat punt de voor de toepasselijke cyclus berekende gemiddelde $NH_3$-concentratie bedoeld.

▼B

*Aanhangsel 5*

**Beschrijving van de systeemresponsen**

1. In dit aanhangsel worden de tijden beschreven waarin de respons van analysesystemen en andere meetsystemen op een ingangssignaal wordt uitgedrukt.

2. Het betreft de volgende tijden, die ook in figuur 6-11 zijn weergegeven:

2.1. „reactietijd”: tijdverschil tussen de verandering van het op het referentiepunt te meten bestanddeel en een systeemrespons van 10 % van de afgelezen eindwaarde ($t_{10}$), waarbij de bemonsteringssonde het referentiepunt is;

2.2. „responstijd”: tijdverschil tussen de verandering van het op het referentiepunt te meten bestanddeel en een systeemrespons van 90 % van de afgelezen eindwaarde ($t_{90}$), waarbij de bemonsteringssonde het referentiepunt is;

2.3. „stijgtijd”: tijdsverschil tussen de 10 %- en de 90 %-respons van de afgelezen eindwaarde ($t_{90} — t_{10}$);

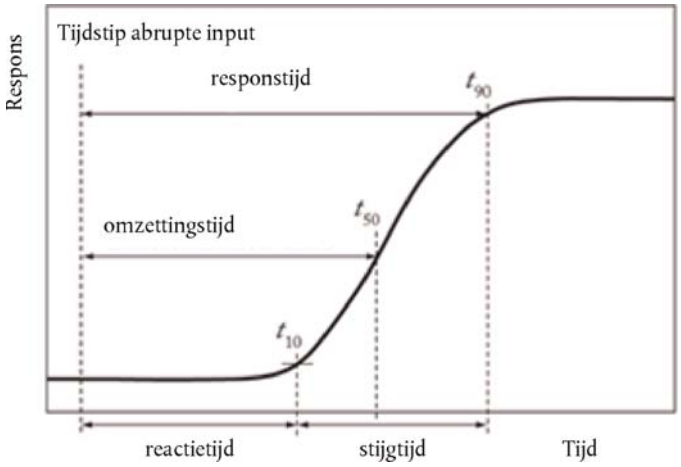
2.4. „omzettingstijd”: tijdverschil tussen de verandering van het op het referentiepunt te meten bestanddeel en een systeemrespons van 50 % van de afgelezen eindwaarde ($t_{50}$), waarbij de bemonsteringssonde het referentiepunt is.

▼M2

2.5. „tijdstip abrupte input”: tijdstip waarop er een verandering is in de parameter die wordt gemeten.

*Figuur 6-11*

**Illustratie van de systeemresponsen**



▼B

*BIJLAGE VII*

**Methode voor de evaluatie en berekening van gegevens**

1. **Algemene voorschriften**

De emissies worden overeenkomstig onderdeel 2 (berekeningen op massabasis) of onderdeel 3 (berekeningen op molaire basis) berekend. Een combinatie van deze methoden is niet toegestaan. De berekeningen hoeven niet volgens zowel onderdeel 2 als onderdeel 3 te worden uitgevoerd.

In aanhangsel 5 zijn specifieke voorschriften voor metingen van het deeltjesaantal (PN) opgenomen.

1.1. Algemene symbolen

| Onderdeel 2 | Onderdeel 3 | Eenheid | Grootheid |
|---|---|---|---|
| | $A$ | $m^2$ | Oppervlakte |
| | $A_t$ | $m^2$ | Oppervlakte dwarsdoorsnede venturihals |
| $b$, $D_0$ | $a_0$ | n.t.b. ([3]) | $y$-intercept van de regressielijn |
| $A/F_{st}$ | | — | Stoichiometrische lucht-brandstofverhouding |
| | $C$ | — | Coëfficiënt |
| $C_d$ | $C_d$ | — | Afvoercoëfficiënt |
| | $C_f$ | — | Stroomcoëfficiënt |
| c | x | ppm, vol.-% | Concentratie/molfractie (µmol/mol = ppm) |
| $c_d$ | ([1]) | ppm, vol.-% | Concentratie op droge basis |
| $c_w$ | ([1]) | ppm, vol.-% | Concentratie op natte basis |
| $c_b$ | ([1]) | ppm, vol.-% | Achtergrondconcentratie |
| $D$ | $x_{dil}$ | — | Verdunningsfactor ([2]) |
| $D_0$ | | $m^3$/omw | PDP-kalibratieafsnijpunt |
| d | d | m | Diameter |
| $d_V$ | | m | Diameter van de venturihals |
| e | e | g/kWh | Basiswaarde van specifieke emissie |
| $e_{gas}$ | $e_{gas}$ | g/kWh | Specifieke emissie van gasvormige bestanddelen |
| $e_{PM}$ | $e_{PM}$ | g/kWh | Specifieke emissie van deeltjes |
| E | 1 — $PF$ | % | Conversie-efficiëntie ($PF$ = penetratiefractie) |
| $F_s$ | | — | Stoichiometrische factor |
| | $f$ | Hz | Frequentie |
| $f_c$ | | — | Koolstoffactor |
| | γ | — | Soortelijkewarmteverhouding |
| H | | g/kg | Absolute vochtigheid |
| | K | — | Correctiefactor |

▼B

| Onderdeel 2 | Onderdeel 3 | Eenheid | Grootheid |
|---|---|---|---|
| $K_V$ | | $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ | CFV-kalibratiefunctie |
| $k_f$ | | $m^3$/kg brandstof | Brandstofspecifieke factor |
| $k_h$ | | — | Vochtigheidscorrectiefactor voor $NO_x$, dieselmotoren |
| $k_{Dr}$ | $k_{Dr}$ | — | Neerwaartse aanpassingsfactor |
| $k_r$ | $k_r$ | — | Multiplicatieve regeneratiefactor |
| $k_{Ur}$ | $k_{Ur}$ | — | Opwaartse aanpassingsfactor |
| $k_{w,a}$ | | — | Droog-natcorrectiefactor voor de inlaatlucht |
| $k_{w,d}$ | | — | Droog-natcorrectiefactor voor de verdunningslucht |
| $k_{w,e}$ | | — | Droog-natcorrectiefactor voor het verdunde uitlaatgas |
| $k_{w,r}$ | | — | Droog-natcorrectiefactor voor het ruwe uitlaatgas |
| μ | μ | kg/(m·s) | Dynamische viscositeit |
| M | M | g/mol | Molaire massa ([3]) |
| $M_a$ | ([1]) | g/mol | Molaire massa van de inlaatlucht |
| $M_e$ | [v] | g/mol | Molaire massa van het uitlaatgas |
| $M_{gas}$ | $M_{gas}$ | g/mol | Molaire massa van de gasvormige bestanddelen |
| m | m | kg | Massa |
| m | $a_1$ | n.t.b. ([3]) | Helling van de regressielijn |
| | ν | $m^2/s$ | Kinematische viscositeit |
| $m_d$ | [v] | kg | Massa van het verdunningsluchtmonster dat door de deeltjesbemonsteringsfilters wordt geleid |
| $m_{ed}$ | ([1]) | kg | Totale massa van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus |
| $m_{edf}$ | ([1]) | kg | Massa van equivalent verdund uitlaatgas over de testcyclus |
| $m_{ew}$ | ([1]) | kg | Totale massa van het uitlaatgas tijdens de cyclus |
| $m_f$ | ([1]) | mg | Opgevangen deeltjesmonstermassa |
| $m_{f,d}$ | ([1]) | mg | Opgevangen deeltjesmonstermassa van verdunningslucht |
| $m_{gas}$ | $m_{gas}$ | g | Massa van de gasvormige emissies over de testcyclus |
| $m_{PM}$ | $m_{PM}$ | g | Massa van de deeltjesemissies over de testcyclus |
| $m_{se}$ | ([1]) | kg | Massa van het uitlaatgasmonster over de testcyclus |
| $m_{sed}$ | ([1]) | kg | Massa van het verdunde uitlaatgas dat door de verdunningstunnel stroomt |

▼B

| Onderdeel 2 | Onderdeel 3 | Eenheid | Grootheid |
|---|---|---|---|
| $m_{sep}$ | (1) | kg | Massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt |
| $m_{ssd}$ | | kg | Massa van de secundaire verdunningslucht |
| | N | — | Totaal aantal van een reeks |
| | n | mol | Hoeveelheid van een stof |
| | $\dot{n}$ | mol/s | Debiet van een stof |
| n | $f_n$ | $min^{-1}$ | Motortoerental |
| $n_p$ | | omw/s | PDP-pomptoerental |
| P | P | kW | Vermogen |
| p | p | kPa | Druk |
| $p_a$ | | kPa | Droge luchtdruk |
| $p_b$ | | kPa | Totale luchtdruk |
| $p_d$ | | kPa | Verzadigingsdampdruk van de verdunningslucht |
| $p_p$ | $p_{abs}$ | kPa | Absolute druk |
| $p_r$ | $p_{H2O}$ | kPa | Waterdampdruk |
| $p_s$ | | kPa | Droge luchtdruk |
| 1 — $E$ | PF | % | Penetratiefractie |
| q$m$ | $\dot{n}$ | kg/s | Massadebiet |
| $q_{mad}$ | $\dot{n}$ (1) | kg/s | Inlaatluchtmassadebiet op droge basis |
| qmaw | (1) | kg/s | Inlaatluchtmassadebiet op natte basis |
| qmCe | (1) | kg/s | Koolstofmassadebiet in het ruwe uitlaatgas |
| qmCf | (1) | kg/s | Koolstofmassadebiet naar de motor |
| qmCp | (1) | kg/s | Koolstofmassadebiet in het partiëlestroomverdunningssysteem |
| qmdew | (1) | kg/s | Massadebiet van verdund uitlaatgas op natte basis |
| qmdw | (1) | kg/s | Massadebiet van de verdunningslucht op natte basis |
| qmedf | (1) | kg/s | Massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis |
| qmew | (1) | kg/s | Uitlaatgasmassadebiet op natte basis |
| qmex | (1) | kg/s | Monstermassadebiet onttrokken aan de verdunningstunnel |
| qmf | (1) | kg/s | Brandstofmassadebiet |
| qmp | (1) | kg/s | Monsterstroom van uitlaatgas naar het partiëlestroomverdunningssysteem |
| $q_V$ | $\dot{V}$ | $m^3/s$ | Volumedebiet |
| $q_{VCVS}$ | (1) | $m^3/s$ | CVS-volumedebiet |

▼B

| Onderdeel 2 | Onderdeel 3 | Eenheid | Grootheid |
|---|---|---|---|
| $q_{Vs}$ | (1) | $dm^3/min$ | Systeemdebiet van het uitlaatgasanalysesysteem |
| $q_{Vt}$ | (1) | $cm^3/min$ | Tracergasdebiet |
| r | r | $kg/m^3$ | Massadichtheid |
| $r_e$ | | $kg/m^3$ | Uitlaatgasdichtheid |
| | r | — | Drukverhouding |
| $r_d$ | DR | — | Verdunningsverhouding (2) |
| | Ra | µm | Gemiddelde oppervlakteruwheid |
| RH | | % | Relatieve vochtigheid |
| $r_D$ | β | m/m | Diameterverhouding (CVS-systemen) |
| $r_p$ | | — | Drukverhouding van SSV |
| Re | $Re^{\#}$ | — | Reynoldsgetal |
| | S | K | Sutherlandconstante |
| s | s | — | Standaardafwijking |
| T | T | °C | Temperatuur |
| | T | Nm | Motorkoppel |
| $T_a$ | | K | Absolute temperatuur |
| t | t | s | Tijd |
| D*t* | Δ*t* | s | Tijdsinterval |
| u | | — | Verhouding tussen de dichtheid van het gasbestanddeel en die van het uitlaatgas |
| V | V | $m^3$ | Volume |
| $q_V$ | $\dot{V}$ | $m^3/s$ | Volumedebiet |
| $V_0$ | | $m^3$/omw. | PDP-gasvolume dat per omwenteling wordt gepompt |
| W | W | kWh | Arbeid |
| $W_{act}$ | $W_{act}$ | kWh | Werkelijke cyclusarbeid van de testcyclus |
| WF | WF | — | Wegingsfactor |
| w | w | g/g | Massafractie |
| | $\overline{x}$ | mol/mol | Debietgewogen gemiddelde concentratie |
| $X_0$ | $K_s$ | s/omw | PDP-kalibratiefunctie |
| | y | — | Generieke variabele |
| $\overline{y}$ | $\overline{y}$ | | Rekenkundig gemiddelde |
| | Z | — | Samendrukbaarheidsfactor |

(1) Zie indices; bv.$\dot{m}$ voor massadebiet van droge lucht, $\dot{m}$ voor brandstofmassadebiet enz.
(2) Verdunningsverhouding $r_d$ in onderdeel 2 en *DR* in onderdeel 3: verschillende symbolen, maar dezelfde betekenis en dezelfde vergelijkingen. Verdunningsfactor *D* in onderdeel 2 en $x_{dil}$ in onderdeel 3: verschillende symbolen, maar dezelfde fysische betekenis; vergelijking (7-124) toont de relatie tussen $x_{dil}$ en *DR*.
(3) n.t.b. = nader te bepalen.

▼B

1.2. Indices

| Onderdeel 2 (1) | Onderdeel 3 | Grootheid |
|---|---|---|
| act | act | Werkelijke hoeveelheid |
| *i* | | Momentane meting (bv. 1 Hz) |
| | *i* | De zoveelste van een reeks |

(1) In onderdeel 2 wordt de betekenis van de index bepaald door de desbetreffende grootheid; bv. index „d" kan staan voor een droge basis zoals in „$c_d$ = concentratie op droge basis", voor verdunningslucht zoals in „$p_d$ = verzadigingsdampdruk van de verdunningslucht" of in „$k_{w,d}$ = droog-natcorrectiefactor voor de verdunningslucht", en voor verdunningsverhouding zoals in „$r_d$".

1.3. Symbolen en afkortingen voor de chemische bestanddelen (ook gebruikt als index)

| Onderdeel 2 | Onderdeel 3 | Grootheid |
|---|---|---|
| Ar | Ar | Argon |
| C1 | C1 | Koolstof-1-equivalent koolwaterstof |
| $CH_4$ | $CH_4$ | Methaan |
| $C_2H_6$ | $C_2H_6$ | Ethaan |
| $C_3H_8$ | $C_3H_8$ | Propaan |
| CO | CO | Koolstofmonoxide |
| $CO_2$ | $CO_2$ | Koolstofdioxide |
| | H | Atomaire waterstof |
| | $H_2$ | Moleculaire waterstof |
| HC | HC | Koolwaterstof |
| $H_2O$ | $H_2O$ | Water |
| | He | Helium |
| | N | Atomaire stikstof |
| | $N_2$ | Moleculaire stikstof |
| $NO_x$ | $NO_x$ | Stikstofoxiden |
| NO | NO | Stikstofmonoxide |
| $NO_2$ | $NO_2$ | Stikstofdioxide |
| | O | Atomaire zuurstof |
| PM | PM | Deeltjesmateriaal |
| S | S | Zwavel |

▼B

1.4. Symbolen en afkortingen voor de brandstofsamenstelling

| Onderdeel 2 (1) | Onderdeel 3 (2) | Grootheid |
|---|---|---|
| $w_C$ (4) | $w_C$ (4) | Koolstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%] |
| $w_H$ | $w_H$ | Waterstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%] |
| $w_N$ | $w_N$ | Stikstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%] |
| $w_O$ | $w_O$ | Zuurstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%] |
| $w_S$ | $w_S$ | Zwavelgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%] |
| α | α | Atomaire waterstof-koolstofverhouding (H/C) |
| ε | β | Atomaire zuurstof-koolstofverhouding (O/C) (3) |
| γ | γ | Atomaire zwavel-koolstofverhouding (S/C) |
| δ | δ | Atomaire stikstof-koolstofverhouding (N/C) |

(1) Voor een brandstof met de chemische formule $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$
(2) Voor een brandstof met de chemische formule $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$
(3) Let op de verschillende betekenis van het symbool $\beta$ in de twee onderdelen met betrekking tot de emissieberekeningen: in onderdeel 2 staat $\beta$ voor een brandstof met de chemische formule $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (d.w.z. de formule $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ waarin $\beta$ = 1, één koolstofatoom per molecule), terwijl $\beta$ in onderdeel 3 staat voor de zuurstof-koolstofverhouding bij $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$. Dan komt $\beta$ van onderdeel 3 overeen met $\varepsilon$ van onderdeel 2.
(4) Massafractie $w$ vergezeld van het symbool van het chemische bestanddeel als index.

2. **Emissieberekeningen op massabasis**

▼M2

2.1. Meting van gasvormige emissies in ruw uitlaatgas

▼B

2.1.1. NRSC-tests met specifieke modi

De emissiewaarde van een gasvormige emissie $q_{mgas,i}$ [g/h] wordt voor elke modus $i$ van de test in statische toestand berekend door de concentratie van de gasvormige emissie als volgt te vermenigvuldigen met het debiet ervan:

▼M2

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

▼B

waarbij:

$k$ = 1 voor $c_{gasr,w,i}$ in [ppm] en $k$ = 10 000 voor $c_{gasr,w,i}$ in [vol.- %]

$k_h$ = $NO_x$-correctiefactor [-], voor $NO_x$-emissieberekening (zie punt 2.1.4)

$u_{gas}$ = bestanddeelspecifieke factor of verhouding tussen de dichtheid van het gasbestanddeel en die van het uitlaatgas [-]

$q_{mew,i}$ = uitlaatgasmassadebiet in modus $i$ op natte basis [kg/s]

$c_{gas,i}$ = emissieconcentratie in het ruwe uitlaatgas in modus $i$, op natte basis [ppm] of [vol.- %]

▼B

2.1.2. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC-tests

De totale massa van een gasvormige emissie per test $m_{gas}$ [g/test] wordt berekend door de gesynchroniseerde momentane concentraties en uitlaatgasstromen met elkaar te vermenigvuldigen en over de hele testcyclus te integreren met vergelijking (7-2):

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

waarbij:

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

$k_h$ = $NO_x$-correctiefactor [-], alleen toe te passen voor de berekening van de $NO_x$-emissie

$k$ = 1 voor $c_{gasr,w,i}$ in [ppm] en $k$ = 10 000 voor $c_{gasr,w,i}$ in [vol.- %]

$u_{gas}$ = bestanddeelspecifieke factor [-] (zie punt 2.1.5)

$N$ = aantal metingen [-]

$q_{mew,i}$ = momentaan uitlaatgasmassadebiet op natte basis [kg/s]

$c_{gas,i}$ = momentane emissieconcentratie in het ruwe uitlaatgas, op natte basis [ppm] of [vol.- %]

2.1.3. Omzetting van droge naar natte concentratie

Als de emissies op droge basis worden gemeten, wordt de op droge basis gemeten concentratie $c_d$ in de concentratie $c_w$ op natte basis omgezet met vergelijking (7-3):

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

waarbij:

$k_w$ = droog-natomzettingsfactor [-]

$c_d$ = emissieconcentratie op droge basis [ppm] of [vol.- %]

Bij volledige verbranding wordt de droog-natomzettingsfactor voor ruw uitlaatgas als $k_{w,a}$ [-] geschreven en berekend met vergelijking (7-4):

▼M2

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

▼B

waarbij:

$H_a$ = inlaatluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

$q_{mf,i}$ = momentaan brandstofdebiet [kg/s]

$q_{mad,i}$ = momentaan droge-inlaatluchtdebiet [kg/s]

$p_r$ = waterdruk na de koeler [kPa]

$p_b$ = totale barometerdruk [kPa].

$w_H$ = waterstofgehalte van de brandstof [massa- %]

$k_f$ = extra volume van verbranding [$m^3$/kg brandstof]

▼B

met:

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

waarbij:

$w_H$ = waterstofgehalte van brandstof [massa- %]

$w_N$ = stikstofgehalte van brandstof [massa- %]

$w_O$ = zuurstofgehalte van brandstof [massa- %]

In vergelijking (7-4) mag worden uitgegaan $p_x/p_x$ van de volgende verhouding:

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

Bij onvolledige verbranding (rijke brandstof-luchtmengsels) en ook bij emissietests zonder directe luchtstroommetingen wordt de voorkeur gegeven aan een tweede methode om $k_{w,a}$ te berekenen:

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

waarbij:

$c_{CO2}$ = $CO_2$-concentratie in het ruwe uitlaatgas, op droge basis [vol.- %]

$c_{CO}$ = CO-concentratie in het ruwe uitlaatgas, op droge basis [ppm]

$p_r$ = waterdruk na de koeler [kPa]

$p_b$ = totale barometerdruk [kPa].

$\alpha$ = molaire koolstof-waterstofverhouding [-]

$k_{w1}$ = inlaatluchtvochtigheid [-]

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

2.1.4. $NO_x$-correctie voor vochtigheid en temperatuur

Aangezien de $NO_x$-emissie van de omgevingsluchtcondities afhangt, moet de $NO_x$-concentratie voor omgevingsluchttemperatuur en -vochtigheid worden gecorrigeerd met de factoren $k_{h,D}$ of $k_{h,G}$ [-] uit de vergelijkingen (7-9) en (7-10). Deze factoren zijn geldig voor een vochtigheidsbereik tussen 0 en 25 g $H_2O$/kg droge lucht:

a) voor compressieontstekingsmotoren:

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

b) voor elektrische-ontstekingsmotoren:

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

waarbij:

$H_a$ = inlaatluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

▼B

2.1.5. Bestanddeelspecifieke factor *u*

In de punten 2.1.5.1 en 2.1.5.2 zijn twee berekeningsprocedures beschreven. De procedure in punt 2.1.5.1 is de eenvoudigste, aangezien deze getabelleerde *u*-waarden gebruikt voor de verhouding tussen de dichtheid van het bestanddeel en die van het uitlaatgas. De procedure in punt 2.1.5.2 is de nauwkeurigste voor brandstofeigenschappen die afwijken van de specificaties in bijlage VIII, maar veronderstelt wel een elementaire analyse van de brandstofsamenstelling.

2.1.5.1. Waarden in de tabel

Door op de vergelijkingen in punt 2.1.5.2 enkele vereenvoudigingen toe te passen (veronderstelling m.b.t. de λ -waarde en de inlaatluchtcondities, zoals getoond in tabel 7.1), worden de in tabel 7.1 vermelde waarden voor $u_{gas}$ verkregen.

*Tabel 7.1.*

**u-waarden van het ruwe uitlaatgas en dichtheid van de bestanddelen (voor emissieconcentratie uitgedrukt in ppm)**

| Brandstof | $r_e$ | Gas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NO_x$ | CO | HC | $CO_2$ | $O_2$ | $CH_4$ |
| | | | | $r_{gas}$ [kg/m³] | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (a) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| | | | | $u_{gas}$ (b) | | | |
| Diesel (gasolie voor niet voor de weg bestemde machines) | 1,2943 | 0,001586 | 0,000966 | 0,000482 | 0,001517 | 0,001103 | 0,000553 |
| Ethanol voor brandstofspecifieke compressieontstekingsmotoren (ED95) | 1,2768 | 0,001609 | 0,000980 | 0,000780 | 0,001539 | 0,001119 | 0,000561 |
| Aardgas/biomethaan (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 |
| Benzine (E10) | 1,2931 | 0,001587 | 0,000966 | 0,000499 | 0,001518 | 0,001104 | 0,000553 |
| Ethanol (E85) | 1,2797 | 0,001604 | 0,000977 | 0,000730 | 0,001534 | 0,001116 | 0,000559 |

(a) Afhankelijk van de brandstof.
(b) Bij $l$ = 2, droge lucht, 273 K, 101,3 kPa.
(c) *u* met een nauwkeurigheid van 0,2 % voor een massasamenstelling van: C = 66-76 %; H = 22-25 %; N = 0-12 %
(d) NMHC op basis van $CH_{2,93}$ (gebruik de $u_{gas}$-coëfficient van $CH_4$ voor totaal HC).
(e) *u* met een nauwkeurigheid van 0,2 % voor een massasamenstelling van: $C_3$ = 70-90 %; $C_4$ = 10-30 %.

2.1.5.2. Berekende waarden

De bestanddeelspecifieke factor $u_{gas,i}$ mag worden berekend aan de hand van de verhouding tussen de dichtheid van het bestanddeel en die van het uitlaatgas of, als alternatief, op basis van de overeenkomstige verhouding van de molaire massa's [vergelijking (7-11) of (7-12)]:

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

of

▼B

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

waarbij:

$M_{\text{gas}}$ = molaire massa van het gasbestanddeel [g/mol]

$M_{\text{e},i}$ = momentane molaire massa van het natte ruwe uitlaatgas [g/mol]

$p_{\text{gas}}$ = dichtheid van het gasbestanddeel [kg/m$^3$]

$p_{\text{e,i}}$ = momentane dichtheid van het natte ruwe uitlaatgas [kg/m$^3$]

Voor een algemene brandstofsamenstelling $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$ wordt de molaire massa van het uitlaatgas $M_{\text{e,i}}$ op grond van de aanname van volledige verbranding afgeleid en berekend met vergelijking (7-13):

▼M2

$$M_{\text{e,i}} = \frac{1 + \frac{q_{\text{mf,i}}}{q_{\text{maw,i}}}}{\frac{q_{\text{mf,i}}}{q_{\text{maw,i}}} \cdot \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} + \frac{\frac{H_a \cdot 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \cdot 10^{-3}}} \qquad (7\text{-}13)$$

▼B

waarbij:

$q_{mf,i}$ = momentaan massadebiet van de brandstof op natte basis [kg/s]

$q_{maw,i}$ = momentaan inlaatluchtmassadebiet op natte basis [kg/s]

$\alpha$ = molaire waterstof-koolstofverhouding [-]

$\delta$ = molaire stikstof-koolstofverhouding [-]

$\varepsilon$ = molaire zuurstof-koolstofverhouding [-]

$\gamma$ = atomaire zwavel-koolstofverhouding [-]

$H_a$ = inlaatluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

$M_a$ = moleculaire massa van de droge inlaatlucht = 28,965 g/mol

De momentane dichtheid van het ruwe uitlaatgas $r_{e,i}$ [kg/m$^3$] wordt berekend met vergelijking (7-14):

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

waarbij:

$q_{mf,i}$ = momentaan massadebiet van de brandstof [kg/s]

$q_{mad,i}$ = momentaan massadebiet van de droge inlaatlucht [kg/s]

$H_a$ = inlaatluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

$k_f$ = extra volume van verbranding [m$^3$/kg brandstof] [zie vergelijking (7-5)]

2.1.6. Massadebiet van het uitlaatgas

▼B

2.1.6.1. Meetmethode voor lucht en brandstof

Bij deze methode worden de luchtstroom en de brandstofstroom met geschikte stroommeters gemeten. Het momentane uitlaatgasmassadebiet $q_{mew,i}$ [kg/s] wordt berekend met vergelijking (7-15):

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

waarbij:

$q_{maw,i}$ = momentaan inlaatluchtmassadebiet [kg/s]

$q_{mf,i}$ = momentaan massadebiet van de brandstof [kg/s]

2.1.6.2. Meetmethode voor tracergas

Met deze methode wordt de concentratie van een tracergas in het uitlaatgas gemeten. Het momentane uitlaatgasmassadebiet $q_{mew,i}$ [kg/s] wordt berekend met vergelijking (7-16):

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

waarbij:

$q_{Vt}$ = tracergasdebiet [$m^3$/s]

$c_{mix,i}$ = momentane concentratie van het tracergas na vermenging [ppm]

$p_e$ = dichtheid van het ruwe uitlaatgas [kg/$m^3$]

$c_b$ = achtergrondconcentratie van het tracergas in de inlaatlucht [ppm]

De achtergrondconcentratie van het tracergas $c_b$ mag worden bepaald door het gemiddelde te berekenen van de achtergrondconcentratie die direct vóór en na de test is gemeten. Wanneer de achtergrondconcentratie bij de maximumuitlaatgasstroom minder bedraagt dan 1 % van de concentratie van het tracergas na menging $c_{mix,i}$, mag de achtergrondconcentratie buiten beschouwing worden gelaten.

2.1.6.3. Methode om de luchtstroom en de lucht-brandstofverhouding te meten

Met deze methode wordt de uitlaatgasmassa van de luchtstroom en de lucht-brandstofverhouding berekend. Het momentane uitlaatgasmassadebiet $q_{mew,i}$ [kg/s] wordt berekend met vergelijking (7-17):

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

met:

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

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

waarbij:

$q_{maw,i}$ = massadebiet van de natte inlaatlucht [kg/s]

$A/F_{st}$ = stoichiometrische lucht-brandstofverhouding [-]

▼B

$\lambda_i$ = momentane luchtovermaatverhouding [-]

$c_{COd}$ = CO-concentratie in het ruwe uitlaatgas op droge basis [ppm]

$c_{CO2d}$ = $CO_2$-concentratie in het ruwe uitlaatgas op droge basis [ %]

$c_{HCw}$ = HC-concentratie in het ruwe uitlaatgas op natte basis [ppm C1]

$\alpha$ = molaire waterstof-koolstofverhouding [-]

$\delta$ = molaire stikstof-koolstofverhouding [-]

$\varepsilon$ = molaire zuurstof-koolstofverhouding [-]

$\gamma$ = atomaire zwavel-koolstofverhouding [-]

2.1.6.4. Koolstofbalansmethode, eenstapsprocedure

De in vergelijking (7-20) gegeven eenstapsformule kan worden gebruikt om het massadebiet van het natte uitlaatgas $q_{mew,i}$ [kg/s] te berekenen:

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

met de koolstoffactor $f_c$ [-] gegeven door:

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

waarbij:

$q_{mf,i}$ = momentaan massadebiet van de brandstof [kg/s]

▼M2

$w_C$ = koolstofgehalte van brandstof [massa-%] (zie punt 3.3.3.1, vergelijking (7-82), of tabel 7.3)

▼B

$H_a$ = inlaatluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

$k_{fd}$ = extra volume van verbranding op droge basis [$m^3$/kg brandstof]

$c_{CO2d}$ = droge $CO_2$-concentratie in het ruwe uitlaatgas [ %]

$c_{CO2d,a}$ = droge $CO_2$-concentratie in de omgevingslucht [ %]

$c_{COd}$ = droge CO-concentratie in het ruwe uitlaatgas [ppm]

$c_{HCw}$ = natte HC-concentratie in het ruwe uitlaatgas [ppm]

en waarin factor $k_{fd}$ [$m^3$/kg brandstof] op droge basis wordt berekend met vergelijking (7-22) door het door de verbranding gevormde water van $k_f$ af te trekken:

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

waarbij:

$k_f$ = brandstofspecifieke factor van vergelijking (7-5) [$m^3$/kg brandstof]

$w_H$ = waterstofgehalte van brandstof [massa- %]

▼B

2.2. Verdunde gasvormige emissies

2.2.1. Massa van de gasvormige emissies

Het uitlaatgasmassadebiet wordt gemeten met een bemonsteringssysteem met constant volume (CVS), dat van een verdringerpomp (PDP), een kritischestroomventuri (CFV) of een subsonische venturi (SSV) gebruik mag maken.

Bij systemen met constante massastroom (d.w.z. met warmtewisselaar) wordt de massa van de verontreinigende stoffen $m_{gas}$ [g/test] bepaald met vergelijking (7-23):

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

waarbij:

$u_{gas}$ = verhouding tussen de dichtheid van het uitlaatgasbestanddeel en de luchtdichtheid zoals aangegeven in tabel 7.2 of berekend met vergelijking (7-34) [-]

$c_{gas}$ = gemiddelde voor de achtergrond gecorrigeerde concentratie van het bestanddeel op natte basis [ppm] of [vol.- %]

$k_h$ = $NO_x$-correctiefactor [-], alleen toe te passen voor de berekening van de $NO_x$-emissie

k = 1 voor $c_{gasr,w,i}$ in [ppm] en $k$ = 10 000 voor $c_{gasr,w,i}$ in [vol.- %]

$m_{ed}$ = totale massa van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus [kg/test]

Bij systemen met stroomcompensatie (zonder warmtewisselaar) wordt de massa van de verontreinigende stoffen $m_{gas}$ [g/test] bepaald door de momentane massa-emissies te berekenen, te integreren en voor de achtergrond te corrigeren met vergelijking (7-24):

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

waarbij:

$c_e$ = emissieconcentratie in het verdunde uitlaatgas op natte basis [ppm] of [vol.- %]

$c_d$ = emissieconcentratie in de verdunningslucht, op natte basis [ppm] of [vol.- %]

$m_{ed,i}$ = massa van het verdunde uitlaatgas tijdens tijdsinterval $i$ [kg]

$m_{ed}$ = totale massa van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus [kg]

$u_{gas}$ = de in tabel 7.2 aangegeven waarde [-]

$D$ = verdunningsfactor [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

$k_h$ = $NO_x$-correctiefactor [-], alleen toe te passen voor de berekening van de $NO_x$-emissie

$k$ = 1 voor $c$ in [ppm], k = 10 000 voor $c$ in [vol.- %]

De concentraties $c_{gas}$, $c_e$ en $c_d$ kunnen waarden zijn die in een batchmonster (zak, maar niet toegestaan voor $NO_x$ en HC) zijn gemeten of kunnen door integratie uit continue metingen worden gemiddeld. Ook $m_{ed,i}$ moet door integratie over de hele testcyclus worden gemiddeld.

De volgende vergelijkingen tonen hoe de vereiste grootheden ($c_e$, $u_{gas}$ en $m_{ed}$) moeten worden berekend.

▼B

2.2.2. Omzetting van droge naar natte concentratie

Alle in punt 2.2.1 vermelde droog gemeten concentraties worden met vergelijking (7-3) in natte concentraties omgezet.

2.2.2.1. Verdund uitlaatgas

De droge concentraties worden met een van de volgende twee vergelijkingen [(7-25) of (7-26)] in natte concentraties omgezet:

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

of

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

waarbij:

$\alpha$ = molaire waterstof-koolstofverhouding van de brandstof [-]

$c_{CO2w}$ = $CO_2$-concentratie in het verdunde uitlaatgas op natte basis [vol.- %]

$c_{CO2d}$ = $CO_2$-concentratie in het verdunde uitlaatgas op droge basis [vol.- %]

De droog-natcorrectiefactor $k_{w2}$ houdt rekening met het watergehalte van zowel de inlaat- als de verdunningslucht en wordt berekend met vergelijking (7-27):

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

waarbij:

$H_a$ = inlaatluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

$H_d$ = verdunningsluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

$D$ = verdunningsfactor [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

2.2.2.2. Verdunningsfactor

De verdunningsfactor $D$ [-] (die nodig is voor de achtergrondcorrectie en voor de berekening van $k_{w2}$) wordt berekend met vergelijking (7-28):

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

waarbij:

$F_S$ = stoichiometrische factor [-]

$c_{CO2,e}$ = $CO_2$-concentratie in het verdunde uitlaatgas op natte basis [vol.- %]

$c_{HC,e}$ = HC-concentratie in het verdunde uitlaatgas op natte basis [ppm C1]

$c_{CO,e}$ = CO-concentratie in het verdunde uitlaatgas op natte basis [ppm]

▼B

Het stoichiometrische factor wordt berekend met vergelijking (7-29):

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

waarbij:

$\alpha$ = molaire waterstof-koolstofverhouding in de brandstof [-]

Indien de brandstofsamenstelling niet bekend is, mogen als alternatief de volgende stoichiometrische factoren worden gebruikt:

$F_S$ (diesel) = 13,4

$F_S$ (lpg) = 11,6

$F_S$ (NG) = 9,5

$F_S$ (E10) = 13,3

$F_S$ (E85) = 11,5

Als de uitlaatgasstroom direct wordt gemeten, mag de verdunningsfactor $D$ [-] worden berekend met vergelijking (7-30):

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

waarbij:

$q_{V\mathrm{CVS}}$ = volumedebiet van het verdunde uitlaatgas [$m^3$/s]

$q_{V\mathrm{ew}}$ = volumedebiet van het ruwe uitlaatgas [$m^3$/s]

2.2.2.3. Verdunningslucht

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

met:

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

waarbij:

$H_{\mathrm{d}}$ = verdunningsluchtvochtigheid [g $H_2O$/kg droge lucht]

2.2.2.4. Bepaling van de voor de achtergrond gecorrigeerde concentratie

De gemiddelde achtergrondconcentratie van gasvormige verontreinigingen in de verdunningslucht moet van de gemeten concentraties worden afgetrokken om de nettoconcentratie van de verontreinigende stoffen te krijgen. De gemiddelde waarden van de achtergrondconcentraties kunnen worden bepaald volgens de bemonsteringszakmethode of door continue meting met integratie. Vergelijking (7-33) wordt gebruikt:

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

waarbij:

$c_{\mathrm{gas}}$ = nettoconcentratie van de gasvormige verontreiniging [ppm] of [vol.- %]

$c_{\mathrm{gas,e}}$ = emissieconcentratie in het verdunde uitlaatgas, op natte basis [ppm] of [vol.- %]

$c_{\mathrm{d}}$ = emissieconcentratie in de verdunningslucht, op natte basis [ppm] of [vol.- %]

$D$ = verdunningsfactor [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

▼B

2.2.3. Bestanddeelspecifieke factor *u*

De bestanddeelspecifieke factor $u_{gas}$ van het verdunde gas kan met vergelijking (7-34) worden berekend of uit tabel 7.2 worden overgenomen; in tabel 7.2 is ervan uitgegaan dat de dichtheid van het verdunde uitlaatgas gelijk is aan de luchtdichtheid.

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

waarbij:

$M_{gas}$ = molaire massa van het gasbestanddeel [g/mol]

$M_{d,w}$ = molaire massa van het verdunde uitlaatgas [g/mol]

▼M2

$M_{da,w}$ = molaire massa van de verdunningslucht [g/mol] (zie punt 3.9.3, vergelijking (7-144)

$M_{r,w}$ = molaire massa van het ruwe uitlaatgas [g/mol] (zie aanhangsel 2, punt 5)

▼B

$D$ = verdunningsfactor [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

*Tabel 7.2.*

***u*-waarden van het verdunde uitlaatgas (voor emissieconcentratie uitgedrukt in ppm) en dichtheid van de bestanddelen**

| Brandstof | $r_e$ | | | Gas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NO_x$ | CO | HC | $CO_2$ | $O_2$ | $CH_4$ |
| | | | | $r_{gas}$ [kg/m$^3$] | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (1) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| | | | | $u_{gas}$ (2) | | | |
| Diesel (gasolie voor niet voor de weg bestemde machines) | 1,2943 | 0,001586 | 0,000966 | 0,000482 | 0,001517 | 0,001103 | 0,000553 |
| Ethanol voor brandstofspecifieke compressieontstekingsmotoren (ED95) | 1,2768 | 0,001609 | 0,000980 | 0,000780 | 0,001539 | 0,001119 | 0,000561 |
| Aardgas/biomethaan (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 |
| Benzine (E10) | 1,2931 | 0,001587 | 0,000966 | 0,000499 | 0,001518 | 0,001104 | 0,000553 |
| Ethanol (E85) | 1,2797 | 0,001604 | 0,000977 | 0,000730 | 0,001534 | 0,001116 | 0,000559 |

(1) Afhankelijk van de brandstof.
(2) Bij $l$ = 2, droge lucht, 273 K, 101,3 kPa.
(3) $u$ met een nauwkeurigheid van 0,2 % voor een massasamenstelling van: C = 66-76 %; H = 22-25 %; N = 0-12 %.
(4) NMHC op basis van $CH_{2,93}$ (gebruik de $u_{gas}$-coëfficient van $CH_4$ voor totaal HC).
(5) $u$ met een nauwkeurigheid van 0,2 % voor een massasamenstelling van: C3 = 70-90 %; C4 = 10-30 %.

2.2.4. Berekening van het uitlaatgasmassadebiet

2.2.4.1. PDP-CVS-systeem

Als de temperatuur van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus met een warmtewisselaar binnen ± 6 K wordt gehouden, wordt de massa van het verdunde uitlaatgas $m_{ed}$ [kg/test] tijdens de cyclus berekend met vergelijking (7-35):

▼B

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

waarbij:

$V_0$ = volume van het gas dat onder testomstandigheden per omwenteling wordt gepompt [$m^3$/omw]

$n_P$ = totaal aantal omwentelingen van de pomp per test [omw/test]

$p_p$ = absolute druk bij de pompinlaat [kPa]

$\overline{T}$ = gemiddelde temperatuur van het verdunde uitlaatgas bij de pompinlaat [K]

1,293 kg/$m^3$ = luchtdichtheid bij 273,15 K en 101,325 kPa

Als een systeem met stroomcompensatie wordt gebruikt (d.w.z. zonder warmtewisselaar), wordt de massa van het verdunde uitlaatgas $m_{ed,i}$ [kg] tijdens het tijdsinterval berekend met vergelijking (7-36):

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

waarbij:

$V_0$ = volume van het gas dat onder testomstandigheden per omwenteling wordt gepompt [$m^3$/omw]

$p_p$ = absolute druk bij de pompinlaat [kPa]

$n_{P,i}$ = totaal aantal omwentelingen van de pomp per tijdsinterval $i$

$\overline{T}$ = gemiddelde temperatuur van het verdunde uitlaatgas bij de pompinlaat [K]

1,293 kg/$m^3$ = luchtdichtheid bij 273,15 K en 101,325 kPa

2.2.4.2. CFV-CVS-systeem

Als de temperatuur van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus met een warmtewisselaar binnen ± 11 K wordt gehouden, wordt de massastroom tijdens de cyclus $m_{ed}$ [g/test] berekend met vergelijking (7-37):

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

waarbij:

$t$ = cyclusduur [s]

$K_V$ = kalibratiecoëfficiënt van de kritischestroomventuri voor standaardomstandigheden $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

$p_p$ = absolute druk bij de venturi-inlaat [kPa]

$T$ = absolute temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

1,293 kg/$m^3$ = luchtdichtheid bij 273,15 K en 101,325 kPa

Als een systeem met stroomcompensatie wordt gebruikt (d.w.z. zonder warmtewisselaar), wordt de massa van het verdunde uitlaatgas $m_{ed,i}$ [kg] tijdens het tijdsinterval berekend met vergelijking (7-38):

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

▼B

waarbij:

$\Delta t_i$ = tijdsinterval van de test [s]

$K_V$ = kalibratiecoëfficiënt van de kritischestroomventuri voor standaardomstandigheden $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

$p_p$ = absolute druk bij de venturi-inlaat [kPa]

$T$ = absolute temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

1,293 kg/m$^3$ = luchtdichtheid bij 273,15 K en 101,325 kPa

2.2.4.3. SSV-CVS-systeem

Als de temperatuur van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus met een warmtewisselaar binnen ± 11 K wordt gehouden, wordt de massa van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus $m_{ed}$ [kg/test] berekend met vergelijking (7-39):

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

waarbij:

1,293 kg/m$^3$ = luchtdichtheid bij 273,15 K en 101,325 kPa

$\Delta t$ = cyclusduur [s]

$q_{VSSV}$ = luchtdebiet bij standaardomstandigheden (101,325 kPa, 273,15 K) [m$^3$/s]

met:

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

waarbij:

$A_0$ = verzameling van constanten en omzettingen van eenheden = 0,0056940 $\left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

$d_V$ = diameter van de SSV-hals [mm]

$C_d$ = afvoercoëfficiënt van de SSV [-]

$p_p$ = absolute druk bij de venturi-inlaat [kPa]

$T_{in}$ = temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

$r_p$ = verhouding tussen de absolute statische druk bij de SSV-hals en bij de inlaat, $\left(1 - \frac{\Delta P}{P_a}\right)$ [-]

$r_D$ = verhouding van de diameter van de SSV-hals tot de binnendiameter van de inlaatbuis, $\frac{d}{D}$ [-]

Als een systeem met stroomcompensatie wordt gebruikt (d.w.z. zonder warmtewisselaar), wordt de massa van het verdunde uitlaatgas $m_{ed,i}$ [kg] tijdens het tijdsinterval berekend met vergelijking (7-41):

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

waarbij:

1,293 kg/m$^3$ = luchtdichtheid bij 273,15 K en 101,325 kPa

$\Delta t_i$ = tijdsinterval [s]

$q_{VSSV}$ = volumedebiet van de SSV [m$^3$/s]

▼B

2.3. Berekening van de deeltjesemissie

▼M2

2.3.1. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC

De deeltjesmassa wordt berekend na de correctie van de deeltjesmonstermassa voor de opwaartse kracht overeenkomstig punt 8.1.13.2.5 van bijlage VI.

▼B

2.3.1.1. Partiëlestroomverdunningssysteem

2.3.1.1.1. Berekening op basis van de monsterverhouding

De deeltjesemissie tijdens de cyclus $m_{PM}$ [g] wordt berekend met vergelijking (7-42):

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

waarbij:

$m_f$ = tijdens de cyclus bemonsterde deeltjesmassa [mg]

$r_s$ = gemiddelde monsterverhouding over de testcyclus [-]

met:

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

waarbij:

$m_{se}$ = monstermassa van ruw uitlaatgas tijdens de cyclus [kg]

$m_{ew}$ = totale massa van ruw uitlaatgas tijdens de cyclus [kg]

$m_{sep}$ = massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt [kg]

$m_{sed}$ = massa van het verdunde uitlaatgas dat door de verdunningstunnel stroomt [kg]

Bij het systeem met totale bemonstering zijn $m_{sep}$ en $m_{sed}$ identiek.

2.3.1.1.2. Berekening op basis van de verdunningsverhouding

De deeltjesemissie tijdens de cyclus $m_{PM}$ [g] wordt berekend met vergelijking (7-44):

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

waarbij:

$m_f$ = tijdens de cyclus bemonsterde deeltjesmassa [mg]

$m_{sep}$ = massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt [kg]

$m_{edf}$ = massa van equivalent verdund uitlaatgas over de cyclus [kg]

De totale massa van het equivalente verdunde uitlaatgas over de cyclus $m_{edf}$ [kg] wordt bepaald met vergelijking (7-45):

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

met:

▼M2

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \cdot r_{d,i} \tag{7-46}$$

▼B

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

▼B

waarbij:

$q_{medf,i}$ = momentaan massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas [kg/s]

$q_{mew,i}$ = momentaan uitlaatgasmassadebiet op natte basis [kg/s]

$r_{d,i}$ = momentane verdunningsverhouding [-]

$q_{mdew,i}$ = momentaan massadebiet van verdund uitlaatgas op natte basis [kg/s]

$q_{mdw,i}$ = momentaan massadebiet van verdunningslucht [kg/s]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

2.3.1.2. Volledigestroomverdunningssysteem

De massa-emissie wordt berekend met vergelijking (7-48):

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

waarbij:

$m_f$ = gedurende de cyclus bemonsterde deeltjesmassa [mg]

$m_{sep}$ = massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt [kg]

$m_{ed}$ = massa van verdund uitlaatgas gedurende de cyclus [kg]

met:

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

waarbij:

$m_{set}$ = massa van het dubbel verdunde uitlaatgas door het deeltjesfilter [kg]

$m_{ssd}$ = massa van de secundaire verdunningslucht [kg]

2.3.1.2.1. Achtergrondcorrectie

De deeltjesmassa $m_{PM,c}$ [g] mag voor de achtergrond worden gecorrigeerd met vergelijking (7-50):

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

waarbij:

$m_f$ = tijdens de cyclus bemonsterde deeltjesmassa [mg]

$m_{sep}$ = massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt [kg]

$m_{sd}$ = massa van de door het achtergronddeeltjesbemonsteringssysteem bemonsterde verdunningslucht [kg]

$m_b$ = massa van de opgevangen achtergronddeeltjes van de verdunningslucht [mg]

$m_{ed}$ = massa van het verdunde uitlaatgas tijdens de cyclus [kg]

$D$ = verdunningsfactor [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

▼B

2.3.2. Berekening voor de NRSC met specifieke modi

2.3.2.1. Verdunningssysteem

Alle berekeningen worden gebaseerd op de gemiddelde waarden van de afzonderlijke modi *i* tijdens de bemonsteringsperiode.

a) Bij partiëlestroomverdunning wordt het equivalente massadebiet van het verdunde uitlaatgas bepaald door middel van vergelijking (7-51) en het in figuur 9.2 getoonde systeem met stroommeting:

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

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

waarbij:

$q_{medf}$ = massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas [kg/s]

$q_{mew}$ = massadebiet van uitlaatgas op natte basis [kg/s]

$r_d$ = verdunningsverhouding [-]

$q_{mdew}$ = massadebiet van verdund uitlaatgas op natte basis [kg/s]

$q_{mdw}$ = massadebiet van de verdunningslucht [kg/s]

b) Bij volledigestroomverdunningssystemen wordt $q_{mdew}$ gebruikt als $q_{medf}$.

2.3.2.2. Berekening van het deeltjesmassadebiet

Het deeltjesemissiedebiet tijdens de cyclus $q_{mPM}$ [g/h] wordt berekend met vergelijking (7-53), (7-56), (7-57) of (7-58):

a) bij de eenfiltermethode:

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

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

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

waarbij:

$q_{mPM}$ = deeltjesmassadebiet [g/h]

$m_f$ = tijdens de cyclus bemonsterde deeltjesmassa [mg]

$\overline{q_{medf}}$ = gemiddeld massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis [kg/s]

$q_{medfi}$ = massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis bij modus *i* [kg/s]

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus *i* [-]

$m_{sep}$ = massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjes-opvang- filters stroomt [kg]

$m_{sepi}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door het deeltjes-bemonsteringsfilter wordt geleid bij modus *i* [kg]

N = aantal metingen [-]

▼B

b) bij de meerfiltermethode:

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

waarbij:

$q_{mPMi}$ = deeltjesmassadebiet bij modus $i$ [g/h]

$m_{fi}$ = bij modus $i$ opgevangen deeltjesmonstermassa [mg]

$q_{medfi}$ = massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis bij modus $i$ [kg/s]

$m_{sepi}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door het deeltjes- bemonsteringsfilter wordt geleid bij modus $i$ [kg]

De PM-massa wordt over de testcyclus bepaald door sommatie van de gemiddelde waarden van de afzonderlijke modi $i$ tijdens de bemonsteringsperiode.

Het deeltjesmassadebiet $q_{mPM}$ [g/h] of $q_{mPMi}$ [g/h] mag als volgt voor de achtergrond worden gecorrigeerd:

c) bij de eenfiltermethode:

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

waarbij:

$q_{mPM}$ = deeltjesmassadebiet [g/h]

$m_f$ = opgevangen deeltjesmonstermassa [mg]

$m_{sep}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door het deeltjesbemonsteringsfilter wordt geleid [kg]

$m_{f,d}$ = opgevangen deeltjesmonstermassa van verdunningslucht [mg]

$m_d$ = massa van het verdunningsluchtmonster dat door de deeltjesbemonsteringsfilters wordt geleid [kg]

$D_i$ = verdunningsfactor bij modus $i$ [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus [-]

$\overline{q_{medf}}$ = gemiddeld massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis [kg/s]

d) bij de meerfiltermethode:

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

waarbij:

$q_{mPMi}$ = deeltjesmassadebiet bij modus $i$ [g/h]

$m_{fi}$ = bij modus $i$ opgevangen deeltjesmonstermassa [mg]

$m_{sepi}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door het deeltjes- bemonsteringsfilter wordt geleid bij modus $i$ [kg]

$m_{f,d}$ = opgevangen deeltjesmonstermassa van verdunningslucht [mg]

$m_d$ = massa van het verdunningsluchtmonster dat door de deeltjesbemonsteringsfilters wordt geleid [kg]

▼B

$D$ = verdunningsfactor [zie vergelijking (7-28) van punt 2.2.2.2] [-]

$q_{\text{medf}i}$ = massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis bij modus $m^{f,d}/m^{d}$ [kg/s]

Als er meer dan een meting wordt uitgevoerd, wordt vervangen door $\overline{m_{f,d}/m_{d}}$.

2.4. Cyclusarbeid en specifieke emissies

2.4.1. Gasvormige emissies

2.4.1.1. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC

Voor ruw en verdund uitlaatgas wordt verwezen naar punt 2.1 respectievelijk punt 2.2. De daaruit voortvloeiende vermogenswaarden $P$ [kW] moeten over een testinterval worden geïntegreerd. De totale arbeid $W_{\text{act}}$ [kWh] wordt berekend met vergelijking (7-59):

▼M2

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

▼B

waarbij:

$P_i$ = momentaan motorvermogen [kW]

$n_i$ = momentaan motortoerental [omw/min]

$T_i$ = momentaan motorkoppel [Nm]

$W_{\text{act}}$ = werkelijke cyclusarbeid [kWh]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

▼M2

$\Delta t_i$ = het meetinterval [s]

▼B

Wanneer de hulpapparatuur overeenkomstig aanhangsel 2 van bijlage VI is gemonteerd, wordt de in vergelijking (7-59) gebruikte waarde van het momentane motorkoppel niet gecorrigeerd. Wanneer overeenkomstig punt 6.3.2 of 6.3.3 van bijlage VI bij deze verordening voor de test te monteren hulpapparatuur niet is gemonteerd of te verwijderen hulpapparatuur wel is gemonteerd, wordt de in vergelijking (7-59) gebruikte waarde van $T_i$ gecorrigeerd met vergelijking (7-60):

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

waarbij:

$T_{i,\text{meas}}$ = gemeten waarde van het momentane motorkoppel

▼M2

$T_{i,\text{AUX}}$ = overeenkomstige waarde van het koppel dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur, bepaald volgens vergelijking (6-18) van bijlage VI.

▼B

Naargelang het type testcyclus worden de specifieke emissies $e_{\text{gas}}$ [g/kWh] als volgt berekend:

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

waarbij:

$m_{\text{gas}}$ = totale massa van de emissie [g/test]

$W_{\text{act}}$ = cyclusarbeid [kWh]

▼B

Bij de NRTC is het definitieve testresultaat $e_{gas}$ [g/kWh] voor alle gasvormige emissies met uitzondering van $CO_2$ een gewogen gemiddelde van de met koude start en met warme uitgevoerde test, dat wordt bepaald met vergelijking (7-62):

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

waarbij:

$m_{cold}$ = gasmassa-emissies bij de koudstart-NRTC [g]

$W_{act,\ cold}$ = werkelijke cyclusarbeid bij de koudstart-NRTC [kWh]

$m_{hot}$ = gasmassa-emissies bij de warmstart-NRTC [g]

$W_{act,\ hot}$ = werkelijke cyclusarbeid bij de warmstart-NRTC [kWh]

Bij de NRTC wordt het definitieve testresultaat voor $CO_2$ $e_{CO2}$ [g/kWh] op basis van de warmstart-NRTC berekend met vergelijking (7-63):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}63)$$

waarbij:

$m_{CO2,\ hot}$ = massa van de $CO_2$-emissies bij de warmstart-NRTC [g]

$W_{act,\ hot}$ = werkelijke cyclusarbeid bij de warmstart-NRTC [kWh]

2.4.1.2. NRSC met specifieke modi

De specifieke emissies $e_{gas}$ [g/kWh] worden berekend met vergelijking (7-64):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{mgasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}64)$$

waarbij:

$q_{mgas,i}$ = gemiddeld emissiemassadebiet voor modus $i$ [g/h]

▼M2

$Pi$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

▼M2

$N_{mode}$ = aantal modi in de toepasselijke NRSC met specifieke modi

▼B

2.4.2. Deeltjesemissies

2.4.2.1. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC

De specifieke deeltjesemissies worden berekend met vergelijking (7-61) waarin $e_{gas}$ [g/kWh] en $m_{gas}$ [g/test] worden vervangen door $e_{PM}$ [g/kWh] respectievelijk $m_{PM}$ [g/test]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}65)$$

waarbij:

$m_{PM}$ = totale massa van de deeltjesemissie, berekend overeenkomstig punt 2.3.1.1 of 2.3.1.2 [g/test]

$W_{act}$ = cyclusarbeid [kWh]

▼B

De emissies bij de transiënte samengestelde cyclus (d.w.z. koudstart-NRTC en warmstart-NRTC) worden berekend zoals aangegeven in punt 2.4.1.1.

2.4.2.2. NRSC met specifieke modi

De specifieke deeltjesemissie $e_{\mathrm{PM}}$ [g/kWh] wordt berekend met vergelijking (7-66) of (7-67):

a) bij de eenfiltermethode:

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{q_{m\mathrm{PM}}}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad (7\text{-}66)$$

▼B

waarbij:

▼M2

$P_i$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

$q_{m\mathrm{PM}}$ = deeltjesmassadebiet [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = aantal modi in de toepasselijke NRSC met specifieke modi

▼B

b) bij de meerfiltermethode:

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{m\mathrm{PM}i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad (7\text{-}67)$$

▼B

waarbij:

▼M2

$P_i$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

$q_{m\mathrm{PM}i}$ = deeltjesmassadebiet bij modus $i$ [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = aantal modi in de toepasselijke NRSC met specifieke modi

▼B

Bij de eenfiltermethode wordt de effectieve wegingsfactor $WF_{ei}$ voor elke modus berekend met vergelijking (7-68):

$$WF_{ei} = \frac{m_{\mathrm{sep}i} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}}}}{m_{\mathrm{sep}} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}i}}} \qquad (7\text{-}68)$$

waarbij:

$m_{\mathrm{sep}i}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door de deeltjesbemonsteringsfilters wordt geleid bij modus [kg]

$\overline{q_{m\mathrm{edf}}}$ = gemiddeld massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas [kg/s]

$q_{m\mathrm{edf}i}$ = equivalent massadebiet van verdund uitlaatgas bij modus [kg/s]

$m_{\mathrm{sep}}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door de deeltjesbemonsteringsfilters wordt geleid [kg]

▼B

De waarde van de effectieve wegingsfactoren mag niet meer dan 0,005 (absolute waarde) van de in aanhangsel 1 van bijlage XVII vermelde wegingsfactoren afwijken.

2.4.3. Aanpassing voor emissiebeheersing die op niet-frequente (periodieke) basis wordt geregenereerd

Bij motoren, met uitzondering van die van categorie RLL, met uitlaatgasnabehandelingssystemen die op niet-frequente (periodieke) basis worden geregenereerd (zie punt 6.6.2 van bijlage VI), worden de overeenkomstig de punten 2.4.1 en 2.4.2 berekende specifieke emissies van verontreinigende gassen en deeltjes met de toepasselijke multiplicatieve of additieve aanpassingsfactor gecorrigeerd. Als tijdens de test geen niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de opwaartse factor ($k_{ru,m}$ of $k_{ru,a}$) toegepast. Als tijdens de test niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de neerwaartse factor ($k_{rd,m}$ of $k_{rd,a}$) toegepast. Als bij de NRSC met specifieke modi de aanpassingsfactoren voor elke modus zijn bepaald, worden zij bij de berekening van het gewogen emissieresultaat op elke modus toegepast.

2.4.4. Aanpassing voor verslechteringsfactor

De overeenkomstig de punten 2.4.1 en 2.4.2 berekende specifieke emissies van verontreinigende gassen en deeltjes, waarop in voorkomend geval overeenkomstig punt 2.4.3 de aanpassingsfactor voor niet-frequente regeneratie is toegepast, worden ook aangepast met de overeenkomstig bijlage III bepaalde toepasselijke multiplicatieve of additieve verslechteringsfactor.

2.5. Kalibratie van de verdunde uitlaatgasstroom (CVS) en bijbehorende berekeningen

Het CVS-systeem wordt gekalibreerd met behulp van een nauwkeurige debietmeter en een instelbare restrictie. De stroom door het systeem wordt bij verschillende restrictie-instellingen gemeten en de regelparameters van het systeem worden gemeten en aan de stroom gerelateerd.

Er mogen verschillende typen stroommeters worden gebruikt, bv. een gekalibreerde venturibuis, een laminairestroommeter of een gekalibreerde turbinemeter.

2.5.1. Verdringerpomp (PDP)

Alle parameters die betrekking hebben op de pomp, worden gelijktijdig gemeten met de parameters die verband houden met een kalibratieventuri die in serie is geschakeld met de pomp. Het berekende debiet (in $m^3$/s bij de pompinlaat, bij absolute druk en temperatuur) wordt uitgezet tegen een correlatiefunctie die de waarde van een specifieke combinatie van pompparameters is. Daarna wordt de lineaire vergelijking bepaald die de relatie tussen het pompdebiet en de correlatiefunctie uitdrukt. Als een CVS-systeem meerdere snelheden heeft, wordt de kalibratie voor elke gebruikte snelheid uitgevoerd.

Tijdens het kalibreren wordt de temperatuur stabiel gehouden.

In geen van de aansluitingen en leidingen tussen de kalibreringsventuri en de CVS-pomp mag de lekkage groter worden dan 0,3 % van de laagste stroomwaarde (hoogste restrictie en laagste toerental van de verdringerpomp).

Het luchtdebiet ($q_{VCVS}$) bij elke restrictiestand (ten minste zes standen) wordt berekend in standaard-$m^3$/s aan de hand van de meetwaarden van de stroommeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. Vervolgens wordt het luchtdebiet als volgt in pompdebiet ($V_0$) in $m^3$/omw bij absolute temperatuur en druk bij de pompinlaat omgezet met vergelijking (7-69):

▼B

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273{,}15} \cdot \frac{101{,}325}{p_p} \quad (7\text{-}69)$$

waarbij:

$q_{VCVS}$ = luchtdebiet bij standaardomstandigheden (101,325 kPa, 273,15 K) [$m^3$/s]

$T$ = temperatuur bij de pompinlaat [K]

$p_p$ = absolute druk bij de pompinlaat [kPa]

$n$ = toerental van de pomp [omw/s]

Om rekening te houden met de interactie van drukvariaties bij de pomp en de pompslip, wordt de correlatiefunctie ($X_0$) [s/omw] tussen het pomptoerental, het drukverschil tussen pompinlaat en -uitlaat en de absolute druk bij de pompuitlaat berekend met vergelijking (7-70):

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (7\text{-}70)$$

waarbij:

$\Delta p_p$ = drukverschil tussen pompinlaat en -uitlaat [kPa]

$p_p$ = absolute uitlaatdruk bij de pompuitlaat [kPa]

$n$ = toerental van de pomp [omw/s]

Om de kalibratievergelijking te verkrijgen, wordt een lineaire aanpassing met de kleinste kwadraten uitgevoerd met vergelijking (7-71):

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \quad (7\text{-}71)$$

waarbij $D_0$ [$m^3$/omw] en $m$ [$m^3$/s], respectievelijk de intercept en de helling, de regressielijn beschrijven.

Bij een CVS-systeem met meerdere snelheden moeten de voor de verschillende pompstroombereiken gegenereerde kalibratiecurven ongeveer evenwijdig zijn en moeten de interceptwaarden ($D_0$) toenemen naarmate het stroombereik van de pomp daalt.

De met behulp van de vergelijking berekende waarden moeten binnen ± 0,5 % van de gemeten waarde van $V_0$ liggen. De waarden van $m$ zullen variëren van de ene pomp tot de andere. De instroming van deeltjes zal ertoe leiden dat de pompslip na enige tijd vermindert, zoals door lagere waarden voor $m$ wordt weerspiegeld. Daarom moet de kalibratie worden uitgevoerd bij het starten van de pomp, na een grote onderhoudsbeurt en als bij de verificatie van het totale systeem een wijziging van de slip wordt vastgesteld.

2.5.2. Kritischestroomventuri (CFV)

De kalibratie van de CFV is gebaseerd op de stroomformule voor een kritische venturi. Het gasdebiet is een functie van de druk en de temperatuur bij de venturi-inlaat.

Om het bereik van de kritische stroom te bepalen, wordt $K_V$ als functie van de druk bij de venturi-inlaat uitgezet. Bij een kritische (gesmoorde) stroom zal $K_V$ een betrekkelijk constante waarde hebben. Naarmate de druk daalt (de onderdruk stijgt), wordt de venturi ongesmoord en daalt $K_V$, wat erop wijst dat de CFV buiten het toelaatbare bereik werkt.

▼B

Het luchtdebiet ($q_{VCVS}$) bij elke restrictiestand (ten minste acht standen) wordt berekend in standaard-$m^3$/s aan de hand van de meetwaarden van de stroommeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De kalibratiecoëfficiënt $K_V$ $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ wordt aan de hand van de kalibratiegegevens voor elke instelling berekend met vergelijking (7-72):

$$K_V = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \quad (7\text{-}72)$$

waarbij:

$q_{VSSV}$ = luchtdebiet bij standaardomstandigheden (101,325 kPa, 273,15 K) [$m^3$/s]

$T$ = temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

$p_p$ = absolute druk bij de venturi-inlaat [kPa]

De gemiddelde $K_V$ en de standaardafwijking worden berekend. De standaardafwijking mag niet meer bedragen dan ± 0,3 % van de gemiddelde waarde van $K_V$.

2.5.3. Subsonische venturi (SSV)

De kalibratie van de SSV is gebaseerd op de stroomvergelijking voor een subsonische venturi. De gasstroom is een functie van de druk en de temperatuur bij de inlaat en de drukval tussen de inlaat en de hals van de SSV, zoals aangegeven in vergelijking (7-40).

Het luchtdebiet ($q_{VSSV}$) bij elke restrictiestand (ten minste 16 standen) wordt berekend in standaard-$m^3$/s aan de hand van de meetwaarden van de stroommeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De afvoercoëfficiënt wordt aan de hand van de kalibratiegegevens voor elke instelling berekend met vergelijking (7-73):

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{\frac{A_0}{60} d_V^2 p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T_{in,V}} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}} \quad (7\text{-}73)$$

waarbij:

$A_0$ = verzameling van constanten en omzettingen van eenheden

$$= 0{,}0056940 = 0{,}0056940 \left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$$

$q_{VSSV}$ = luchtdebiet bij standaardomstandigheden (101,325 kPa, 273,15 K) [$m^3$/s]

$T_{in,V}$ = temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

$d_V$ = diameter van de SSV-hals [mm]

$r_p$ = verhouding tussen de absolute statische druk bij de SSV-hals en bij de inlaat = 1 – $\Delta p$ [-]

$r_D$ = verhouding tussen de diameter van de SSV-hals $d_V$ en de binnendiameter van de inlaatbuis $D$ [-]

Om het bereik van de subsonische stroom te bepalen, wordt $C_d$ als functie van het reynoldsgetal *Re* aan de SSV-hals uitgezet. Het *Re* aan de SSV-hals wordt berekend met vergelijking (7-74):

$$Re = A_1 \cdot 60 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_V \cdot \mu} \quad (7\text{-}74)$$

met:

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (7\text{-}75)$$

▼B

waarbij:

$A_1$ = verzameling van constanten en omzettingen van eenheden $= 27{,}43831 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{min}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}}\right]$

$q_{V\text{SSV}}$ = luchtdebiet bij standaardomstandigheden (101,325 kPa, 273,15 K) [$m^3$/s]

$d_V$ = diameter van de SSV-hals [mm]

$\mu$ = absolute of dynamische viscositeit van het gas [kg/(m · s)]

b = $1{,}458 \times 10^6$ (empirische constante) [kg/(m · s · $K^{0,5}$)]

S = 110,4 (empirische constante) [K]

Omdat $q_{V\text{SSV}}$ in de *Re*-vergelijking wordt gebruikt, moeten de berekeningen eerst uitgaan van een aanname voor $q_{V\text{SSV}}$ of $C_d$ van de kalibratieventuri, en worden herhaald tot $q_{V\text{SSV}}$ convergeert. Met de convergentiemethode moet een nauwkeurigheid van 0,1 procentpunt of beter worden bereikt.

Van ten minste 16 punten in het gebied van de subsonische stroom worden de uit de resulterende optimaal op de kalibratiekromme passende vergelijking berekende waarden voor $C_d$ voor elk kalibratiepunt binnen ± 0,5 % van de gemeten waarde voor $C_d$ liggen.

2.6. Verloopcorrectie

2.6.1. Algemene procedure

De berekeningen in dit onderdeel worden uitgevoerd om te bepalen of de gasanalysator een zodanig verloop heeft dat de resultaten van een testinterval ongeldig zijn. Als het verloop niet zodanig is dat de resultaten van een testinterval ongeldig zijn, worden de responsen van de gasanalysator tijdens het testinterval overeenkomstig punt 2.6.2 voor het verloop gecorrigeerd. De voor het verloop gecorrigeerde responsen van de gasanalysator worden in alle latere emissieberekeningen gebruikt. De aanvaardbare drempelwaarde voor het verloop van de gasanalysator tijdens een testinterval is gespecificeerd in punt 8.2.2.2 van bijlage VI.

De algemene testprocedure komt overeen met de in aanhangsel 1 beschreven procedure, waarbij echter de concentraties $x_i$ en $\overline{x}$ worden vervangen door $c_i$ respectievelijk $\overline{c}$.

2.6.2. Procedure van de berekening

De verloopcorrectie wordt berekend met vergelijking (7-76):

$$c_{\,i\text{driftcor}} = c_{\,\text{refzero}} + (c_{\,\text{refspan}} - c_{\,\text{refzero}}) \frac{2c_{\,i} - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})}{(c_{\,\text{prespan}} + c_{\,\text{postspan}}) - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})} \quad (7\text{-}76)$$

waarbij:

$c_{i\text{driftcor}}$ = voor verloop gecorrigeerde concentratie [ppm]

$c_{\text{refzero}}$ = referentieconcentratie van het nulgas, die gewoonlijk nul is tenzij bekend is dat zij anders is [ppm]

$c_{\text{refspan}}$ = referentieconcentratie van het ijkgas [ppm]

$c_{\text{prespan}}$ = gasanalysatorrespons op de ijkgasconcentratie vóór het testinterval [ppm]

$c_{\text{postspan}}$ = gasanalysatorrespons op de ijkgasconcentratie na het testinterval [ppm]

▼B

$c_i$ of $\overline{c}$ = tijdens de test, maar vóór de verloopcorrectie geregistreerde, d.w.z. gemeten concentratie [ppm]

$c_{prezero}$ = gasanalysatorrespons op de nulgasconcentratie vóór het testinterval [ppm]

$c_{postzero}$ = gasanalysatorrespons op de nulgasconcentratie na het testinterval [ppm]

3. **Emissieberekeningen op molaire basis**

3.1. Indices

| | Grootheid |
|---|---|
| abs | Absolute hoeveelheid |
| act | Werkelijke hoeveelheid |
| air | Lucht, droog |
| atmos | Atmosferisch |
| bkgnd | Achtergrond |
| C | Koolstof |
| cal | Kalibratiehoeveelheid |
| CFV | Kritischestroomventuri |
| cor | Gecorrigeerde hoeveelheid |
| dil | Verdunningslucht |
| dexh | Verdund uitlaatgas |
| dry | Droge hoeveelheid |
| exh | Ruw uitlaatgas |
| exp | Verwachte hoeveelheid |
| eq | Gelijkwaardige hoeveelheid |
| fuel | Brandstof |
| | Momentane meting (bv. 1 Hz) |
| *i* | De zoveelste van een reeks |
| idle | Toestand bij stationair toerental |
| in | Ingaande hoeveelheid |
| init | Initiële hoeveelheid, meestal vóór een emissietest |
| max | Maximum- of piekwaarde |
| meas | Gemeten hoeveelheid |
| min | Minimumwaarde |
| mix | Molaire massa van lucht |
| out | Uitgaande hoeveelheid |

▼B

| | Grootheid |
|---|---|
| part | Partiële hoeveelheid |
| PDP | Verdringerpomp |
| raw | Ruw uitlaatgas |
| ref | Referentiehoeveelheid |
| rev | Omwentelingen |
| sat | Verzadigde toestand |
| slip | PDP-slip |
| smpl | Bemonstering |
| span | IJkhoeveelheid |
| SSV | Subsonische venturi |
| std | Standaardhoeveelheid |
| test | Testhoeveelheid |
| total | Totale hoeveelheid |
| uncor | Niet-gecorrigeerde hoeveelheid |
| vac | Vacuümhoeveelheid |
| weight | Kalibratiegewicht |
| wet | Natte hoeveelheid |
| zero | Nulhoeveelheid |

3.2. Symbolen voor de chemische balans

$x_{dil/exh}$ = hoeveelheid verdunningsgas of luchtovermaat per mol uitlaatgas

$x_{H2Oexh}$ = hoeveelheid water in het uitlaatgas per mol uitlaatgas

$x_{Ccombdry}$ = hoeveelheid van de brandstof afkomstige koolstof in het uitlaatgas per mol droog uitlaatgas

$x_{H2Oexhdry}$ = hoeveelheid water in het uitlaatgas per mol droog uitlaatgas

$x_{prod/intdry}$ = hoeveelheid droge stoichiometrische producten per droge mol inlaatlucht

$x_{dil/exhdry}$ = hoeveelheid verdunningsgas en/of luchtovermaat per mol droog uitlaatgas

$x_{int/exhdry}$ = hoeveelheid inlaatlucht per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas, die vereist is om de feitelijke verbrandingsproducten te produceren

$x_{raw/exhdry}$ = hoeveelheid onverdund uitlaatgas, zonder luchtovermaat, per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas

$x_{O2intdry}$ = hoeveelheid $O_2$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht

$x_{CO2intdry}$ = hoeveelheid $CO_2$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht

▼B

$x_{H2Ointdry}$ = hoeveelheid $H_2O$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht

$x_{CO2int}$ = hoeveelheid $CO_2$ in de inlaatlucht per mol inlaatlucht

$x_{CO2dil}$ = hoeveelheid $CO_2$ in het verdunningsgas per mol verdunningsgas

$x_{CO2dildry}$ = hoeveelheid $CO_2$ in het verdunningsgas per mol droog verdunningsgas

$x_{H2Odildry}$ = hoeveelheid $H_2O$ in het verdunningsgas per mol droog verdunningsgas

$x_{H2Odil}$ = hoeveelheid $H_2O$ in het verdunningsgas per mol verdunningsgas

$x_{[emission]meas}$ = hoeveelheid van de gemeten emissie in het monster bij de desbetreffende gasanalysator

$x_{[emission]dry}$ = hoeveelheid emissie per droge mol van het droge monster

$x_{H2O[emission]meas}$ = hoeveelheid water in het monster op de emissiedetectielocatie

$x_{H2Oint}$ = hoeveelheid water in de inlaatlucht, gebaseerd op een vochtigheidsmeting van de inlaatlucht

3.3. Basisparameters en relaties

3.3.1. Droge lucht en chemische stoffen

In dit onderdeel worden voor de samenstelling van droge lucht de volgende waarden gehanteerd:

$x_{O2airdry}$ = 0,209445 mol/mol

$x_{Arairdry}$ = 0,00934 mol/mol

$x_{N2airdry}$ = 0,78084 mol/mol

$x_{CO2airdry}$ = 375 μmol/mol

In dit onderdeel worden de volgende molaire massa's of effectieve molaire massa's van chemische stoffen gebruikt:

$M_{air}$ = 28,96559 g/mol (droge lucht)

$M_{Ar}$ = 39,948 g/mol (argon)

$M_{C}$ = 12,0107 g/mol (koolstof)

$M_{CO}$ = 28,0101 g/mol (koolstofmonoxide)

$M_{CO2}$ = 44,0095 g/mol (koolstofdioxide)

$M_{H}$ = 1,00794 g/mol (atomaire waterstof)

$M_{H2}$ = 2,01588 g/mol (moleculaire waterstof)

$M_{H2O}$ = 18,01528 g/mol (water)

$M_{He}$ = 4,002602 g/mol (helium)

$M_{N}$ = 14,0067 g/mol (atomaire stikstof)

$M_{N2}$ = 28,0134 g/mol (moleculaire stikstof)

$M_{Nox}$ = 46,0055 g/mol (stikstofoxiden (*))

$M_{O}$ = 15,9994 g/mol (atomaire zuurstof)

$M_{O2}$ = 31,9988 g/mol (moleculaire zuurstof)

▼B

$M_{C3H8}$ = 44,09562 g/mol (propaan)

$M_S$ = 32,065 g/mol (zwavel)

$M_{HC}$ = 13,875389 g/mol (totaal koolwaterstof (**))

(*) De effectieve molaire massa van HC wordt gedefinieerd door een atomaire waterstof-koolstofverhouding α van 1,85.

(**) De effectieve molaire massa van $NO_x$ wordt gedefinieerd door de molaire massa van stikstofdioxide ($NO_2$).

In dit onderdeel wordt voor ideale gassen de volgende molaire gasconstante $R$ gebruikt:

$R$ = 8,314472J (mol · K)

In dit onderdeel worden voor verdunningslucht en verdund uitlaatgas de volgende soortelijke-warmteverhoudingen $\gamma$ [J/(kg · K)]/[J/(kg · K)] gebruikt:

$\gamma_{air}$ = 1,399 (verhouding van soortelijke warmten voor inlaatlucht of verdunningslucht)

$\gamma_{dil}$ = 1,399 (verhouding van soortelijke warmten voor verdund uitlaatgas)

$\gamma_{exh}$ = 1,385 (verhouding van soortelijke warmten voor ruw uitlaatgas)

3.3.2. Natte lucht

In dit onderdeel wordt beschreven hoe de hoeveelheid water in een ideaal gas wordt bepaald.

3.3.2.1. Dampdruk van water

De dampdruk van water $p_{H2O}$ [kPa] bij een bepaalde verzadigingstemperatuur $T_{sat}$ [K] wordt berekend met vergelijking (7-77) of (7-78):

a) voor vochtigheidsmetingen bij omgevingstemperaturen van 0 tot 100 °C of voor vochtigheidsmetingen over supergekoeld water bij omgevingstemperaturen van – 50 tot 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = 10{,}79574 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) - 5{,}02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) + 1{,}50475 \cdot 10^{-4} \cdot \left(1 - 10^{-8{,}2969 \cdot \left(\frac{T_{sat}}{273{,}16} - 1\right)}\right) + 0{,}42873 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10^{4{,}76955 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right)} - 1\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}77)$$

waarbij:

$p_{H2O}$ = dampdruk van water bij verzadigingstemperatuur [kPa]

$T_{sat}$ = verzadigingstemperatuur van water onder gemeten omstandigheden [K]

b) voor vochtigheidsmetingen over ijs bij omgevingstemperaturen van – 100 tot 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = -9{,}096853 \cdot \left(\frac{273{,}16}{T_{sat}} - 1\right) - 3{,}566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) + 0{,}876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}78)$$

waarbij:

$T_{sat}$ = verzadigingstemperatuur van water onder gemeten omstandigheden [K]

▼B

3.3.2.2. Dauwpunt

Als de vochtigheid als dauwpunt wordt gemeten, wordt de hoeveelheid water in een ideaal gas $x_{H2O}$ [mol/mol] berekend met vergelijking (7-79):

$$x_{H2O} = \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \quad (7\text{-}79)$$

waarbij:

$x_{H2O}$ = hoeveelheid water in een ideaal gas [mol/mol]

$p_{H2O}$ = dampdruk van water bij het gemeten dauwpunt, $T_{sat} = T_{dew}$ [kPa]

$p_{abs}$ = natte statische absolute druk op de plaats van de dauwpuntmeting [kPa]

3.3.2.3. Relatieve vochtigheid

Als de vochtigheid als relatieve vochtigheid (*RH %*) wordt gemeten, wordt de hoeveelheid water in een ideaal gas $x_{H2O}$ [mol/mol] berekend met vergelijking (7-80):

$$x_{H2O} = \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{P_{H2O}}{P_{abs}} \quad (7\text{-}80)$$

waarbij:

*RH* % = relatieve vochtigheid [ %]

$p_{H2O}$ = waterdampdruk bij 100 % relatieve vochtigheid op de plaats van de relatievevochtigheidsmeting, $T_{sat}=T_{amb}$ [kPa]

$p_{abs}$ = natte statische absolute druk op de plaats van de relatievevochtigheidsmeting [kPa]

3.3.2.4. Bepaling van dauwpunt op basis van relatieve vochtigheid en drogeboltemperatuur

Als de vochtigheid als relatieve vochtigheid (*RH %*) wordt gemeten, wordt het dauwpunt $T_{dew}$ als volgt op basis van *RH %* en de drogeboltemperatuur bepaald met vergelijking (7-81):

$$T_{dew} = \frac{2{,}0798233 \cdot 10^{2} - 2{,}0156028 \cdot 10^{1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 4{,}6778925 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{2} - 9{,}2288067 \cdot 10^{-6} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{3}}{1 - 1{,}3319669 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 5{,}6577518 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\,(p_{H2O}^{2}) - 7{,}517286510 \cdot 10^{-5} \ln\,(p_{H2O}^{3})} \quad (7\text{-}81)$$

waarbij

$p_{H2O}$ = aan de relatieve vochtigheid op de plaats van de relatievevochtigheidsmeting aangepaste waterdampdruk, $T_{sat}=T_{amb}$

$T_{dew}$ = dauwpunt, bepaald op basis van gemeten relatieve vochtigheid en drogeboltemperatuur

3.3.3. Brandstofeigenschappen

De algemene chemische formule van brandstof is met een atomaire waterstof-koolstofverhouding (H/C) $\alpha$, een atomaire zuurstof-koolstofverhouding (O/C) $\beta$, een atomaire zwavel-koolstofverhouding (S/C) $\gamma$ en een atomaire stikstof-koolstofverhouding (N/C) $\delta$. Op basis van deze formule kan de koolstofmassafractie van de brandstof $w_C$ worden berekend. Bij diesel mag de eenvoudige formule worden gebruikt. Voor de brandstofsamenstelling mogen de standaardwaarden uit tabel 7.3 worden afgeleid:

▼B

*Tabel 7.3*

**Standaardwaarden van de atomaire waterstof-koolstofverhouding, de atomaire zuurstof-koolstofverhouding, de atomaire zwavel-koolstofverhouding γ, de atomaire stikstof-koolstofverhouding δ en de koolstofmassafractie van de brandstof $w_C$ voor referentiebrandstoffen**

| Brandstof | Atomaire waterstof-, zuurstof-, zwavel- en stikstof-koolstofverhoudingen $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$ | Koolstofmassaconcentratie, $w_C$ [g/g] |
|---|---|---|
| Diesel (gasolie voor niet voor de weg bestemde machines) | $CH_{1,80}O_0S_0N_0$ | 0,869 |
| Ethanol voor brandstofspecifieke compressie-ontstekingsmotoren (ED95) | $CH_{2,92}O_{0,46}S_0N_0$ | 0,538 |
| Benzine (E10) | $CH_{1,92}O_{0,03}S_0N_0$ | 0,833 |
| Benzine (E0) | $CH_{1,85}O_0S_0N_0$ | 0,866 |
| Ethanol (E85) | $CH_{2,73}O_{0,36}S_0N_0$ | 0,576 |
| Lpg | $CH_{2,64}O_0S_0N_0$ | 0,819 |
| Aardgas/biomethaan | $CH_{3,78}O_{0\ 016}S_0N_0$ | 0,747 |

3.3.3.1. Berekening van koolstofmassaconcentratie $w_C$

Als alternatief voor de in tabel 7.3 vermelde standaardwaarden, of indien daarin geen standaardwaarden voor de gebruikte referentiebrandstof zijn vermeld, mag de koolstofmassaconcentratie $w_C$ aan de hand van de gemeten brandstofeigenschappen worden berekend met vergelijking (7-82). In alle gevallen worden voor de brandstof de waarden van $\alpha$ en $\beta$ bepaald en in de vergelijking gebruikt; voor $\gamma$ en $\delta$ mag desgewenst een waarde van nul worden gebruikt indien de waarde ervan in de desbetreffende regel van tabel 7.3 nul bedraagt:

$$W_C = \frac{1 \cdot M_C}{M_C + \alpha \cdot M_H + \beta M_o + \gamma \cdot M_S + \delta M_N} \quad (7\text{-}82)$$

waarbij:

$M_C$ = molaire massa van koolstof

$\alpha$ = atomaire waterstof-koolstofverhouding van het brandstof(fen)mengsel dat wordt verbrand, gewogen naar molair verbruik

$M_H$ = molaire massa van waterstof

$\beta$ = atomaire zuurstof-koolstofverhouding van het brandstof(fen)mengsel dat wordt verbrand, gewogen naar molair verbruik

$M_O$ = molaire massa van zuurstof

$\gamma$ = atomaire zwavel-koolstofverhouding van het brandstof(fen)mengsel dat wordt verbrand, gewogen naar molair verbruik

$M_S$ = molaire massa van zwavel

$\delta$ = atomaire stikstof-koolstofverhouding van het brandstof(fen)mengsel dat wordt verbrand, gewogen naar molair verbruik

$M_N$ = molaire massa van stikstof

▼B

3.3.4. Correctie voor initiële verontreiniging met totaal HC (THC)

▼M2

Voor HC-meting wordt $x_{THC[THC\text{-}FID]}$ aan de hand van de concentratie van de initiële THC-verontreiniging $x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ uit punt 7.3.1.3 van bijlage VI berekend met vergelijking (7-83):

▼B

$$x_{THC[THC-FID]cor} = x_{THC[THC-FID]uncorr} - x_{THC[THC-FID]init} \quad (7\text{-}83)$$

waarbij:

$x_{THC[THC\text{-}FID]cor}$ = voor verontreiniging gecorrigeerde THC-concentratie [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]uncorr}$ = niet-gecorrigeerde THC-concentratie [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ = concentratie van de initiële THC-verontreiniging [mol/mol]

3.3.5. Debietgewogen gemiddelde concentratie

In bepaalde punten van dit onderdeel kan het nodig zijn een debietgewogen gemiddelde concentratie te berekenen om na te gaan of sommige bepalingen van toepassing zijn. Een debietgewogen gemiddelde is het gemiddelde van een hoeveelheid nadat deze evenredig met een overeenkomstig debiet is gewogen. Als bijvoorbeeld een gasconcentratie in het ruwe uitlaatgas van een motor continu wordt gemeten, is de debietgewogen gemiddelde concentratie de som van de producten van elke geregistreerde concentratie en het respectieve molaire uitlaatgasdebiet, gedeeld door de som van de registreerde debietwaarden. Een ander voorbeeld is dat de zakconcentratie van een CVS-systeem dezelfde is als de debietgewogen gemiddelde concentratie, omdat het CVS-systeem zelf de debietweging van de zakconcentratie verricht. ►M2 Op basis van eerdere tests met soortgelijke motoren of van tests met soortgelijke apparatuur en instrumenten kan wellicht al een bepaalde debietgewogen gemiddelde concentratie van een emissie bij de emissiegrenswaarde worden verwacht. ◄

3.4. Chemische balans van brandstof, inlaatlucht en uitlaatgas

3.4.1. Algemeen

De chemische balans van de brandstof, de inlaatlucht en het uitlaatgas mag worden gebruikt om de stromen, de hoeveelheid water in de stromen en de natte concentratie van de bestanddelen in de stromen te berekenen. Met één debiet van hetzij brandstof, inlaatlucht of uitlaatgas mogen de chemische balansen worden gebruikt om beide andere stromen te bepalen. Zo mogen de chemische balansen samen met de inlaatlucht- of brandstofstroom worden gebruikt om de ruwuitlaatgasstroom te bepalen.

3.4.2. Procedures waarvoor de chemische balansen nodig zijn

De chemische balansen zijn nodig om het volgende te bepalen:

a) de hoeveelheid water in een ruw- of verdunduitlaatgasstroom $x_{H2Oexh}$, wanneer de hoeveelheid water om voor de door een bemonsteringssysteem verwijderde hoeveelheid water te corrigeren, niet wordt gemeten;

b) de debietgewogen gemiddelde fractie van de verdunningslucht in het verdunde uitlaatgas $x_{dil/exh}$, wanneer de verdunningsluchtstroom niet wordt gemeten om voor achtergrondemissies te corrigeren. Er zij op gewezen dat, als hiervoor chemische balansen worden gebruikt, het uitlaatgas wordt geacht stoichiometrisch te zijn, ook al is dat niet zo.

▼B

3.4.3. Procedure van de chemische balans

Bij de berekeningen voor een chemische balans wordt een systeem van vergelijkingen toegepast dat iteratie vereist. De initiële waarden van maximaal drie hoeveelheden worden geschat: de hoeveelheid water in de gemeten stroom $x_{H2Oexh}$, de fractie van de verdunningslucht in het verdunde uitlaatgas (of de luchtovermaat in het ruwe uitlaatgas) $x_{dil/exh}$ en de hoeveelheid producten op C1-basis per droge mol van de droge gemeten stroom $x_{Ccombdry}$. De tijdgewogen gemiddelde waarden van de verbrandingslucht- en verdunningsluchtvochtigheid in de chemische balans mogen worden gebruikt, op voorwaarde dat de verbrandingslucht- en verdunningsluchtvochtigheid niet meer dan ± 0,0025 mol/mol van hun respectieve gemiddelde waarden over het testinterval afwijken. Voor elke emissieconcentratie $x$ en hoeveelheid water $x_{H2Oexh}$ worden de volledig droge concentraties $x_{dry}$ respectievelijk $x_{H2Oexhdry}$ bepaald. Ook worden de atomaire waterstof-koolstofverhouding $\alpha$, zuurstof-koolstofverhouding $\beta$ en koolstofmassafractie $w_C$ van de brandstof gebruikt. Voor de testbrandstof mogen $\alpha$ en $\beta$ of de standaardwaarden in tabel 7.3 worden gebruikt.

Neem de volgende stappen om een chemische balans te voltooien:

a) zet de gemeten concentraties, zoals $x_{CO2meas}$, $x_{NOmeas}$ en $x_{H2Oint}$, om in droge concentraties door ze te delen door één minus de tijdens de respectieve metingen aanwezige hoeveelheid water; bijvoorbeeld: $x_{H2OxCO2meas}$, $x_{H2OxNOmeas}$ en $x_{H2Oint}$. Als de hoeveelheid water die tijdens een „natte” meting aanwezig is, dezelfde is als de onbekende hoeveelheid water in de uitlaatgasstroom $x_{H2Oexh}$, wordt die waarde in het systeem van vergelijkingen iteratief opgelost. Als alleen totaal $NO_x$ wordt gemeten en niet NO en $NO_2$ afzonderlijk, worden op basis van goede ingenieursinzichten voor de chemische balansen schattingen gemaakt van de hoeveelheden NO en $NO_2$ in de totale $NO_x$-concentratie. Voor de molaire concentratie van $NO_x$ ($x_{NOx}$) mag worden uitgegaan van 75 % NO en 25 % $NO_2$. Bij nabehandelingssystemen met $NO_2$-opslag mag worden uitgegaan van een $x_{NOx}$ van 25 % NO en 75 % $NO_2$ worden gesteld. Om de massa van de $NO_x$-emissies te berekenen, wordt voor de effectieve molaire massa van alle soorten $NO_x$, ongeacht de werkelijke $NO_2$-fractie van $NO_x$, de molaire massa van $NO_2$ gebruikt;

b) voer de vergelijkingen (7-82) tot en met (7-99) onder d) in een computerprogramma in om $x_{H2Oexh}$, $x_{Ccombdry}$ en $x_{dil/exh}$ iteratief op te lossen. Schat de initiële waarden voor $x_{H2Oexh}$, $x_{Ccombdry}$ en $x_{dil/exh}$ op basis van goede ingenieursinzichten. Aanbevolen wordt de initiële hoeveelheid water dubbel zo hoog te schatten als de hoeveelheid water in de inlaat- of verdunningslucht. Het verdient aanbeveling de initiële waarde van $x_{Ccombdry}$ te schatten als de som van de gemeten $CO_2$-, CO- en THC-waarden. Voor de schatting van de initiële waarde van $x_{dil}$ wordt bovendien een waarde tussen 0,75 en 0,95, bijvoorbeeld 0,8, aanbevolen. De waarden in het systeem van vergelijkingen moeten worden geïtereerd totdat alle laatst aangepaste schattingen niet meer dan ± 1 % van hun respectieve recentst berekende waarden afwijken;

c) in het systeem van vergelijkingen onder d) worden de volgende symbolen en indices gebruikt, waarin de eenheid voor $x$ mol/mol is:

| Symbool | Beschrijving |
|---|---|
| $x_{dil/exh}$ | Hoeveelheid verdunningsgas of luchtovermaat per mol uitlaatgas |
| $x_{H2Oexh}$ | Hoeveelheid $H_2O$ in het uitlaatgas per mol uitlaatgas |

▼B

| Symbool | Beschrijving |
|---|---|
| $x_{Ccombdry}$ | Hoeveelheid van de brandstof afkomstige koolstof in het uitlaatgas per mol droog uitlaatgas |
| $x_{H2Oexhdry}$ | Hoeveelheid water in het uitlaatgas per droge mol droog uitlaatgas |
| $x_{prod/intdry}$ | Hoeveelheid droge stoichiometrische producten per droge mol inlaatlucht |
| $x_{dil/exhdry}$ | Hoeveelheid verdunningsgas en/of luchtovermaat per mol droog uitlaatgas |
| $x_{int/exhdry}$ | Hoeveelheid inlaatlucht per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas, die vereist is om de feitelijke verbrandingsproducten te produceren |
| $x_{raw/exhdry}$ | Hoeveelheid onverdund uitlaatgas, zonder luchtovermaat, per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas |
| $x_{O2intdry}$ | Hoeveelheid $O_2$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht; er mag worden uitgegaan van $x_{O2intdry}$ = 0,209445 mol/mol |
| $x_{CO2intdry}$ | Hoeveelheid $CO_2$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht. Er mag worden uitgegaan van $x_{CO2intdry}$ = 375 µmol/mol, maar aanbevolen wordt de werkelijke concentratie in de inlaatlucht te meten |
| $x_{H2Ointdry}$ | Hoeveelheid $H_2O$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht |
| $x_{CO2int}$ | Hoeveelheid $CO_2$ in de inlaatlucht per mol droge inlaatlucht |
| $x_{CO2dil}$ | Hoeveelheid $CO_2$ in het verdunningsgas per mol verdunningsgas |
| $x_{CO2dildry}$ | Hoeveelheid $CO_2$ in het verdunningsgas per mol droog verdunningsgas. Als lucht als verdunningsmiddel wordt gebruikt, mag worden uitgegaan van $x_{CO2dildry}$ = 375 µmol/mol, maar aanbevolen wordt de werkelijke concentratie in de inlaatlucht te meten |
| $x_{H2Odildry}$ | Hoeveelheid $H_2O$ in het verdunningsgas per mol droog verdunningsgas |
| $x_{H2Odil}$ | Hoeveelheid $H_2O$ in het verdunningsgas per mol verdunningsgas |
| $x_{[emission]meas}$ | Hoeveelheid van de gemeten emissie in het monster bij de desbetreffende gasanalysator |
| $x_{[emission]dry}$ | Hoeveelheid emissie per droge mol van het droge monster |
| $x_{H2O\ [emission]meas}$ | Hoeveelheid water in het monster op de emissiedetectielocatie. Deze waarden moeten worden gemeten of geschat overeenkomstig punt 9.3.2.3.1 |

▼B

| Symbool | Beschrijving |
|---|---|
| $x_{H2Oint}$ | Hoeveelheid water in de inlaatlucht, gebaseerd op een vochtigheidsmeting van de inlaatlucht |
| $K_{H2Ogas}$ | Evenwichtsconstante van de water-gasreactie. 3,5, of een andere op basis van goede ingenieursinzichten berekende waarde |
| $\alpha$ | Atomaire waterstof-koolstofverhouding van het brandstof(fen)mengsel ($CH_\alpha O_\beta$) dat wordt verbrand, gewogen naar molair verbruik |
| $\beta$ | Atomaire zuurstof-koolstofverhouding van het brandstof(fen)mengsel ($CH_\alpha O_\beta$) dat wordt verbrand, gewogen naar molair verbruik |

d) gebruik de volgende vergelijkingen [(7-84) tot en met (7-101)] om $x_{dil/exh}$, $x_{H2Oexh}$ en $x_{Ccombdry}$ iteratief op te lossen:

$$x_{dil/exh} = 1 - \frac{x_{raw/exhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \quad (7\text{-}84)$$

$$x_{H2Oexh} = \frac{x_{H2Oexhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \quad (7\text{-}85)$$

$$x_{Ccombdry} = x_{CO2dry} + x_{COdry} + x_{THCdry} - x_{CO2dil} \cdot x_{dil/exhdry} - x_{CO2int} \cdot x_{int/exhdry} \quad (7\text{-}86)$$

$$x_{H2dry} = \frac{x_{COdry} \cdot (x_{H2Oexhdry} - x_{H2Odil} \cdot x_{dil/exhdry})}{K_{H2Ogas} \cdot (x_{CO2dry} - x_{CO2dil} \cdot x_{dil/exhdry})} \quad (7\text{-}87)$$

$$x_{H2Oexhdry} = \frac{\alpha}{2}(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) + x_{H2Odil} \cdot x_{dil/exhdry} + x_{H2Oint} \cdot x_{int/exhdry} - x_{H2dry} \quad (7\text{-}88)$$

$$x_{dil/exhdry} = \frac{x_{dil/exh}}{1 - x_{H2Oexh}} \quad (7\text{-}89)$$

$$x_{int/exhdry} = \frac{1}{2 \cdot x_{O2int}}\left[\left(\frac{\alpha}{2} - \beta + 2 + 2\gamma\right)(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) - (x_{COdry} - x_{NOdry} - 2x_{NO2dry} + x_{H2dry})\right] \quad (7\text{-}90)$$

$$x_{raw/exhdry} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{2} + \beta + \delta\right)(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) + (2x_{THCdry} + x_{COdry} - x_{NO2dry} + x_{H2dry})\right] + x_{int/exhdry} \quad (7\text{-}91)$$

$$x_{O2int} = \frac{0{,}209820 - x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \quad (7\text{-}92)$$

$$x_{CO2int} = \frac{x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \quad (7\text{-}93)$$

$$x_{H2Ointdry} = \frac{x_{H2Oint}}{1 - x_{H2Oint}} \quad (7\text{-}94)$$

$$x_{CO2dil} = \frac{x_{CO2dildry}}{1 + x_{H2Odildry}} \quad (7\text{-}95)$$

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad (7\text{-}96)$$

$$x_{COdry} = \frac{x_{COmeas}}{1 - x_{H2OCOmeas}} \quad (7\text{-}97)$$

▼B

$$x_{\text{CO2dry}} = \frac{x_{\text{CO2meas}}}{1 - x_{\text{H2OCO2meas}}} \quad (7\text{-}98)$$

$$x_{\text{NOdry}} = \frac{x_{\text{NOmeas}}}{1 - x_{\text{H2ONOmeas}}} \quad (7\text{-}99)$$

$$x_{\text{NO2dry}} = \frac{x_{\text{NO2meas}}}{1 - x_{\text{H2ONO2meas}}} \quad (7\text{-}100)$$

$$x_{\text{THCdry}} = \frac{x_{\text{THCmeas}}}{1 - x_{\text{H2OTHCmeas}}} \quad (7\text{-}101)$$

Bereken aan het einde van de chemische balans het molaire debiet zoals gespecificeerd in de punten 3.5.3 en 3.6.3.

3.4.4. $NO_x$-correctie voor vochtigheid

Alle $NO_x$-concentraties, inclusief de achtergrondconcentraties van de verdunningslucht, worden voor inlaatluchtvochtigheid gecorrigeerd met vergelijking (7-102) of (7-103):

a) bij compressieontstekingsmotoren

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (9{,}953 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}832) \quad (7\text{-}102)$$

b) bij elektrische-ontstekingsmotoren

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (18{,}840 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}68094) \quad (7\text{-}103)$$

waarbij:

$x_{\text{NOxuncor}}$ = niet-gecorrigeerde molaire $NO_x$-concentratie in het uitlaatgas [µmol/mol]

$x_{\text{H2O}}$ = hoeveelheid water in de inlaatlucht [mol/mol]

▼M2

3.5. Meting van gasvormige emissies in ruw uitlaatgas

▼B

3.5.1. Massa van de gasvormige emissies

Om de totale massa per test van de gasvormige emissie $m_{\text{gas}}$ [g/test] te berekenen, wordt de molaire concentratie ervan met het respectieve molaire debiet en de molaire massa van het uitlaatgas vermenigvuldigd; vervolgens wordt het resultaat over de testcyclus geïntegreerd [vergelijking (7-104)]:

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot \mathrm{d}t \quad (7\text{-}104)$$

waarbij:

$M_{\text{gas}}$ = molaire massa van de generieke gasvormige emissie [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$x_{\text{gas}}$ = momentane molaire concentratie van het generieke gas op natte basis [mol/mol]

$t$ = tijd [s]

Aangezien vergelijking (7-104) door numerieke integratie moet worden opgelost, wordt zij omgezet in vergelijking (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

waarbij:

$M_{gas}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$x_{gasi}$ = momentane molaire concentratie van het generieke gas op natte basis [mol/mol]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

De algemene formule mag worden gewijzigd afhankelijk van het gebruikte soort meetsysteem (continue of batchbemonstering) en van de vraag of eerder een variabel dan een constant debiet wordt bemonsterd.

a) Bij continue bemonstering wordt, in het algemene geval van een variabel debiet, de massa van de gasvormige emissie $m_{gas}$ [g/test] berekend met vergelijking (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad (7\text{-}106)$$

waarbij:

$M_{gas}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$x_{gasi}$ = momentane molaire fractie van de gasvormige emissie op natte basis [mol/mol]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

b) Bij continue bemonstering wordt, in het bijzondere geval van een constant debiet, de massa van de gasvormige emissie $m_{gas}$ [g/test] berekend met vergelijking (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}107)$$

waarbij:

$M_{gas}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$\overline{x}_{gas}$ = gemiddelde molaire fractie van de gasvormige emissie op natte basis [mol/mol]

$\Delta t$ = duur van het testinterval

c) Bij batchbemonstering, ongeacht of het debiet variabel of constant is, kan vergelijking (7-104) worden vereenvoudigd met behulp van vergelijking (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \quad (7\text{-}108)$$

waarbij:

$M_{gas}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$\overline{x}_{gas}$ = gemiddelde molaire fractie van de gasvormige emissie op natte basis [mol/mol]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

▼B

3.5.2. Omzetting van droge naar natte concentratie

De parameters van dit punt worden verkregen aan de hand van de resultaten van de in punt 3.4.3 berekende chemische balans. Tussen de molaire gasconcentraties in de gemeten stroom, $x_{gasdry}$ en $x_{gas}$ [mol/mol], uitgedrukt op droge, respectievelijk natte basis, bestaat de volgende relatie [vergelijkingen (7-109) en (7-110)]:

$$x_{\text{gasdry}} = \frac{x_{\text{gas}}}{1 - x_{\text{H2O}}} \quad (7\text{-}109)$$

$$x_{\text{gas}} = \frac{x_{\text{gasdry}}}{1 + x_{\text{H2Odry}}} \quad (7\text{-}110)$$

waarbij:

$x_{H2O}$ = molaire fractie van water in de gemeten stroom op natte basis [mol/mol]

$x_{H2Odry}$ = molaire fractie van water in de gemeten stroom op droge basis [mol/mol]

Bij gasvormige emissies wordt de generieke concentratie $x$ [mol/mol] voor verwijderd water gecorrigeerd met vergelijking (7-111):

$$x = x_{\text{[emission]meas}} \left[ \frac{(1 - x_{\text{H2Oexh}})}{1 - x_{\text{H2O[emission]meas}}} \right] \quad (7\text{-}111)$$

waarbij:

$x_{[emission]meas}$ = molaire fractie van de emissie in de gemeten stroom op het meetpunt [mol/mol]

$x_{H2O[emission]meas}$ = hoeveelheid water in de gemeten stroom bij de concentratiemeting [mol/mol]

$x_{H2Oexh}$ = hoeveelheid water bij de stroommeter [mol/mol]

3.5.3. Molair uitlaatgasdebiet

Het debiet van het ruwe uitlaatgas kan direct worden gemeten of kan op basis van de chemische balans van punt 3.4.3 worden berekend. Bij de berekening van het molaire debiet van het ruwe uitlaatgas wordt uitgegaan van het gemeten molaire inlaatluchtdebiet of het gemeten brandstofmassadebiet. Het molaire debiet van het ruwe uitlaatgas kan worden berekend aan de hand van de bemonsterde emissies $\dot{n}_{exh}$, gebaseerd op het gemeten molaire inlaatluchtdebiet $\dot{n}_{int}$ of het gemeten brandstofmassadebiet $\dot{m}_{fuel}$, en van de waarden die met de chemische balans van punt 3.4.3 zijn berekend. De oplossing voor de chemische balans van punt 3.4.3 vindt met dezelfde frequentie plaats als die waarmee $\dot{n}_{int}$ of $\dot{m}_{fuel}$ wordt geüpdatet en geregistreerd.

a) Carterdebiet. Het debiet van het ruwe uitlaatgas kan alleen op basis van $\dot{n}_{int}$ of $\dot{m}_{fuel}$ worden berekend als ten minste een van de volgende uitspraken in verband met het carteremissiedebiet waar is:

   i) de testmotor heeft standaard een emissiebeheersingssysteem met een gesloten carter dat de carterstroom na de inlaatluchtstroommeter weer naar de inlaatlucht leidt;

   ii) tijdens de emissietests wordt de opencarterstroom overeenkomstig punt 6.10 van bijlage VI naar het uitlaatgas geleid;

▼B

iii) de opencarteremissies en –stroom worden gemeten en bij de berekeningen van de specifieke emissies opgeteld;

iv) met emissiegegevens of een ingenieursanalyse kan worden aangetoond dat het buiten beschouwing laten van het debiet van opencarteremissies geen negatief effect heeft op de naleving van de geldende normen.

b) Berekening van het molaire debiet op basis van de inlaatlucht

Op basis van $\dot{n}_{int}$ wordt het molaire uitlaatgasdebiet $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] berekend met vergelijking (7-112):

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{n}_{int}}{1 + \frac{(x_{int/exhdry} - x_{raw/exhdry})}{(1+x_{H2Oexhdry})}} \quad (7\text{-}112)$$

waarbij:

$\dot{n}_{exh}$ = molair debiet van het ruwe uitlaatgas waarin de emissies worden gemeten [mol/s]

$\dot{n}_{int}$ = molair inlaatluchtdebiet, inclusief de vochtigheid in de inlaatlucht [mol/s]

$x_{int/exhdry}$ = hoeveelheid inlaatlucht per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas, die vereist is om de feitelijke verbrandingsproducten te produceren [mol/mol]

$x_{raw/exhdry}$ = hoeveelheid onverdund uitlaatgas, zonder luchtovermaat, per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas [mol/mol]

$x_{H2Oexhdry}$ = hoeveelheid water in het uitlaatgas per mol droog uitlaatgas [mol/mol]

c) Berekening van het molaire debiet op basis van het brandstofmassadebiet

Op basis van $\dot{m}_{fuel}$ wordt $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] als volgt berekend:

Bij de uitvoering van laboratoriumtests mag deze berekening alleen worden gebruikt voor de NRSC met specifieke modi en de RMC [vergelijking (7-113)]:

▼M2

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot W_C \cdot (1 + X_{H_2Oexhdry})}{M_c \cdot X_{Ccombdry}} \quad (7\text{-}113)$$

▼B

waarbij:

$\dot{n}_{exh}$ = molair debiet van ruw uitlaatgas waarin de emissies worden gemeten

$\dot{m}_{fuel}$ = brandstofdebiet, inclusief de vochtigheid in de inlaatlucht [g/s]

$w_C$ = koolstofmassafractie voor de brandstof in kwestie [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = hoeveelheid $H_2O$ per droge mol van de gemeten stroom [mol/mol]

$M_C$ = moleculaire massa van koolstof, 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = hoeveelheid van de brandstof afkomstige koolstof in het uitlaatgas per mol droog uitlaatgas [mol/mol]

▼B

d) Berekening van het molaire uitlaatgasdebiet op basis van het gemeten molaire inlaatluchtdebiet, het gemeten molaire debiet van verdund uitlaatgas en de chemische balans van verdund uitlaatgas

Het molaire uitlaatgasdebiet $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] mag worden berekend aan de hand van het gemeten molaire inlaatluchtdebiet $\dot{n}_{dexh}$, het gemeten molaire debiet van verdund uitlaatgas $\dot{n}_{int}$ en de waarden die met de chemische balans van punt 3.4.3 zijn berekend. Merk op dat de chemische balans gebaseerd moet zijn op de concentraties van het verdunde uitlaatgas. Bij berekeningen voor continue stroming vindt de oplossing voor de chemische balans van punt 3.4.3 met dezelfde frequentie plaats als die waarmee $\dot{n}_{int}$ en $\dot{n}_{dexh}$ worden geüpdatet en geregistreerd. Deze berekende $\dot{n}_{dexh}$ mag worden gebruikt voor de verificatie van de PM-oplossingsverhouding, de berekening van het molaire debiet van de verdunningslucht in de achtergrondcorrectie in punt 3.6.1 en de berekening van de massa van emissies in punt 3.5.1 voor soorten die in het ruwe uitlaatgas worden gemeten.

Het molaire uitlaatgasdebiet $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] wordt als volgt aan de hand van het molaire debiet van verdund uitlaatgas en van de inlaatlucht berekend:

$$\dot{n}_{exh} = (x_{raw/exhdry} - x_{int/exhdry}) \cdot (1 - x_{H2Oexh}) \cdot \dot{n}_{dexh} + \dot{n}_{int} \qquad (7\text{-}114)$$

waarbij:

$\dot{n}_{exh}$ = molair debiet van het ruwe uitlaatgas waarin de emissies worden gemeten [mol/s]

$x_{int/exhdry}$ = hoeveelheid inlaatlucht per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas, die vereist is om de feitelijke verbrandingsproducten te produceren [mol/mol]

$x_{raw/exhdry}$ = hoeveelheid onverdund uitlaatgas, zonder luchtovermaat, per mol droog (ruw of verdund) uitlaatgas [mol/mol]

$x_{H2Oexh}$ = hoeveelheid water in het uitlaatgas per mol uitlaatgas [mol/mol]

$\dot{n}_{dexh}$ = molair debiet van het verdunde uitlaatgas waarin de emissies worden gemeten [mol/s]

$\dot{n}_{int}$ = molair inlaatluchtdebiet, inclusief de vochtigheid in de inlaatlucht [mol/s]

3.6. Verdunde gasvormige emissies

▼M2

3.6.1. Emissiemassaberekening en achtergrondcorrectie

De massa van gasvormige emissies $m_{gas}$ [g/test] wordt als volgt als functie van de molaire debieten van de emissies berekend:

a) bij continue bemonstering met variabel debiet met vergelijking (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot X_{gasi} \qquad \text{[zie vergelijking (7-106)]}$$

waarbij:

$M_{gas}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$x_{gasi}$ = momentane molaire concentratie van het generieke gas op natte basis [mol/mol]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

$N$ = aantal metingen [-]

▼M2

b) bij continue bemonstering met constant debiet met vergelijking (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \qquad \text{[zie vergelijking (7-107)]}$$

waarbij:

$M_{\text{gas}}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = gemiddelde molaire fractie van de gasvormige emissie op natte basis [mol/mol]

$\Delta t$ = duur van het testinterval

c) bij batchbemonstering met vergelijking (7-108), ongeacht of het debiet variabel of constant is:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \qquad \text{[zie vergelijking (7-108)]}$$

waarbij:

$M_{\text{gas}}$ = molaire massa van de generieke emissie [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet op natte basis [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = gemiddelde molaire fractie van de gasvormige emissie op natte basis [mol/mol]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

d) bij verdund uitlaatgas worden de berekende waarden voor de massa van de verontreinigende stoffen gecorrigeerd door er de massa van de achtergrondemissies als gevolg van de verdunningslucht van af te trekken:

i) bepaal eerst het molaire debiet van de verdunningslucht $n_{\text{airdil}}$ [mol/s] over het testinterval. Dit kan een gemeten hoeveelheid zijn of een hoeveelheid die aan de hand de verdunde uitlaatgassstroom en de stroomgewogen gemiddelde fractie van de verdunningslucht in het verdunde uitlaatgas $\bar{x}_{\text{dil/exh}}$ is berekend;

ii) vermenigvuldig de totale verdunningsluchtstroom $n_{\text{airdil}}$ [mol] met de gemiddelde achtergrondemissieconcentratie. Dit kan een tijdgewogen gemiddelde of een stroomgewogen gemiddelde (bv. een evenredig bemonsterde achtergrond) zijn. Het product van $n_{\text{airdil}}$ en de gemiddelde achtergrondemissieconcentratie is de totale hoeveelheid achtergrondemissie;

iii) zet het resultaat, als dit een molaire hoeveelheid is, om in een achtergrondemissiemassa $m_{\text{bkgnd}}$ [g] door het met de molaire emissiemassa $M_{\text{gas}}$ [g/mol] te vermenigvuldigen;

iv) trek de totale achtergrondmassa van de totale massa af om voor achtergrondemissies te corrigeren;

v) de totale verdunningsluchtstroom mag door directe stroommeting worden bepaald. Bereken in dat geval de totale achtergrondmassa aan de hand van de verdunningsluchtstroom $n_{\text{airdil}}$. Trek de achtergrondmassa af van de totale massa. Het resultaat moet in de berekeningen van de specifieke emissies op de testbank worden gebruikt;

▼M2

vi) de totale verdunningsluchtstroom mag worden bepaald aan de hand van de totale verdunde uitlaatgasstroom en een chemische balans van de brandstof, de inlaatlucht en het uitlaatgas zoals beschreven in punt 3.4. Bereken in dat geval de totale achtergrondmassa aan de hand van de totale verdunde uitlaatgasstroom $n_{dexh}$. Vermenigvuldig vervolgens dit resultaat met de stroomgewogen gemiddelde fractie van de verdunningslucht in het verdunde uitlaatgas, $\overline{x}_{dil/exh}$.

Gebruik voor de gevallen v) en vi) de vergelijkingen (7-115) en (7-116):

$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot x_{gasdil} \cdot n_{airdil} \text{ of } m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot \overline{x}_{dil/exh} \cdot \overline{x}_{bkgnd} \cdot n_{dexh} \quad (7\text{-}115)$$

$$m_{gascor} = m_{gas} - m_{bkgnd} \quad (7\text{-}116)$$

waarbij:

$m_{gas}$ = totale massa van de gasvormige emissie [g]

$m_{bkgnd}$ = totale achtergrondmassa [g]

$m_{gascor}$ = massa van het voor achtergrondemissies gecorrigeerde gas [g]

$M_{gas}$ = moleculaire massa van de generieke gasvormige emissie [g/mol]

$x_{gasdil}$ = concentratie van de gasvormige emissie in de verdunningslucht [mol/mol]

$n_{airdil}$ = molaire verdunningsluchtstroom [mol]

$\overline{x}_{dil/exh}$ = stroomgewogen gemiddelde fractie van de verdunningslucht in het verdunde uitlaatgas [mol/mol]

$\overline{x}_{bkgnd}$ = gasfractie van de achtergrond [mol/mol]

$n_{dexh}$ = totale verdunde uitlaatgasstroom [mol]

▼B

3.6.2. Omzetting van droge naar natte concentratie

Voor de omzetting van droge concentraties van verdunde monsters in natte concentraties worden dezelfde relaties toegepast als voor ruwe gassen (zie punt 3.5.2). Bij verdunningslucht wordt een vochtigheidsmeting verricht om de waterdampfractie $x_{H2Odildry}$ [mol/mol] te kunnen berekenen met vergelijking (7-96):

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad \text{[zie vergelijking (7-96)]}$$

waarbij:

$x_{H2Odil}$ = molaire waterfractie in de verdunningsluchtstroom [mol/mol]

3.6.3. Molair uitlaatgasdebiet

a) Berekening via de chemische balans

het molaire debiet $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] kan op basis van het brandstofmassadebiet worden berekend met vergelijking (7-113):

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_{C} \cdot (1 + x_{H2Oexhdry})}{M_{C} \cdot x_{Ccombdry}} \quad \text{[zie vergelijking (7-113)]}$$

▼B

waarbij:

$\dot{n}_{exh}$ = molair debiet van ruw uitlaatgas waarin de emissies worden gemeten

$\dot{m}_{fuel}$ = brandstofdebiet, inclusief de vochtigheid in de inlaatlucht [g/s]

$w_C$ = koolstofmassafractie voor de brandstof in kwestie [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = hoeveelheid $H_2O$ per droge mol van de gemeten stroom [mol/mol]

$M_C$ = moleculaire massa van koolstof, 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = hoeveelheid van de brandstof afkomstige koolstof in het uitlaatgas per mol droog uitlaatgas [mol/mol]

b) Meting

Het molaire uitlaatgasdebiet mag volgens drie systemen worden gemeten:

i) ►M2 Molair PDP-debiet. Op basis van het toerental van de verdringerpomp tijdens een testinterval, worden de overeenkomstige helling $a_1$ en intercept $a_0$ [-], die zijn berekend met de in punt 3.9.2 beschreven kalibratieprocedure, gebruikt om het molaire debiet $\dot{n}$ [mol/s] te berekenen met vergelijking (7-117): ◄

$$\dot{n} = f_{n,PDP} \cdot \frac{p_{in} \cdot V_{rev}}{R \cdot T_{in}} \quad (7\text{-}117)$$

met:

$$V_{rev} = \frac{a_1}{f_{n,PDP} \cdot \sqrt{\frac{p_{out} - p_{in}}{p_{in}}} + a_0} \quad (7\text{-}118)$$

waarbij:

$a_1$ = kalibratiecoëfficiënt [$m^3$/s]

$a_0$ = kalibratiecoëfficiënt [$m^3$/omw]

$p_{in}$, $p_{out}$ = inlaat-/uitlaatdruk [Pa]

$R$ = molaire gasconstante [J/(mol K)]

$T_{in}$ = inlaattemperatuur [K]

$V_{rev}$ = gepompt PDP-volume [$m^3$/omw]

$f_{n.,PDP}$ = PDP-toerental [omw/s]

ii) ►M2 Molair SSV-debiet. Op basis van de overeenkomstig punt 3.9.4 bepaalde vergelijking $C_d$ versus $R_e^{\#}$ wordt het molaire debiet van de subsonische venturi (SSV-debiet) tijdens een emissietest $\dot{n}$ [mol/s] berekend met vergelijking (7-119): ◄

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}119)$$

waarbij:

$p_{in}$ = inlaatdruk [Pa]

$A_t$ = oppervlakte dwarsdoorsnede venturihals [$m^2$]

$R$ = molaire gasconstante [J/(mol K)]

$T_{in}$ = inlaattemperatuur [K]

$Z$ = samendrukbaarheidsfactor

▼B

$M_{mix}$ = molaire massa van het verdunde uitlaatgas [kg/mol]

$C_d$ = afvoercoëfficiënt van de SSV [-]

$C_f$ = stroomcoëfficiënt van de SSV [-]

iii) ►M2 Molair CFV-debiet. Om het molaire debiet door één venturi of één combinatie van venturi's te berekenen, worden de respectieve gemiddelden ervan ($C_d$) en andere overeenkomstig punt 3.9.5 bepaalde constanten gebruikt. Het molaire debiet $\dot{n}$ [mol/s] tijdens een emissietest wordt berekend met vergelijking (7-120): ◄

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}120)$$

waarbij:

$p_{in}$ = inlaatdruk [Pa]

$A_t$ = oppervlakte dwarsdoorsnede venturihals [$m^2$]

$R$ = molaire gasconstante [J/(mol K)]

$T_{in}$ = inlaattemperatuur [K]

$Z$ = samendrukbaarheidsfactor

$M_{mix}$ = molaire massa van het verdunde uitlaatgas [kg/mol]

$C_d$ = afvoercoëfficiënt van de CFV [-]

$C_f$ = stroomcoëfficiënt van de CFV [-]

3.7. Bepaling van deeltjes

3.7.1. Bemonstering

a) Bemonstering bij een variabel debiet

Als een batchmonster bij een variabel uitlaatgasdebiet wordt genomen, wordt er een monster genomen dat evenredig is met het variërende uitlaatgasdebiet. Het debiet wordt over een testinterval geïntegreerd om de totale stroom te bepalen. De gemiddelde PM-concentratie $\overline{M}_{PM}$ (die al in massa-eenheden per mol van het monster is uitgedrukt) wordt met de totale stroom vermenigvuldigd om de totale PM-massa $m_{PM}$ [g] te verkrijgen met vergelijking (7-121):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^{N} (\dot{n}_i \cdot \Delta t_i) \quad (7\text{-}121)$$

waarbij:

$\dot{n}_i$ = momentaan molair uitlaatgasdebiet [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = gemiddelde PM-concentratie [g/mol]

$\Delta t_i$ = bemonsteringsinterval [s]

b) Bemonstering bij een constant debiet

Als een batchmonster bij een constant uitlaatgasdebiet wordt genomen, wordt het gemiddelde molaire debiet bepaald waarbij het monster is genomen. De gemiddelde PM-concentratie wordt met de totale stroom vermenigvuldigd om de totale PM-massa $m_{PM}$ [g] te verkrijgen met vergelijking (7-122):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}122)$$

▼B

waarbij:

$\dot{n}$ = molair uitlaatgasdebiet [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = gemiddelde PM-concentratie [g/mol]

$\Delta t$ = duur van het testinterval [s]

Bij bemonstering met een constante verdunningsverhouding (*DR*) wordt $m_{PM}$ [g] berekend met vergelijking (7-123):

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \quad (7\text{-}123)$$

waarbij:

$m_{PMdil}$ = PM-massa in de verdunningslucht [g]

*DR* = verdunningsverhouding [-], gedefinieerd als de verhouding tussen emissiemassa *m* en de massa van het verdunde uitlaatgas $m_{dil/exh}$ ($DR = m/m_{dil/exh}$).

De verdunningsverhouding *DR* kan worden uitgedrukt als functie van $x_{dil/exh}$ [vergelijking (7-124)]:

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \quad (7\text{-}124)$$

3.7.2. Achtergrondcorrectie

Om de PM-massa voor de achtergrond te corrigeren, wordt dezelfde benadering gevolgd als in punt 3.6.1. Door $\overline{M}_{PMbkgnd}$ met de totale verdunningsluchtstroom te vermenigvuldigen, wordt de totale PM-achtergrondmassa $m_{PMbkgnd}$ [g] verkregen. Door de totale achtergrondmassa van de totale massa af te trekken, krijgt men de voor de achtergrond gecorrigeerde deeltjesmassa $m_{PMcor}$ [g] [vergelijking (7-125)]:

$$m_{PMcor} = m_{PMuncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \quad (7\text{-}125)$$

waarbij:

$m_{PMuncor}$ = niet-gecorrigeerde PM-massa [g]

$\overline{M}_{PMbkgnd}$ = gemiddelde PM-concentratie in de verdunningslucht [g/mol]

$n_{airdil}$ = molaire verdunningsluchtstroom [mol]

3.8. Cyclusarbeid en specifieke emissies

3.8.1. Gasvormige emissies

3.8.1.1. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC

Voor ruw en verdund uitlaatgas wordt verwezen naar punt 3.5.1 respectievelijk punt 3.6.1. De daaruit voortvloeiende waarden voor het vermogen $P_i$ [kW] worden over een testinterval geïntegreerd. De totale arbeid $W_{act}$ [kWh] wordt berekend met vergelijking (7-126):

▼M2

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \quad (7\text{-}126)$$

▼B

waarbij:

$P_i$ = momentaan motorvermogen [kW]

$n_i$ = momentaan motortoerental [omw/min]

$T_i$ = momentaan motorkoppel [N·m]

▼B

$W_{act}$ = werkelijke cyclusarbeid [kWh]

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

▼M2

$\Delta t_i$ = het meetinterval [s]

▼B

Wanneer de hulpapparatuur overeenkomstig aanhangsel 2 van bijlage VI is gemonteerd, wordt de in vergelijking (7-126) gebruikte waarde van het momentane motorkoppel niet gecorrigeerd. Wanneer overeenkomstig punt 6.3.2 of 6.3.3 van bijlage VI bij deze verordening voor de test te monteren hulpapparatuur niet is gemonteerd of te verwijderen hulpapparatuur wel is gemonteerd, wordt de in vergelijking (7-126) gebruikte waarde van $T_i$ gecorrigeerd met vergelijking (7-127):

$$T_i = T_{i,meas} + T_{i,AUX} \quad (7\text{-}127)$$

▼M2

waarbij:

$T_{i,meas}$ = gemeten waarde van het momentane motorkoppel

$T_{i,AUX}$ = overeenkomstige waarde van het koppel dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur, bepaald overeenkomstig punt 7.7.2.3, onder b), van bijlage VI

▼B

Naargelang het type testcyclus worden de specifieke emissies $e_{gas}$ [g/kWh] als volgt berekend:

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \quad (7\text{-}128)$$

waarbij:

$m_{gas}$ = totale massa van de emissie [g/test]

$W_{act}$ = cyclusarbeid [kWh]

Bij de NRTC is het definitieve testresultaat $e_{gas}$ [g/kWh] voor alle gasvormige emissies met uitzondering van $CO_2$ een gewogen gemiddelde van de met koude start en met warme uitgevoerde test, dat wordt berekend met vergelijking (7-129):

$$e_{gas} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{cold}) + (0{,}9 \cdot m_{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{actcold}) + (0{,}9 \cdot W_{acthot})} \quad (7\text{-}129)$$

waarbij:

$m_{cold}$ massa van de gasemissies bij de koudstart-NRTC [g]

$W_{act,\ cold}$ werkelijke cyclusarbeid bij de koudstart-NRTC [kWh]

$m_{hot}$ massa van de gasemissies bij de warmstart-NRTC [g]

$W_{act,\ hot}$ werkelijke cyclusarbeid bij de warmstart-NRTC [kWh]

Bij de NRTC wordt het definitieve testresultaat voor $CO_2$ $e_{CO2}$ [g/kWh] op basis van de warmstart-NRTC berekend met vergelijking (7-130):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}130)$$

waarbij:

$m_{CO2,\ hot}$ massa van de $CO_2$-emissies bij de warmstart-NRTC [g]

$W_{act,\ hot}$ werkelijke cyclusarbeid bij de warmstart-NRTC [kWh]

▼B

3.8.1.2. NRSC met specifieke modi

De specifieke emissies $e_{gas}$ [g/kWh] worden berekend met vergelijking (7-131):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{gasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}131)$$

waarbij:

$\dot{m}_{gas,i}$ = gemiddeld emissiemassadebiet voor modus $i$ [g/h]

▼M2

$P_i$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

▼M2

$N_{mode}$ = aantal modi in de toepasselijke NRSC met specifieke modi

▼B

3.8.2. Deeltjesemissies

3.8.2.1. Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC

De specifieke deeltjesemissies worden berekend door vergelijking (7-128) om te zetten in vergelijking (7-132) waarin $e_{gas}$ [g/kWh] en $m_{gas}$ [g/test] worden vervangen door $e_{PM}$ [g/kWh] respectievelijk $m_{PM}$ [g/test]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}132)$$

waarbij:

$m_{PM}$ = totale massa van de deeltjesemissie, berekend overeenkomstig punt 3.7.1 [g/test]

$W_{act}$ = cyclusarbeid [kWh]

De emissies bij de transiënte samengestelde cyclus (d.w.z. koudstart-NRTC en warmstart-NRTC) worden berekend zoals aangegeven in punt 3.8.1.1.

3.8.2.2. NRSC met specifieke modi

De specifieke deeltjesemissie $e_{PM}$ [g/kWh] wordt als volgt berekend:

3.8.2.2.1. bij de eenfiltermethode met vergelijking (7-133):

▼M2

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}133)$$

▼B

waarbij:

▼M2

$P_i$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

$\dot{m}_{PM}$ = deeltjesmassadebiet [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = aantal modi in de toepasselijke NRSC met specifieke modi

▼B

3.8.2.2.2. bij de meerfiltermethode met vergelijking (7-134):

▼M2

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{PMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}134)$$

▼B

waarbij:

▼M2

$P_i$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

$\dot{m}_{PMi}$ = deeltjesmassadebiet bij modus $i$ [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = aantal modi in de toepasselijke NRSC met specifieke modi

▼B

Bij de eenfiltermethode wordt de effectieve wegingsfactor $WF_{effi}$ voor elke modus berekend met vergelijking (7-135):

$$WF_{effi} = \frac{m_{smpldexhi} \cdot \dot{m}_{eqdexhwet}}{m_{smpldex} \cdot \dot{m}_{eqdexhweti}} \quad (7\text{-}135)$$

waarbij:

$m_{smpldexhi}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door de deeltjes- bemonsteringsfilters wordt geleid bij modus $i$ [kg]

$m_{smpldexh}$ = massa van het verdunduitlaatgasmonster dat door de deeltjes- bemonsteringsfilters wordt geleid [kg]

$\dot{m}_{eqdexhweti}$ = massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas bij modus $i$ [kg/s]

$\overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}$ = gemiddeld massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas [kg/s]

De waarde van de effectieve wegingsfactoren mag niet meer dan 0,005 (absolute waarde) van de in aanhangsel 1 van bijlage XVII vermelde wegingsfactoren afwijken.

3.8.3. Aanpassing voor emissiebeheersing die op niet-frequente (periodieke) basis wordt geregenereerd

Bij motoren, met uitzondering van die van categorie RLL, met uitlaatgasnabehandelingssystemen die op niet-frequente (periodieke) basis worden geregenereerd (zie punt 6.6.2 van bijlage VI), worden de overeenkomstig de punten 3.8.1 en 3.8.2 berekende specifieke emissies van verontreinigende gassen en deeltjes met de toepasselijke multiplicatieve of additieve aanpassingsfactor gecorrigeerd. Als tijdens de test geen niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de opwaartse factor ($k_{ru,m}$ of $k_{ru,a}$) toegepast. Als tijdens de test niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de neerwaartse factor ($k_{rd,m}$ of $k_{rd,a}$) toegepast. Als bij de NRSC met specifieke modi de aanpassingsfactoren voor elke modus zijn bepaald, worden zij bij de berekening van het gewogen emissieresultaat op elke modus toegepast.

3.8.4. Aanpassing voor verslechteringsfactor

De overeenkomstig de punten 3.8.1 en 3.8.2 berekende specifieke emissies van verontreinigende gassen en deeltjes, waarop in voorkomend geval overeenkomstig punt 3.8.3 de aanpassingsfactor voor niet-frequente regeneratie is toegepast, worden ook aangepast met de overeenkomstig bijlage III bepaalde toepasselijke multiplicatieve of additieve verslechteringsfactor.

3.9. Kalibratie van de verdunde uitlaatgasstroom (CVS) en bijbehorende berekeningen

In dit onderdeel worden de kalibratieberekeningen voor verschillende stroommeters beschreven. Eerst wordt in punt 3.9.1 beschreven hoe de output van de referentiestroommeter moet worden omgezet voor gebruik

▼B

in de kalibratievergelijkingen, die op molaire basis worden gepresenteerd. In de andere punten worden de specifieke kalibratieberekeningen voor bepaalde typen stroommeters beschreven.

3.9.1. Omzettingen voor referentiemeter

In de kalibratievergelijkingen in dit onderdeel wordt het molaire debiet $\dot{n}_{ref}$ als referentiegrootheid gebruikt. Als de gebruikte referentiemeter een debiet geeft in een andere grootheid, zoals een standaardvolumedebiet ($\dot{V}_{stdref}$), een werkelijk volumedebiet ($\dot{V}_{actdref}$) of een massadebiet ($\dot{m}_{ref}$), wordt de output van de referentiemeter met de vergelijkingen (7-136), (7-137) en (7-138) in een molair debiet omgezet, waarbij erop wordt gewezen dat, hoewel de waarden voor volumedebiet, massadebiet, druk, temperatuur en molaire massa tijdens een emissietest mogen veranderen, zij tijdens de kalibratie van een stroommeter voor elk afzonderlijk instelpunt zo constant mogelijk moeten worden gehouden:

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \quad (7\text{-}136)$$

waarbij:

$\dot{n}_{ref}$ = molair referentiedebiet [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$ = voor een standaarddruk en -temperatuur gecorrigeerd referentievolumedebiet [$m^3$/s]

$\dot{V}_{actref}$ = referentievolumedebiet bij de werkelijke druk en temperatuur [$m^3$/s]

$\dot{n}_{ref}$ = referentiemassastroom [g/s]

$p_{std}$ = standaarddruk [Pa]

$p_{act}$ = werkelijke druk van het gas [Pa]

$T_{std}$ = standaardtemperatuur [K]

$T_{act}$ = werkelijke temperatuur van het gas [K]

$R$ = molaire gasconstante

$M_{mix}$ = molaire massa van het gas [g/mol]

3.9.2. PDP-kalibratieberekeningen

Bij elke stand van de restrictor moeten aan de hand van de in punt 8.1.8.4 van bijlage VI bepaalde gemiddelde waarden de volgende waarden als volgt worden berekend:

a) per omwenteling gepompt PDP-volume, $V_{rev}$ ($m^3$/omw):

$$V_{rev} = \frac{\overline{\dot{n}_{ref}} \cdot R \cdot \overline{T}_{in}}{\overline{p}_{in} \cdot \overline{f}_{nPDP}} \quad (7\text{-}137)$$

waarbij:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = gemiddelde waarde van het molaire referentiedebiet [mol/s]

$R$ = molaire gasconstante

$\overline{T}_{in}$ = gemiddelde inlaattemperatuur [K]

$\overline{P}_{in}$ = gemiddelde inlaatdruk [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = gemiddeld toerental [omw/s]

b) PDP-slipcorrectiefactor, $K_s$ [s/omw]:

$$K_s = \frac{1}{\overline{f}_{nPDP} \cdot \sqrt{\frac{\overline{p}_{out} - \overline{p}_{in}}{\overline{p}_{out}}}} \quad (7\text{-}138)$$

waarbij:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = gemiddeld molair referentiedebiet [mol/s]

▼B

$\overline{T}_{in}$ = gemiddelde inlaattemperatuur [K]

$\overline{P}_{in}$ = gemiddelde inlaatdruk [Pa]

$\overline{P}_{out}$ = gemiddelde uitlaatdruk [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = gemiddeld PDP-toerental [omw/s]

$R$ = molaire gasconstante

c) er moet een kleinstekwadratenregressie worden uitgevoerd van het per omwenteling gepompte PDP-volume $V_{rev}$ versus de PDP-slip-correctiefactor $K_s$ door helling $a_1$ en intercept $a_0$ te berekenen zoals beschreven in aanhangsel 4;

d) herhaal de procedure onder a) tot en met c) van dit punt voor elk toerental waarmee men de PDP laat draaien;

e) tabel 7.4 illustreert deze berekeningen voor verschillende waarden van $\overline{f}_{nPDP}$:

*Tabel 7.4*

**Voorbeeld van PDP-kalibratiegegevens**

| $\overline{f}_{nPDP}$[omw/min] | $\overline{f}_{nPDP}$[omw/s] | $a_1$ [$m^3$/min] | $a_1$ [$m^3$/s] | $a_0$ [$m^3$/omw] |
|---|---|---|---|---|
| 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) voor elk toerental waarmee men de PDP laat draaien moeten de overeenkomstige helling $a_1$ en intercept $a_0$ worden gebruikt om het debiet tijdens de emissietests te berekenen zoals beschreven in punt 3.6.3, onder b).

3.9.3. Beschrijvende vergelijkingen en toelaatbare aannamen voor venturi's

In dit onderdeel worden de beschrijvende vergelijkingen en toelaatbare aannamen voor de kalibratie van een venturi en de berekening van de stroom met een venturi beschreven. Aangezien een subsonische venturi (SSV) en een kritischestroomventuri (CFV) op vergelijkbare wijze functioneren, zijn hun beschrijvende vergelijkingen vrijwel gelijk, behalve de vergelijking voor de drukverhouding $r$ (d.w.z. $r_{SSV}$ versus $r_{CFV}$). Deze beschrijvende vergelijkingen veronderstellen een eendimensionale, isentropische, niet-viskeuze, samendrukbare stroom van een ideaal gas. In punt 3.9.3, onder d), worden andere mogelijke aannamen beschreven. Als de aanname van een ideaal gas voor de gemeten stroom niet is toegestaan, omvatten de beschrijvende vergelijkingen een eerste-ordecorrectie voor het gedrag van een echt gas, namelijk de samendrukbaarheidsfactor $Z$. Als volgens goede ingenieursinzichten een andere waarde dan $Z = 1$ moet worden toegepast, mag een passende toestandsvergelijking worden gebruikt om de waarden van $Z$ als functie van de gemeten drukken en temperaturen te bepalen of mogen op basis van goede ingenieursinzichten specifieke kalibratievergelijkingen worden ontwikkeld. Er zij op gewezen dat de vergelijking voor de stroomcoëfficiënt $C_f$ gebaseerd is op de aanname bij een ideaal gas dat de isentropische exponent $\gamma$ gelijk is aan de verhouding van de soortelijke warmten, $c_p/c_V$. Als volgens goede ingenieursinzichten een isentropische exponent van een echt gas moet worden toegepast, mag een passende toestandsvergelijking worden gebruikt om de waarden van $\gamma$ als functie van de gemeten drukken en temperaturen te bepalen of mogen specifieke kalibratievergelijkingen worden ontwikkeld. Het molaire debiet $\dot{n}$ [mol/s] wordt berekend met vergelijking (7-139):

▼B

$$\dot{n} = C_{d} \cdot C_{f} \cdot \frac{A_{t} \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}139)$$

waarbij:

$C_d$ = afvoercoëfficiënt, zoals bepaald in punt 3.9.3, onder a) [-]

$C_f$ = stroomcoëfficiënt, zoals bepaald in punt 3.9.3, onder b) [-]

$A_t$ = oppervlakte dwarsdoorsnede venturihals [$m^2$]

$p_{in}$ = absolute statische druk bij de venturi-inlaat [Pa]

$Z$ = samendrukbaarheidsfactor [-]

$M_{mix}$ = molaire massa van het gasmengsel [kg/mol]

$R$ = molaire gasconstante

$T_{in}$ = absolute temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

a) met behulp van de in punt 8.1.8.4 van bijlage VI verzamelde gegevens wordt $C_d$ berekend met vergelijking (7-140):

▼M2

$$C_d = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}}{C_f \cdot A_t \cdot p_{in}} \quad (7\text{-}140)$$

▼B

waarbij:

$\dot{n}_{ref}$ = molair referentiedebiet [mol/s]

De overige symbolen zoals in vergelijking (7-139).

b) $C_f$ wordt bepaald met een van de volgende methoden:

i) alleen bij CFV-stroommeters wordt $C_{fCFV}$ uit tabel 7.5 afgeleid aan de hand van de waarden voor $\beta$ (verhouding tussen de diameter van de venturihals en die van de venturi-inlaat) en $\gamma$ (verhouding van de soortelijke warmten van het gasmengsel), waarbij lineaire interpolatie wordt toegepast om tussenliggende waarden te vinden:

*Tabel 7.5*

**$C_{fCFV}$ versus $\beta$ and $\gamma$ voor CFV-stroommeters**

| $C_{fCFV}$ | | |
|---|---|---|
| $\beta$ | $\gamma_{exh}$ = 1,385 | $\gamma_{dexh}$ = $\gamma_{air}$= 1,399 |
| 0,000 | 0,6822 | 0,6846 |
| 0,400 | 0,6857 | 0,6881 |
| 0,500 | 0,6910 | 0,6934 |
| 0,550 | 0,6953 | 0,6977 |
| 0,600 | 0,7011 | 0,7036 |
| 0,625 | 0,7047 | 0,7072 |
| 0,650 | 0,7089 | 0,7114 |
| 0,675 | 0,7137 | 0,7163 |
| 0,700 | 0,7193 | 0,7219 |
| 0,720 | 0,7245 | 0,7271 |

▼B

| $C_{fCFV}$ | | |
|---|---|---|
| $\beta$ | $\gamma_{exh}$ = 1,385 | $\gamma_{dexh} = \gamma_{air}$= 1,399 |
| 0,740 | 0,7303 | 0,7329 |
| 0,760 | 0,7368 | 0,7395 |
| 0,770 | 0,7404 | 0,7431 |
| 0,780 | 0,7442 | 0,7470 |
| 0,790 | 0,7483 | 0,7511 |
| 0,800 | 0,7527 | 0,7555 |
| 0,810 | 0,7573 | 0,7602 |
| 0,820 | 0,7624 | 0,7652 |
| 0,830 | 0,7677 | 0,7707 |
| 0,840 | 0,7735 | 0,7765 |
| 0,850 | 0,7798 | 0,7828 |

ii) bij elke CFV- of SSV-stroommeter mag vergelijking (7-141) worden gebruikt om $C_f$ te berekenen:

$$C_f = \left[\frac{2 \cdot \gamma \cdot (r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1)}{(\gamma - 1) \cdot (\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}})}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (7\text{-}141)$$

waarbij:

$\gamma$ = isentropische exponent [-]. Bij een ideaal gas is dit de verhouding van de soortelijke warmten van het gasmengsel, $c_p/c_V$

$r$ = drukverhouding zoals bepaald onder c), 3), van dit punt

$\beta$ = verhouding tussen de diameter van de venturihals en die van de venturi-inlaat

c) de drukverhouding $r$ wordt als volgt berekend:

i) alleen bij SSV-systemen wordt $r_{SSV}$ berekend met vergelijking (7-142):

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \quad (7\text{-}142)$$

waarbij:

$\Delta p_{ssv}$ = statische differentiaaldruk; venturi-inlaat min venturihals [Pa]

ii) alleen bij CFV-systemen wordt $r_{CFV}$ iteratief berekend met vergelijking (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) elk van de volgende vereenvoudigende aannamen van de beschrijvende vergelijkingen mag worden gedaan of goede ingenieursinzichten mogen worden toegepast om beter passende waarden voor de tests te ontwikkelen:

i) voor emissietests over het volledige bereik van ruw uitlaatgas, verdund uitlaatgas en verdunningslucht mag worden aangenomen dat het gasmengsel zich als een ideaal gas gedraagt: $Z = 1$;

▼B

ii) voor het volledige bereik van ruw uitlaatgas mag een constante verhouding van de soortelijke warmten van $\gamma = 1{,}385$ worden verondersteld;

iii) voor het volledige bereik van verdund uitlaatgas en lucht (bv. kalibratie- of verdunningslucht) mag een constante verhouding van de soortelijke warmten van $\gamma = 1{,}399$ worden verondersteld;

iv) voor het volledige bereik van verdund uitlaatgas en lucht mag de molaire massa van het mengsel $M_{mix}$ [g/mol] alleen worden beschouwd als functie van de overeenkomstig punt 3.3.2 bepaalde hoeveelheid water in de verdunnings- of kalibratielucht $x_{H2O}$ en worden berekend met vergelijking (7-144):

$$M_{mix} = M_{air} \cdot (1 - x_{H2O}) + M_{H2O} \cdot (x_{H2O}) \qquad (7\text{-}144)$$

waarbij:

$M_{air}$ = 28,96559 g/mol

$M_{H2O}$ = 18,01528 g/mol

$x_{H2O}$ = hoeveelheid water in de verdunnings- of kalibratielucht [mol/mol]

v) voor het volledige bereik van verdund uitlaatgas en lucht mag voor alle kalibraties en tests een constante molaire massa van het mengsel $M_{mix}$ worden verondersteld, op voorwaarde dat de veronderstelde molaire massa tijdens de kalibraties en tests niet meer dan ± 1 % afwijkt van de geschatte molaire minimum- en maximummassa. Deze aanname mag worden gedaan als de hoeveelheid water in de kalibratie- en de verdunningslucht voldoende wordt beheerst of als voldoende water uit zowel de kalibratie- als de verdunningslucht wordt verwijderd. Tabel 7.6 bevat voorbeelden van toelaatbare bereiken van het verdunningsluchtdauwpunt versus het kalibratieluchtdauwpunt:

*Tabel 7.6*

**Voorbeelden van verdunningslucht- en kalibratieluchtdauwpunten waarbij een constante $M_{mix}$ mag worden verondersteld**

| Als het kalibratiedauwpunt $T_{dew}$ (°C) gelijk is aan ... | wordt de volgende constante $M_{mix}$ (g/mol) verondersteld | voor de volgende bereiken van $T_{dew}$ (°C) tijdens emissietests [a] |
|---|---|---|
| droog | 28,96559 | droog t/m 18 |
| 0 | 28,89263 | droog t/m 21 |
| 5 | 28,86148 | droog t/m 22 |
| 10 | 28,81911 | droog t/m 24 |
| 15 | 28,76224 | droog t/m 26 |
| 20 | 28,68685 | - 8 t/m 28 |
| 25 | 28,58806 | 12 t/m 31 |
| 30 | 28,46005 | 23 t/m 34 |

[a] Bereik dat geldt voor alle kalibratie- en emissietests in het luchtdrukbereik van 80,000 t/m 103,325 kPa.

▼B

3.9.4. Kalibratie van SSV

a) Aanpak op molaire basis. Om een SSV-stroommeter te kalibreren, worden de volgende stappen uitgevoerd:

i) bereken voor elk molair referentiedebiet het reynoldsgetal $Re^{\#}$ aan de hand van de diameter van de venturihals $d_t$ [vergelijking (7-145)]. Aangezien de dynamische viscositeit $\mu$ nodig is om $Re^{\#}$ te berekenen, mag een specifiek viscositeitsmodel worden gebruikt om op basis van goede ingenieursinzichten $\mu$ te bepalen voor het kalibratiegas (meestal lucht) [vergelijking (7-146)]. Als alternatief mag Sutherlands viscositeitsmodel met drie coëfficiënten worden gebruikt om $\mu$ bij benadering te bepalen (zie tabel 7.7):

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{\text{mix}} \cdot \dot{n}_{\text{ref}}}{\pi \cdot d_{\text{t}} \cdot \mu} \qquad (7\text{-}145)$$

waarbij:

$d_t$ = diameter van de SSV-hals [m]

$M_{mix}$ = molaire massa van het mengsel [kg/mol]

$\dot{n}_{ref}$ = molair referentiedebiet [mol/s]

en, met toepassing van Sutherlands viscositeitsmodel met drie coëfficiënten:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T_{\text{in}}}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{T_0 + S}{T_{\text{in}} + S}\right) \qquad (7\text{-}146)$$

waarbij:

$\mu$ = dynamische viscositeit van het kalibratiegas [kg/(m·s)]

$\mu_0$ = Sutherlands referentieviscositeit [kg/(m·s)]

$S$ = Sutherlandconstante [K]

$T_0$ = Sutherlands referentietemperatuur [K]

$T_{in}$ = absolute temperatuur bij de venturi-inlaat [K]

*Tabel 7.7*

**Parameters van Sutherlands viscositeitsmodel met drie coëfficiënten**

| Gas (a) | $\mu_0$ | $T_0$ | S | Temp. bereik met foutenmarge van ± 2 % | Drukgrenswaarde |
|---|---|---|---|---|---|
| | kg /(m·s) | K | K | K | kPa |
| Lucht | $1{,}716 \times 10^{-5}$ | 273 | 111 | 170 t/m 1 900 | ≤ 1 800 |
| $CO_2$ | $1{,}370 \times 10^{-5}$ | 273 | 222 | 190 t/m 1 700 | ≤ 3 600 |
| $H_2O$ | $1{,}12 \times 10^{-5}$ | 350 | 1,064 | 360 t/m 1 500 | ≤ 10 000 |
| $O_2$ | $1{,}919 \times 10^{-5}$ | 273 | 139 | 190 t/m 2 000 | ≤ 2 500 |
| $N_2$ | $1{,}663 \times 10^{-5}$ | 273 | 107 | 100 t/m 1 500 | ≤ 1 600 |

(a) De in de tabel vermelde parameters mogen alleen worden toegepast bij de aangegeven zuivere gassen. De parameters om de viscositeit van gasmengsels te berekenen, mogen niet worden gecombineerd.

▼B

ii) stel een vergelijking op voor $C_d$ versus $Re^{\#}$, waarin gepaarde waarden van ($Re^{\#}$, $C_d$) worden gebruikt. $C_d$ wordt berekend volgens vergelijking (7-140), waarbij $C_f$ uit vergelijking (7-141) wordt verkregen, of gelijk welke wiskundige uitdrukking mag worden gebruikt, waaronder een polynoom of een machtreeks. Vergelijking (7-147) is een voorbeeld van een gangbare wiskundige uitdrukking om $C_d$ en $Re^{\#}$ aan elkaar te relateren:

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \quad (7\text{-}147)$$

iii) verricht een regressieanalyse volgens de kleinstekwadratenmethode om de best passende coëfficiënten voor de vergelijking te bepalen en overeenkomstig aanhangsel 3 de regressiestatistieken, de standaardfout van de schatting *SEE* en de determinatiecoëfficiënt $r^2$ van de vergelijking te berekenen;

iv) als de vergelijking voldoet aan de criteria $SEE < 0{,}5\ \%\ n_{ref\ max}$ (of $\dot{m}_{refmax}$) en $r^2 \geq 0{,}995$, mag zij worden gebruikt om $C_d$ voor emissietests te bepalen zoals beschreven in punt 3.6.3, onder b);

v) als niet aan de criteria voor *SEE* en $r^2$ wordt voldaan, mogen goede ingenieursinzichten worden toegepast om kalibratiegegevenspunten weg te laten en zo aan de regressiestatistieken te voldoen. Er moeten ten minste zeven kalibratiegegevenspunten worden gebruikt om aan de criteria te voldoen;

vi) als het weglaten van punten geen oplossing biedt voor uitschieters, moeten er corrigerende maatregelen worden genomen. Zo kan het nodig zijn een andere wiskundige uitdrukking voor de vergelijking $C_d$ versus $Re^{\#}$ te kiezen, op lekken te controleren of het kalibratieproces te herhalen. Als het proces wordt herhaald, moeten er op de metingen kleinere toleranties worden toegepast en moeten de stromen meer tijd krijgen om te stabiliseren;

vii) zodra de vergelijking aan de regressiecriteria voldoet, mag zij alleen worden gebruikt voor het bepalen van debieten die binnen het bereik liggen van de referentiedebieten die zijn gebruikt om aan de regressiecriteria van de vergelijking $C_d$ versus $Re^{\#}$ te voldoen.

▼M2

3.9.5. Kalibratie van CFV

Sommige CFV-stroommeters bestaan uit één venturi en andere uit meerdere venturi's, waarbij verschillende combinaties van venturi's worden gebruikt om verschillende debieten te meten. Bij CFV-stroommeters met meerdere venturi's mag ofwel kalibratie van elke venturi afzonderlijk worden toegepast om voor elke venturi een eigen afvoercoëfficiënt $C_d$ te bepalen, ofwel kalibratie van elke combinatie van venturi's als één venturi. Indien een combinatie van venturi's wordt gekalibreerd, wordt de som van de actieve venturihalsoppervlakken gebruikt als $A_t$, de vierkantswortel van de som van de actieve venturihalsdiameters in het kwadraat als $d_t$, en is de verhouding tussen de diameter van de venturihals en die van de venturi-inlaat de verhouding tussen de vierkantswortel van de som van de actieve venturihalsdiameters ($d_t$) en de diameter van de gemeenschappelijke toegang tot alle venturi's ($D$). Om de $C_d$ voor één venturi of één combinatie van venturi's te bepalen, worden de volgende stappen uitgevoerd:

▼**M2**

a) bereken met de op elk kalibratie-instelpunt verzamelde gegevens voor elk punt een individuele $C_d$ volgens vergelijking (7-140);

b) bereken het gemiddelde en de standaardafwijking van alle $C_d$-waarden volgens de vergelijkingen (7-155) en (7-156);

c) als de standaardafwijking van alle $C_d$-waarden minder bedraagt dan of gelijk is aan 0,3 % van de gemiddelde $C_d$, moet in vergelijking (7-120) die gemiddelde $C_d$ worden gebruikt en mag de CFV alleen tot de laagste tijdens de kalibratie gemeten $r$ worden gebruikt;

$$r = 1 - (\Delta p/p_{in}) \quad (7\text{-}148)$$

d) als de standaardafwijking van alle $C_d$-waarden meer dan 0,3 % van de gemiddelde $C_d$ bedraagt, moeten de $C_d$-waarden die overeenkomen met het gegevenspunt waarop bij de laagste tijdens de kalibratie gemeten $r$ gegevens zijn verzameld, worden weggelaten;

e) als er minder dan zeven gegevenspunten overblijven, moeten er corrigerende maatregelen worden genomen door de kalibratiegegevens te controleren of het kalibratieproces te herhalen. Als het kalibratieproces wordt herhaald, wordt aanbevolen om op lekken te controleren, kleinere toleranties op de metingen toe te passen en de stromen meer tijd te geven om te stabiliseren;

f) als er zeven of meer $C_d$-waarden overblijven, moeten het gemiddelde en de standaardafwijking van de resterende $C_d$-waarden opnieuw worden berekend;

g) als de standaardafwijking van de resterende $C_d$-waarden minder bedraagt dan of gelijk is aan 0,3 % van het gemiddelde van de resterende $C_d$, moet in vergelijking (7-120) die gemiddelde $C_d$ worden gebruikt en mogen de CFV-waarden alleen tot de laagste met de resterende $C_d$ geassocieerde $r$ worden gebruikt;

h) als de standaardafwijking van de resterende $C_d$ nog steeds meer dan 0,3 % van het gemiddelde van de resterende $C_d$-waarden bedraagt, moeten de stappen in de punten d) tot en met g) worden herhaald.

▼B

*Aanhangsel 1*

**Verloopcorrectie**

1. **Reikwijdte en frequentie**

De berekeningen in dit aanhangsel worden uitgevoerd om te bepalen of de gasanalysator een zodanig verloop heeft dat de resultaten van een testinterval ongeldig zijn. Als het verloop niet zodanig is dat de resultaten van een testinterval ongeldig zijn, worden de responsen van de gasanalysator tijdens het testinterval overeenkomstig dit aanhangsel voor het verloop gecorrigeerd. De voor het verloop gecorrigeerde responsen van de gasanalysator worden in alle latere emissieberekeningen gebruikt. De aanvaardbare drempelwaarde voor het verloop van de gasanalysator over een testinterval is gespecificeerd in punt 8.2.2.2 van bijlage VI.

2. **Correctieprincipes**

In de berekeningen in dit aanhangsel wordt gebruikgemaakt van de responsen van een gasanalysator op de nul- en ijkreferentieconcentraties van analytische gassen die op een bepaald tijdstip vóór en na een testinterval zijn bepaald. De berekeningen corrigeren de responsen van de gasanalysator die tijdens een testinterval zijn geregistreerd. De correctie is gebaseerd op de gemiddelde responsen van een gasanalysator op nul- en ijkreferentiegassen en op de referentieconcentraties van de nul- en ijkgassen zelf. De validering en correctie voor het verloop moeten als volgt plaatsvinden:

3. **Verloopvalidering**

Nadat alle correcties, behalve die voor het verloop, op alle gasanalysatorsignalen zijn toegepast, worden de specifieke emissies overeenkomstig punt 3.8 berekend. Vervolgens worden alle gasanalysatorsignalen overeenkomstig dit aanhangsel voor het verloop gecorrigeerd. Aan de hand van alle voor het verloop gecorrigeerde gasanalysatorsignalen worden de specifieke emissies opnieuw berekend. De specifieke emissieresultaten worden vóór en na de verloopcorrectie overeenkomstig punt 8.2.2.2 van bijlage VI gevalideerd en gerapporteerd.

4. **Verloopcorrectie**

Alle gasanalysatorsignalen worden als volgt gecorrigeerd:

a) elke geregistreerde concentratie $x_i$ wordt gecorrigeerd voor continue bemonstering of batchbemonstering, $\overline{x}$;

b) de correctie voor het verloop wordt berekend met vergelijking (7-149):

$$x_{i\text{driftcor}} = x_{\text{refzero}} + (x_{\text{refspan}} - x_{\text{refzero}}) \frac{2x_i - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})}{(x_{\text{prespan}} + x_{\text{postspan}}) - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})} \quad (7\text{-}149)$$

waarbij:

$x_{i\text{driftcor}}$ = voor verloop gecorrigeerde concentratie [µmol/mol]

$x_{\text{refzero}}$ = referentieconcentratie van het nulgas, die gewoonlijk nul is tenzij bekend is dat zij anders is [µmol/mol]

$x_{\text{refspan}}$ = referentieconcentratie van het ijkgas [µmol/mol]

$x_{\text{prespan}}$ = gasanalysatorrespons op de ijkgasconcentratie vóór het testinterval [µmol/mol]

$x_{\text{postspan}}$ = gasanalysatorrespons op de ijkgasconcentratie na het testinterval [µmol/mol]

$x_i$ of $\overline{x}$ = tijdens de test, maar vóór de verloopcorrectie geregistreerde, d.w.z. gemeten concentratie [µmol/mol]

▼B

$x_{prezero}$ = gasanalysatorrespons op de nulgasconcentratie vóór het testinterval [µmol/mol]

$x_{postzero}$ = gasanalysatorrespons op de nulgasconcentratie na het testinterval [µmol/mol]

c) voor alle concentraties vóór het testinterval worden de recentste vóór het testinterval bepaalde concentraties gebruikt. Bij sommige testintervallen zijn de recentste daaraan voorafgaande concentraties voor nulgas of ijkgas misschien een of meer testintervallen eerder bepaald;

d) voor alle concentraties na het testinterval worden de recentste na het testinterval bepaalde concentraties gebruikt. Bij sommige testintervallen zijn de recentste daaropvolgende concentraties voor nulgas of ijkgas misschien een of meer testintervallen later bepaald;

e) als vóór het testinterval geen analysatorrespons op de ijkgasconcentratie $x_{prespan}$ is geregistreerd, wordt $x_{prespan}$ gelijkgesteld aan de referentieconcentratie van het ijkgas: $x_{prespan} = x_{refspan}$;

f) als vóór het testinterval geen analysatorrespons op de nulgasconcentratie $x_{prezero}$ is geregistreerd, wordt $x_{prezero}$ gelijkgesteld aan de referentieconcentratie van het nulgas: $x_{prezero} = x_{refzero}$;

g) de referentieconcentratie van het nulgas $x_{refzero}$ is gewoonlijk nul: $x_{refzero}$ = 0 µmol/mol. In sommige gevallen is het misschien bekend dat $x_{refzero}$ niet gelijk is aan nul. Als bijvoorbeeld een $CO_2$-analysator met omgevingslucht op nul wordt gezet, mag de standaardomgevingsluchtconcentratie van $CO_2$, namelijk 375 µmol/mol, worden gebruikt. In dat geval geldt $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol. Wanneer een analysator op nul wordt gezet met een $x_{refzero}$ die niet gelijk is aan nul, wordt hij zo ingesteld dat hij de werkelijke $x_{refzero}$-concentratie aangeeft. Als bijvoorbeeld $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol, wordt de analysator zo ingesteld dat hij een waarde van 375 µmol/mol aangeeft wanneer het nulgas naar de analysator stroomt.

▼B

*Aanhangsel 2*

**Controle van de koolstofstroom**

1. **Inleiding**

Vrijwel alle koolstof in het uitlaatgas is afkomstig van de brandstof en op een heel klein gedeelte na is het in het uitlaatgas aanwezig als $CO_2$. Daarom is de verificatie van het systeem op $CO_2$-metingen gebaseerd. Voor SI-motoren zonder beheersing van luchtovermaatverhouding $\lambda$ en SI-motoren die buiten het bereik $0{,}97 \leq \lambda \leq 1{,}03$ werken, moet de procedure bovendien HC- en CO-meting omvatten.

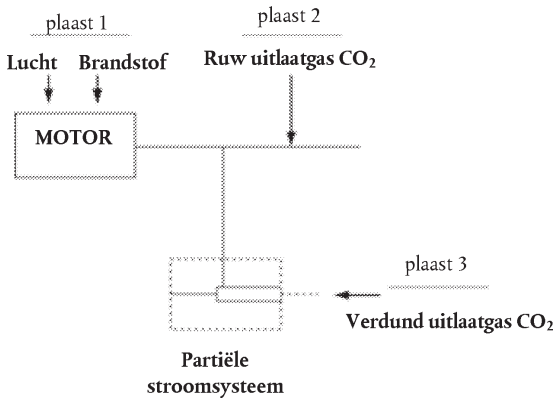
De koolstofstroom in de uitlaatgasmeetsystemen wordt bepaald op basis van het brandstofdebiet. De koolstofstroom op verschillende bemonsteringspunten in de emissie- en deeltjesbemonsteringssystemen wordt bepaald op basis van de concentraties $CO_2$ (of $CO_2$, HC en CO) en gasdebieten op die punten.

De motor is dus een bekende bron van een koolstofstroom en door observatie van dezelfde koolstofstroom in de uitlaatpijp en bij de uitlaat van het PM-bemonsteringssysteem met partiële stroom kunnen de lekvrijheid en de nauwkeurigheid van de stroommeting worden geverifieerd. Het voordeel van deze controle is dat de onderdelen wat temperatuur en stroom betreft onder werkelijke motortestomstandigheden werken.

In figuur 7.1 worden de bemonsteringspunten getoond waar de koolstofstromen moeten worden gecontroleerd. De specifieke vergelijkingen voor de koolstofstromen op elk van de bemonsteringspunten worden in de volgende punten aangegeven.

*Figuur 7.1*

**Meetpunten voor controle van de koolstofstroom**




2. **Koolstofdebiet naar de motor (plaats 1)**

Het koolstofmassadebiet naar de motor $q_{mCf}$ [kg/s] voor een brandstof $CH\alpha O\varepsilon$ wordt berekend met vergelijking (7-150):

$$q_{mCF} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon} \cdot g_{mf} \qquad (7\text{-}150)$$

waarbij:

$q_{mf}$ = brandstofmassadebiet [kg/s]

▼B

3. **Koolstofdebiet in het ruwe uitlaatgas (plaats 2)**

3.1. Op basis van $CO_2$

Het koolstofmassadebiet in de uitlaatpijp van de motor $q_{mCe}$ [kg/s] wordt op basis van de concentratie ruw $CO_2$ en het uitlaatgasmassadebiet bepaald met vergelijking (7-151):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \qquad (7\text{-}151)$$

waarbij:

$c_{CO2,r}$ = natte $CO_2$-concentratie in het ruwe uitlaatgas [ %]

$c_{CO2,a}$ = natte $CO_2$-concentratie in de omgevingslucht [ %]

$q_{mew}$ = massadebiet van het uitlaatgas op natte basis [kg/s]

$M_e$ = molaire massa van het uitlaatgas [g/mol]

Als de $CO_2$-concentratie op droge basis wordt gemeten, wordt zij overeenkomstig punt 2.1.3 of 3.5.2 omgezet in de concentratie op natte basis.

3.2. Op basis van $CO_2$, HC en CO

In plaats van de in punt 3.1 beschreven berekening op basis van uitsluitend $CO_2$, wordt het koolstofmassadebiet in de uitlaatpijp van de motor $q_{mCe}$ [kg/s] op basis van de concentratie ruw $CO_2$, HC en CO en het uitlaatgasmassadebiet bepaald met vergelijking (7-152):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),r} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,r} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \qquad (7\text{-}152)$$

waarbij:

$c_{CO2,r}$ = natte $CO_2$-concentratie in het ruwe uitlaatgas [ %]

$c_{CO2,a}$ = natte $CO_2$-concentratie in de omgevingslucht [ %]

$c_{THC(C1),r}$ = concentratie THC(C1) in het ruwe uitlaatgas [ %]

$c_{THC(C1),a}$ = concentratie THC(C1) in de omgevingslucht [ %]

$c_{CO,r}$ = natte CO-concentratie in het ruwe uitlaatgas [ %]

$c_{CO,a}$ = natte CO-concentratie in de omgevingslucht [ %]

$q_{mew}$ = massadebiet van het uitlaatgas op natte basis [kg/s]

$M_e$ = molaire massa van het uitlaatgas [g/mol]

Als de $CO_2$- of CO-concentratie op droge basis wordt gemeten, wordt zij overeenkomstig punt 2.1.3 of 3.5.2 omgezet in de concentratie op natte basis.

▼B

4. **Koolstofdebiet in het verdunningssysteem (plaats 3)**

4.1. Op basis van $CO_2$

Bij een partiëlestroomverdunningssysteem moet ook de splitsingsverhouding in aanmerking worden genomen. Het koolstofdebiet in een equivalent verdunningssysteem $q_{m\mathrm{Cp}}$ [kg/s] (d.w.z. equivalent met een volledigestroomsysteem waarbij de totale stroom wordt verdund) wordt bepaald op basis van de verdunde $CO_2$-concentratie, het uitlaatgasmassadebiet en het monsterdebiet; de nieuwe vergelijking (7-153) is identiek aan vergelijking (7-151), die alleen wordt aangevuld met de verdunningsfactor $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{m\mathrm{Cp}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,d}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100}\right) \cdot q_{m\mathrm{ew}} \cdot \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{e}}} \cdot \frac{q_{m\mathrm{dew}}}{q_{m\mathrm{p}}} \qquad (7\text{-}153)$$

waarbij:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = natte $CO_2$-concentratie in het verdunde uitlaatgas bij de uitlaat van de verdunningstunnel [ %]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = natte $CO_2$-concentratie in de omgevingslucht [ %]

$q_{m\mathrm{dew}}$ = verdunde monsterstroom in het partiëlestroomverdunningssysteem [kg/s]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = uitlaatgasmassadebiet op natte basis [kg/s]

$q_{m\mathrm{p}}$ = monsterstroom van het uitlaatgas naar het partiëlestroomverdunningssysteem [kg/s]

$M_{\mathrm{e}}$ = molaire massa van het uitlaatgas [g/mol]

Als de $CO_2$-concentratie op droge basis wordt gemeten, wordt zij overeenkomstig punt 2.1.3 of 3.5.2 omgezet in de concentratie op natte basis.

4.2. Op basis van $CO_2$, HC en CO

Bij een partiëlestroomverdunningssysteem moet ook de splitsingsverhouding in aanmerking worden genomen. In plaats van de in punt 4.1 beschreven berekening op basis van uitsluitend $CO_2$, wordt het koolstofdebiet in een equivalent verdunningssysteem $q_{\mathrm{m}Cp}$ [kg/s] (d.w.z. equivalent met een volledigestroomsysteem waarbij de totale stroom wordt verdund) bepaald op basis van de verdunde $CO_2$-, HC en CO-concentraties, het uitlaatgasmassadebiet en het monsterdebiet; de nieuwe vergelijking (7-154) is identiek aan vergelijking (7-152), die alleen wordt aangevuld met de verdunningsfactor $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),d} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,d} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad (7\text{-}154)$$

waarbij:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = natte $CO_2$-concentratie in het verdunde uitlaatgas bij de uitlaat van de verdunningstunnel [ %]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = natte $CO_2$-concentratie in de omgevingslucht [ %]

$c_{\mathrm{THC(C1),d}}$ = concentratie THC(C1) in het verdunde uitlaatgas bij de uitlaat van de verdunningstunnel [ %]

$c_{\mathrm{THC(C1),a}}$ = concentratie THC(C1) in de omgevingslucht [ %]

$c_{\mathrm{CO,d}}$ = natte CO-concentratie in het verdunde uitlaatgas bij de uitlaat van de verdunningstunnel [ %]

$c_{\mathrm{CO,a}}$ = natte CO-concentratie in de omgevingslucht [ %]

▼B

$q_{mdew}$ = verdunde monsterstroom in het partiëlestroomverdunningssysteem [kg/s]

$q_{mew}$ = uitlaatgasmassadebiet op natte basis [kg/s]

$q_{mp}$ = monsterstroom van het uitlaatgas naar het partiëlestroomverdunningssysteem [kg/s]

$M_e$ = molaire massa van het uitlaatgas [g/mol]

Als de $CO_2$- of CO-concentratie op droge basis wordt gemeten, wordt zij overeenkomstig punt 2.1.3 of 3.5.2 van deze bijlage omgezet in de concentratie op natte basis.

5. **Berekening van de molaire massa van het uitlaatgas**

De molaire massa van het uitlaatgas wordt berekend met vergelijking (7-13) (zie punt 2.1.5.2 van deze bijlage).

Als alternatief mogen de volgende molaire massa's voor het uitlaatgas worden gebruikt:

$M_e$ (diesel) = 28,9 g/mol

$M_e$ (lpg) = 28,6 g/mol

$M_e$ (aardgas/biomethaan) = 28,3 g/mol

$M_e$ (benzine) = 29,0 g/mol

▼B

*Aanhangsel 3*

**Statistiek**

1. **Rekenkundig gemiddelde**

Het rekenkundige gemiddelde $\bar{y}$wordt berekend met vergelijking (7-155):

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i}{N} \tag{7-155}$$

2. **Standaardafwijking**

De standaardafwijking $\sigma$ voor een aselect steekproef (bv. *N*–1) wordt berekend met vergelijking (7-156):

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}{(N-1)}} \tag{7-156}$$

3. **Kwadratisch gemiddelde**

Het kwadratisch gemiddelde $rms_y$ wordt berekend met vergelijking (7-157):

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \tag{7-157}$$

4. **T-toets**

Aan de hand van de volgende vergelijkingen en tabel 7.8 wordt bepaald of de gegevens een t-toets doorstaan:

a) bij een ongepaarde t-toets worden toetsingsgrootheid $t$ en het aantal vrijheidsgraden $v$ berekend met de vergelijkingen (7-158) en (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) bij een gepaarde t-toets worden toetsingsgrootheid $t$ en het aantal vrijheidsgraden $v$ berekend met vergelijking (7-160), waarbij erop wordt gewezen dat $\varepsilon_i$ de fouten (bv. de verschillen) tussen elk paar van $y_{ref}i$ en $y_i$ zijn:

$$t = \frac{|\bar{\varepsilon}| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_{\varepsilon}} \qquad v = N - 1 \tag{7-160}$$

c) tabel 7.8 wordt gebruikt om $t$ te vergelijken met de $t_{crit}$-waarden in de tabel als functie van het aantal vrijheidsgraden. Als $t$ minder bedraagt dan $t_{crit}$, heeft $t$ de t-toets doorstaan.

*Tabel 7.8*

**Kritieke *t*-waarden als functie van het aantal vrijheidsgraden**

| *v* | Betrouwbaarheid | |
|---|---|---|
| | 90 % | 95 % |
| 1 | 6,314 | 12,706 |
| 2 | 2,920 | 4,303 |
| 3 | 2,353 | 3,182 |

▼B

| $v$ | Betrouwbaarheid | |
|---|---|---|
| 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 |

Niet weergegeven waarden worden met lineaire interpolatie bepaald.

5. **F-toets**

De toetsingsgrootheid $F$ wordt berekend met vergelijking (7-161):

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ref}}^2} \tag{7-161}$$

a) voor een F-toets met een betrouwbaarheid van 90 % wordt tabel 7.9 gebruikt om $F$ te vergelijken met de $F_{\text{crit90}}$-waarden in de tabel als functie van ($N$–1) en ($N_{\text{ref}}$–1). Als $F$ minder bedraagt dan $F_{\text{crit90}}$, heeft $F$ de F-toets met een betrouwbaarheid van 90 % doorstaan;

b) voor een F-toets met een betrouwbaarheid van 95 % wordt tabel 7.10 gebruikt om $F$ te vergelijken met de $F_{\text{crit95}}$-waarden in de tabel als functie van ($N$–1) en ($N_{\text{ref}}$–1). Als $F$ minder bedraagt dan $F_{\text{crit95}}$, heeft $F$ de F-toets met een betrouwbaarheid van 95 % doorstaan.

▼M2

*Tabel 7-9*

**Kritieke F-waarden, $F_{crit90}$, versus N-1 en $N_{ref-1}$ met een betrouwbaarheid van 90 %**

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{ref}-1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 39,86 | 49,50 | 53,59 | 55,83 | 57,24 | 58,20 | 58,90 | 59,43 | 59,85 | 60,19 | 60,70 | 61,22 | 61,74 | 62,00 | 62,26 | 62,52 | 62,79 | 63,06 | 63,32 |
| 2 | 8,526 | 9,000 | 9,162 | 9,243 | 9,293 | 9,326 | 9,349 | 9,367 | 9,381 | 9,392 | 9,408 | 9,425 | 9,441 | 9,450 | 9,458 | 9,466 | 9,475 | 9,483 | 9,491 |
| 3 | 5,538 | 5,462 | 5,391 | 5,343 | 5,309 | 5,285 | 5,266 | 5,252 | 5,240 | 5,230 | 5,216 | 5,200 | 5,184 | 5,176 | 5,168 | 5,160 | 5,151 | 5,143 | 5,134 |
| 4 | 4,545 | 4,325 | 4,191 | 4,107 | 4,051 | 4,010 | 3,979 | 3,955 | 3,936 | 3,920 | 3,896 | 3,870 | 3,844 | 3,831 | 3,817 | 3,804 | 3,790 | 3,775 | 3,761 |
| 5 | 4,060 | 3,780 | 3,619 | 3,520 | 3,453 | 3,405 | 3,368 | 3,339 | 3,316 | 3,297 | 3,268 | 3,238 | 3,207 | 3,191 | 3,174 | 3,157 | 3,140 | 3,123 | 3,105 |
| 6 | 3,776 | 3,463 | 3,289 | 3,181 | 3,108 | 3,055 | 3,014 | 2,983 | 2,958 | 2,937 | 2,905 | 2,871 | 2,836 | 2,818 | 2,800 | 2,781 | 2,762 | 2,742 | 2,722 |
| 7 | 3,589 | 3,257 | 3,074 | 2,961 | 2,883 | 2,827 | 2,785 | 2,752 | 2,725 | 2,703 | 2,668 | 2,632 | 2,595 | 2,575 | 2,555 | 2,535 | 2,514 | 2,493 | 2,471 |
| 8 | 3,458 | 3,113 | 2,924 | 2,806 | 2,726 | 2,668 | 2,624 | 2,589 | 2,561 | 2,538 | 2,502 | 2,464 | 2,425 | 2,404 | 2,383 | 2,361 | 2,339 | 2,316 | 2,293 |
| 9 | 3,360 | 3,006 | 2,813 | 2,693 | 2,611 | 2,551 | 2,505 | 2,469 | 2,440 | 2,416 | 2,379 | 2,340 | 2,298 | 2,277 | 2,255 | 2,232 | 2,208 | 2,184 | 2,159 |
| 10 | 3,285 | 2,924 | 2,728 | 2,605 | 2,522 | 2,461 | 2,414 | 2,377 | 2,347 | 2,323 | 2,284 | 2,244 | 2,201 | 2,178 | 2,155 | 2,132 | 2,107 | 2,082 | 2,055 |
| 11 | 3,225 | 2,860 | 2,660 | 2,536 | 2,451 | 2,389 | 2,342 | 2,304 | 2,274 | 2,248 | 2,209 | 2,167 | 2,123 | 2,100 | 2,076 | 2,052 | 2,026 | 2,000 | 1,972 |
| 12 | 3,177 | 2,807 | 2,606 | 2,480 | 2,394 | 2,331 | 2,283 | 2,245 | 2,214 | 2,188 | 2,147 | 2,105 | 2,060 | 2,036 | 2,011 | 1,986 | 1,960 | 1,932 | 1,904 |
| 13 | 3,136 | 2,763 | 2,560 | 2,434 | 2,347 | 2,283 | 2,234 | 2,195 | 2,164 | 2,138 | 2,097 | 2,053 | 2,007 | 1,983 | 1,958 | 1,931 | 1,904 | 1,876 | 1,846 |
| 14 | 3,102 | 2,726 | 2,522 | 2,395 | 2,307 | 2,243 | 2,193 | 2,154 | 2,122 | 2,095 | 2,054 | 2,010 | 1,962 | 1,938 | 1,912 | 1,885 | 1,857 | 1,828 | 1,797 |
| 15 | 3,073 | 2,695 | 2,490 | 2,361 | 2,273 | 2,208 | 2,158 | 2,119 | 2,086 | 2,059 | 2,017 | 1,972 | 1,924 | 1,899 | 1,873 | 1,845 | 1,817 | 1,787 | 1,755 |
| 16 | 3,048 | 2,668 | 2,462 | 2,333 | 2,244 | 2,178 | 2,128 | 2,088 | 2,055 | 2,028 | 1,985 | 1,940 | 1,891 | 1,866 | 1,839 | 1,811 | 1,782 | 1,751 | 1,718 |
| 17 | 3,026 | 2,645 | 2,437 | 2,308 | 2,218 | 2,152 | 2,102 | 2,061 | 2,028 | 2,001 | 1,958 | 1,912 | 1,862 | 1,836 | 1,809 | 1,781 | 1,751 | 1,719 | 1,686 |
| 18 | 3,007 | 2,624 | 2,416 | 2,286 | 2,196 | 2,130 | 2,079 | 2,038 | 2,005 | 1,977 | 1,933 | 1,887 | 1,837 | 1,810 | 1,783 | 1,754 | 1,723 | 1,691 | 1,657 |
| 19 | 2,990 | 2,606 | 2,397 | 2,266 | 2,176 | 2,109 | 2,058 | 2,017 | 1,984 | 1,956 | 1,912 | 1,865 | 1,814 | 1,787 | 1,759 | 1,730 | 1,699 | 1,666 | 1,631 |
| 20 | 2,975 | 2,589 | 2,380 | 2,249 | 2,158 | 2,091 | 2,040 | 1,999 | 1,965 | 1,937 | 1,892 | 1,845 | 1,794 | 1,767 | 1,738 | 1,708 | 1,677 | 1,643 | 1,607 |
| 21 | 2,961 | 2,575 | 2,365 | 2,233 | 2,142 | 2,075 | 2,023 | 1,982 | 1,948 | 1,920 | 1,875 | 1,827 | 1,776 | 1,748 | 1,719 | 1,689 | 1,657 | 1,623 | 1,586 |

▼M2

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2,949 | 2,561 | 2,351 | 2,219 | 2,128 | 2,061 | 2,008 | 1,967 | 1,933 | 1,904 | 1,859 | 1,811 | 1,759 | 1,731 | 1,702 | 1,671 | 1,639 | 1,604 | 1,567 |
| 23 | 2,937 | 2,549 | 2,339 | 2,207 | 2,115 | 2,047 | 1,995 | 1,953 | 1,919 | 1,890 | 1,845 | 1,796 | 1,744 | 1,716 | 1,686 | 1,655 | 1,622 | 1,587 | 1,549 |
| 24 | 2,927 | 2,538 | 2,327 | 2,195 | 2,103 | 2,035 | 1,983 | 1,941 | 1,906 | 1,877 | 1,832 | 1,783 | 1,730 | 1,702 | 1,672 | 1,641 | 1,607 | 1,571 | 1,533 |
| 25 | 2,918 | 2,528 | 2,317 | 2,184 | 2,092 | 2,024 | 1,971 | 1,929 | 1,895 | 1,866 | 1,820 | 1,771 | 1,718 | 1,689 | 1,659 | 1,627 | 1,593 | 1,557 | 1,518 |
| 26 | 2,909 | 2,519 | 2,307 | 2,174 | 2,082 | 2,014 | 1,961 | 1,919 | 1,884 | 1,855 | 1,809 | 1,760 | 1,706 | 1,677 | 1,647 | 1,615 | 1,581 | 1,544 | 1,504 |
| 27 | 2,901 | 2,511 | 2,299 | 2,165 | 2,073 | 2,005 | 1,952 | 1,909 | 1,874 | 1,845 | 1,799 | 1,749 | 1,695 | 1,666 | 1,636 | 1,603 | 1,569 | 1,531 | 1,491 |
| 28 | 2,894 | 2,503 | 2,291 | 2,157 | 2,064 | 1,996 | 1,943 | 1,900 | 1,865 | 1,836 | 1,790 | 1,740 | 1,685 | 1,656 | 1,625 | 1,593 | 1,558 | 1,520 | 1,478 |
| 29 | 2,887 | 2,495 | 2,283 | 2,149 | 2,057 | 1,988 | 1,935 | 1,892 | 1,857 | 1,827 | 1,781 | 1,731 | 1,676 | 1,647 | 1,616 | 1,583 | 1,547 | 1,509 | 1,467 |
| 30 | 2,881 | 2,489 | 2,276 | 2,142 | 2,049 | 1,980 | 1,927 | 1,884 | 1,849 | 1,819 | 1,773 | 1,722 | 1,667 | 1,638 | 1,606 | 1,573 | 1,538 | 1,499 | 1,456 |
| 40 | 2,835 | 2,440 | 2,226 | 2,091 | 1,997 | 1,927 | 1,873 | 1,829 | 1,793 | 1,763 | 1,715 | 1,662 | 1,605 | 1,574 | 1,541 | 1,506 | 1,467 | 1,425 | 1,377 |
| 60 | 2,791 | 2,393 | 2,177 | 2,041 | 1,946 | 1,875 | 1,819 | 1,775 | 1,738 | 1,707 | 1,657 | 1,603 | 1,543 | 1,511 | 1,476 | 1,437 | 1,395 | 1,348 | 1,291 |
| 120 | 2,748 | 2,347 | 2,130 | 1,992 | 1,896 | 1,824 | 1,767 | 1,722 | 1,684 | 1,652 | 1,601 | 1,545 | 1,482 | 1,447 | 1,409 | 1,368 | 1,320 | 1,265 | 1,193 |
| 1000+ | 2,706 | 2,303 | 2,084 | 1,945 | 1,847 | 1,774 | 1,717 | 1,670 | 1,632 | 1,599 | 1,546 | 1,487 | 1,421 | 1,383 | 1,342 | 1,295 | 1,240 | 1,169 | 1,000 |

*Tabel 7-10*

**Kritieke F-waarden, $F_{crit95}$, versus N-1 en $N_{ref-1}$ met een betrouwbaarheid van 95 %**

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{ref}-1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 161,4 | 199,5 | 215,7 | 224,5 | 230,1 | 233,9 | 236,7 | 238,8 | 240,5 | 241,8 | 243,9 | 245,9 | 248,0 | 249,0 | 250,1 | 251,1 | 252,2 | 253,2 | 254,3 |
| 2 | 18,51 | 19,00 | 19,16 | 19,24 | 19,29 | 19,33 | 19,35 | 19,37 | 19,38 | 19,39 | 19,41 | 19,42 | 19,44 | 19,45 | 19,46 | 19,47 | 19,47 | 19,48 | 19,49 |
| 3 | 10,12 | 9,552 | 9,277 | 9,117 | 9,014 | 8,941 | 8,887 | 8,845 | 8,812 | 8,786 | 8,745 | 8,703 | 8,660 | 8,639 | 8,617 | 8,594 | 8,572 | 8,549 | 8,526 |
| 4 | 7,709 | 6,944 | 6,591 | 6,388 | 6,256 | 6,163 | 6,094 | 6,041 | 5,999 | 5,964 | 5,912 | 5,858 | 5,803 | 5,774 | 5,746 | 5,717 | 5,688 | 5,658 | 5,628 |
| 5 | 6,608 | 5,786 | 5,410 | 5,192 | 5,050 | 4,950 | 4,876 | 4,818 | 4,773 | 4,735 | 4,678 | 4,619 | 4,558 | 4,527 | 4,496 | 4,464 | 4,431 | 4,399 | 4,365 |
| 6 | 5,987 | 5,143 | 4,757 | 4,534 | 4,387 | 4,284 | 4,207 | 4,147 | 4,099 | 4,060 | 4,000 | 3,938 | 3,874 | 3,842 | 3,808 | 3,774 | 3,740 | 3,705 | 3,669 |

▼M2

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 5,591 | 4,737 | 4,347 | 4,120 | 3,972 | 3,866 | 3,787 | 3,726 | 3,677 | 3,637 | 3,575 | 3,511 | 3,445 | 3,411 | 3,376 | 3,340 | 3,304 | 3,267 | 3,230 |
| 8 | 5,318 | 4,459 | 4,066 | 3,838 | 3,688 | 3,581 | 3,501 | 3,438 | 3,388 | 3,347 | 3,284 | 3,218 | 3,150 | 3,115 | 3,079 | 3,043 | 3,005 | 2,967 | 2,928 |
| 9 | 5,117 | 4,257 | 3,863 | 3,633 | 3,482 | 3,374 | 3,293 | 3,230 | 3,179 | 3,137 | 3,073 | 3,006 | 2,937 | 2,901 | 2,864 | 2,826 | 2,787 | 2,748 | 2,707 |
| 10 | 4,965 | 4,103 | 3,708 | 3,478 | 3,326 | 3,217 | 3,136 | 3,072 | 3,020 | 2,978 | 2,913 | 2,845 | 2,774 | 2,737 | 2,700 | 2,661 | 2,621 | 2,580 | 2,538 |
| 11 | 4,844 | 3,982 | 3,587 | 3,357 | 3,204 | 3,095 | 3,012 | 2,948 | 2,896 | 2,854 | 2,788 | 2,719 | 2,646 | 2,609 | 2,571 | 2,531 | 2,490 | 2,448 | 2,405 |
| 12 | 4,747 | 3,885 | 3,490 | 3,259 | 3,106 | 2,996 | 2,913 | 2,849 | 2,796 | 2,753 | 2,687 | 2,617 | 2,544 | 2,506 | 2,466 | 2,426 | 2,384 | 2,341 | 2,296 |
| 13 | 4,667 | 3,806 | 3,411 | 3,179 | 3,025 | 2,915 | 2,832 | 2,767 | 2,714 | 2,671 | 2,604 | 2,533 | 2,459 | 2,420 | 2,380 | 2,339 | 2,297 | 2,252 | 2,206 |
| 14 | 4,600 | 3,739 | 3,344 | 3,112 | 2,958 | 2,848 | 2,764 | 2,699 | 2,646 | 2,602 | 2,534 | 2,463 | 2,388 | 2,349 | 2,308 | 2,266 | 2,223 | 2,178 | 2,131 |
| 15 | 4,543 | 3,682 | 3,287 | 3,056 | 2,901 | 2,791 | 2,707 | 2,641 | 2,588 | 2,544 | 2,475 | 2,403 | 2,328 | 2,288 | 2,247 | 2,204 | 2,160 | 2,114 | 2,066 |
| 16 | 4,494 | 3,634 | 3,239 | 3,007 | 2,852 | 2,741 | 2,657 | 2,591 | 2,538 | 2,494 | 2,425 | 2,352 | 2,276 | 2,235 | 2,194 | 2,151 | 2,106 | 2,059 | 2,010 |
| 17 | 4,451 | 3,592 | 3,197 | 2,965 | 2,810 | 2,699 | 2,614 | 2,548 | 2,494 | 2,450 | 2,381 | 2,308 | 2,230 | 2,190 | 2,148 | 2,104 | 2,058 | 2,011 | 1,960 |
| 18 | 4,414 | 3,555 | 3,160 | 2,928 | 2,773 | 2,661 | 2,577 | 2,510 | 2,456 | 2,412 | 2,342 | 2,269 | 2,191 | 2,150 | 2,107 | 2,063 | 2,017 | 1,968 | 1,917 |
| 19 | 4,381 | 3,522 | 3,127 | 2,895 | 2,740 | 2,628 | 2,544 | 2,477 | 2,423 | 2,378 | 2,308 | 2,234 | 2,156 | 2,114 | 2,071 | 2,026 | 1,980 | 1,930 | 1,878 |
| 20 | 4,351 | 3,493 | 3,098 | 2,866 | 2,711 | 2,599 | 2,514 | 2,447 | 2,393 | 2,348 | 2,278 | 2,203 | 2,124 | 2,083 | 2,039 | 1,994 | 1,946 | 1,896 | 1,843 |
| 21 | 4,325 | 3,467 | 3,073 | 2,840 | 2,685 | 2,573 | 2,488 | 2,421 | 2,366 | 2,321 | 2,250 | 2,176 | 2,096 | 2,054 | 2,010 | 1,965 | 1,917 | 1,866 | 1,812 |
| 22 | 4,301 | 3,443 | 3,049 | 2,817 | 2,661 | 2,549 | 2,464 | 2,397 | 2,342 | 2,297 | 2,226 | 2,151 | 2,071 | 2,028 | 1,984 | 1,938 | 1,889 | 1,838 | 1,783 |
| 23 | 4,279 | 3,422 | 3,028 | 2,796 | 2,640 | 2,528 | 2,442 | 2,375 | 2,320 | 2,275 | 2,204 | 2,128 | 2,048 | 2,005 | 1,961 | 1,914 | 1,865 | 1,813 | 1,757 |
| 24 | 4,260 | 3,403 | 3,009 | 2,776 | 2,621 | 2,508 | 2,423 | 2,355 | 2,300 | 2,255 | 2,183 | 2,108 | 2,027 | 1,984 | 1,939 | 1,892 | 1,842 | 1,790 | 1,733 |
| 25 | 4,242 | 3,385 | 2,991 | 2,759 | 2,603 | 2,490 | 2,405 | 2,337 | 2,282 | 2,237 | 2,165 | 2,089 | 2,008 | 1,964 | 1,919 | 1,872 | 1,822 | 1,768 | 1,711 |
| 26 | 4,225 | 3,369 | 2,975 | 2,743 | 2,587 | 2,474 | 2,388 | 2,321 | 2,266 | 2,220 | 2,148 | 2,072 | 1,990 | 1,946 | 1,901 | 1,853 | 1,803 | 1,749 | 1,691 |
| 27 | 4,210 | 3,354 | 2,960 | 2,728 | 2,572 | 2,459 | 2,373 | 2,305 | 2,250 | 2,204 | 2,132 | 2,056 | 1,974 | 1,930 | 1,884 | 1,836 | 1,785 | 1,731 | 1,672 |
| 28 | 4,196 | 3,340 | 2,947 | 2,714 | 2,558 | 2,445 | 2,359 | 2,291 | 2,236 | 2,190 | 2,118 | 2,041 | 1,959 | 1,915 | 1,869 | 1,820 | 1,769 | 1,714 | 1,654 |
| 29 | 4,183 | 3,328 | 2,934 | 2,701 | 2,545 | 2,432 | 2,346 | 2,278 | 2,223 | 2,177 | 2,105 | 2,028 | 1,945 | 1,901 | 1,854 | 1,806 | 1,754 | 1,698 | 1,638 |

▼**M2**

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 4,171 | 3,316 | 2,922 | 2,690 | 2,534 | 2,421 | 2,334 | 2,266 | 2,211 | 2,165 | 2,092 | 2,015 | 1,932 | 1,887 | 1,841 | 1,792 | 1,740 | 1,684 | 1,622 |
| 40 | 4,085 | 3,232 | 2,839 | 2,606 | 2,450 | 2,336 | 2,249 | 2,180 | 2,124 | 2,077 | 2,004 | 1,925 | 1,839 | 1,793 | 1,744 | 1,693 | 1,637 | 1,577 | 1,509 |
| 60 | 4,001 | 3,150 | 2,758 | 2,525 | 2,368 | 2,254 | 2,167 | 2,097 | 2,040 | 1,993 | 1,917 | 1,836 | 1,748 | 1,700 | 1,649 | 1,594 | 1,534 | 1,467 | 1,389 |
| 120 | 3,920 | 3,072 | 2,680 | 2,447 | 2,290 | 2,175 | 2,087 | 2,016 | 1,959 | 1,911 | 1,834 | 1,751 | 1,659 | 1,608 | 1,554 | 1,495 | 1,429 | 1,352 | 1,254 |
| 1000+ | 3,842 | 2,996 | 2,605 | 2,372 | 2,214 | 2,099 | 2,010 | 1,938 | 1,880 | 1,831 | 1,752 | 1,666 | 1,571 | 1,517 | 1,459 | 1,394 | 1,318 | 1,221 | 1,000 |

▼B

6. **Helling**

Bij kleinstekwadratenregressie wordt helling $a_{1y}$ berekend met vergelijking (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. **Intercept**

Bij kleinstekwadratenregressie wordt intercept $a_{0y}$ berekend met vergelijking (7-163):

$$a_{0y} = \overline{y} - (a_{1y} \cdot \overline{y}_{ref}) \quad (7\text{-}163)$$

8. **Standaardfout van de schatting**

De standaardfout van de schatting *SEE* wordt berekend met vergelijking (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. **Determinatiecoëfficiënt**

De determinatiecoëfficiënt $r^2$ wordt berekend met vergelijking (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

*Aanhangsel 4*

**INTERNATIONALE GRAVITATIEFORMULE (1980)**

De versnelling van de zwaartekracht van de aarde $a_g$ varieert naargelang de locatie en wordt voor een bepaalde breedtegraad berekend met vergelijking (7-166):

$$a_g = 9{,}7803267715\ [1 + 5{,}2790414 \times 10^{-3} \sin^2 \theta + 2{,}32718 \times 10^{-5} \sin^4 \theta + 1{,}262 \times 10^{-7} \sin^6 \theta + 7 \times 10^{-10} \sin^8 \theta] \quad (7\text{-}166)$$

waarbij:

$\theta$ = graden noorder- of zuiderbreedte

▼B

*Aanhangsel 5*

**Berekening van het deeltjesaantal**

1. **Bepaling van deeltjesaantallen**

1.1. Synchronisatie

Bij partiëlestroomverdunningssystemen wordt met de retentietijd in het deeltjesaantalbemonsterings- en -meetsysteem rekening gehouden door synchronisatie van het deeltjesaantalsignaal met de testcyclus en het uitlaatgasmassadebiet volgens de procedure van punt 8.2.1.2 van bijlage VI. De omzettingstijd van het deeltjesaantalbemonsterings- en -meetsysteem wordt bepaald overeenkomstig punt 2.1.3.7 van aanhangsel 1 van bijlage VI.

1.2. Bepaling van deeltjesaantallen voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC met een partiëlestroomverdunningssysteem

Wanneer deeltjesaantallen met een partiëlestroomverdunningssysteem worden bemonsterd volgens de specificaties in punt 9.2.3 van bijlage VI, wordt het over de volledige testcyclus uitgestoten aantal deeltjes berekend met vergelijking (7-167):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c_s} \cdot \overline{f_r} \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}167)$$

waarbij:

$N$ = over de testcyclus uitgestoten aantal deeltjes [#/test]

$m_{edf}$ = massa van equivalent verdund uitlaatgas over de cyclus, bepaald met vergelijking (7-45) (punt 2.3.1.1.2) [kg/test]

$k$ = kalibratiefactor om de metingen van de deeltjesaantalteller naar het niveau van het referentie-instrument te corrigeren voor zover dat niet binnen de deeltjesaantalteller zelf gebeurt. Indien de kalibratiefactor binnen de deeltjesaantalteller wordt toegepast, is $k$ in vergelijking (7-167) gelijk aan 1

$\overline{c_s}$ = gemiddelde deeltjesconcentratie van het verdunde uitlaatgas, gecorrigeerd naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$\overline{f_r}$ = gemiddelde deeltjesconcentratiereductiefactor van de vluchtigedeeltjesverwijderaar voor de bij de test toegepaste verdunningsinstellingen

met:

$$\overline{c_s} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}168)$$

waarbij:

$c_{s,I}$ = een afzonderlijke meting van de deeltjesconcentratie in het verdunde uitlaatgas van de deeltjesteller, gecorrigeerd voor coïncidentie en naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$n$ = aantal deeltjesconcentratiemetingen over de volledige duur van de test.

▼B

1.3. Bepaling van deeltjesaantallen voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC met een volledigestroomverdunningssysteem

Wanneer deeltjesaantallen met een volledigestroomverdunningssysteem worden bemonsterd volgens de specificaties in punt 9.2.2 van bijlage VI, wordt het over de volledige testcyclus uitgestoten aantal deeltjes berekend met vergelijking (7-169):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}169)$$

waarbij:

$N$ = over de testcyclus uitgestoten aantal deeltjes [#/test]

$m_{ed}$ = totale verdunde uitlaatgasstroom gedurende de cyclus, berekend volgens een van de in de punten 2.2.4.1 tot en met 2.2.4.3 van bijlage VII beschreven methoden [kg/test]

$k$ = kalibratiefactor om de metingen van de deeltjesaantalteller naar het niveau van het referentie-instrument te corrigeren voor zover dat niet binnen de deeltjesaantalteller zelf gebeurt. Indien de kalibratiefactor binnen de deeltjesaantalteller wordt toegepast, is $k$ in vergelijking (7-169) gelijk aan 1

$\overline{c_s}$ = gemiddelde deeltjesconcentratie van het verdunde uitlaatgas, gecorrigeerd naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$\overline{f_r}$ = gemiddelde deeltjesconcentratiereductiefactor van de vluchtigedeeltjesverwijderaar voor de bij de test toegepaste verdunningsinstellingen

met:

$$\overline{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}170)$$

waarbij:

$c_{s,I}$ = een afzonderlijke meting van de deeltjesconcentratie in het verdunde uitlaatgas van de deeltjesteller, gecorrigeerd voor coïncidentie en naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$n$ = aantal deeltjesconcentratiemetingen over de volledige duur van de test

1.4. Bepaling van deeltjesaantallen voor NRSC met specifieke modi met een partiëlestroomverdunningssysteem

Wanneer deeltjesaantallen met een partiëlestroomverdunningssysteem worden bemonsterd volgens de specificaties in punt 9.2.3 van bijlage VI, wordt het deeltjesemissietempo tijdens elke afzonderlijke specifieke modus op basis van de gemiddelde waarden voor de modus berekend met vergelijking (7-171):

$$\dot{N} = \frac{q_{medf}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\,600 \qquad (7\text{-}171)$$

waarbij:

$\dot{N}$ = deeltjesemissietempo tijdens de afzonderlijke specifieke modus [#/h]

$q_{medf}$ = massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas op natte basis tijdens de afzonderlijke specifieke modus, bepaald volgens vergelijking (7-51) (punt 2.3.2.1) [kg/s]

▼B

$k$ = kalibratiefactor om de metingen van de deeltjesaantalteller naar het niveau van het referentie-instrument te corrigeren voor zover dat niet binnen de deeltjesaantalteller zelf gebeurt. Indien de kalibratiefactor binnen de deeltjesaantalteller wordt toegepast, is $k$ in vergelijking (1-171) gelijk aan 1

$\overline{c_s}$ = gemiddelde deeltjesconcentratie van het verdunde uitlaatgas tijdens de afzonderlijke specifieke modus, gecorrigeerd naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$\overline{f_r}$ = gemiddelde deeltjesconcentratiereductiefactor van de vluchtigedeeltjesverwijderaar voor de bij de test toegepaste verdunningsinstellingen

met:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}172)$$

waarbij:

$c_{s,I}$ = een afzonderlijke meting van de deeltjesconcentratie in het verdunde uitlaatgas van de deeltjesteller, gecorrigeerd voor coïncidentie en naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$n$ = aantal deeltjesconcentratiemetingen tijdens de bemonsteringsperiode van de afzonderlijke specifieke modus

1.5. Bepaling van deeltjesaantallen voor cycli met specifieke modi met een volledigestroomverdunningssysteem

Wanneer deeltjesaantallen met een volledigestroomverdunningssysteem worden bemonsterd volgens de specificaties in punt 9.2.2 van bijlage VI, wordt het deeltjesemissietempo tijdens elke afzonderlijke specifieke modus op basis van de gemiddelde waarden voor de modus berekend met vergelijking (7-173):

$$\dot{N} = \frac{q_{mdew}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \quad (7\text{-}173)$$

waarbij:

$\dot{N}$ = deeltjesemissietempo tijdens de afzonderlijke specifieke modus [#/h]

$q_{mdew}$ = totaal massadebiet van het verdunde uitlaatgas op natte basis tijdens de afzonderlijke specifieke modus [kg/s]

$k$ = kalibratiefactor om de metingen van de deeltjesaantalteller naar het niveau van het referentie-instrument te corrigeren voor zover dat niet binnen de deeltjesaantalteller zelf gebeurt. Indien de kalibratiefactor binnen de deeltjesaantalteller wordt toegepast, is $k$ in vergelijking (7-173) gelijk aan 1

$\overline{c_s}$ = gemiddelde deeltjesconcentratie van het verdunde uitlaatgas tijdens de afzonderlijke specifieke modus, gecorrigeerd naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$\overline{f_r}$ = gemiddelde deeltjesconcentratiereductiefactor van de vluchtigedeeltjesverwijderaar voor de bij de test toegepaste verdunningsinstellingen

▼B

met:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}174)$$

waarbij:

$c_{s,I}$ = een afzonderlijke meting van de deeltjesconcentratie in het verdunde uitlaatgas van de deeltjesteller, gecorrigeerd voor coïncidentie en naar standaardomstandigheden (273,2 K en 101,33 kPa) [deeltjes/cm$^3$]

$n$ = aantal deeltjesconcentratiemetingen tijdens de bemonsteringsperiode van de afzonderlijke specifieke modus

2. **Testresultaat**

2.1. Berekening van de specifieke emissies voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC

Voor elke toepasselijke afzonderlijke RMC, warmstart-NRTC en koudstart-NRTC worden de specifieke emissies in aantal deeltjes/kWh berekend met vergelijking (7-175):

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (7\text{-}175)$$

waarbij:

$N$ = over de toepasselijke RMC, warmstart-NRTC of koudstart-NRTC,

$W_{act}$ = uitgestoten aantal deeltjes werkelijke cyclusarbeid overeenkomstig punt 7.8.3.4 van bijlage VI [kWh]

Bij een RMC worden de specifieke emissies in het geval van een motor met niet-frequente (periodieke) regeneratie van het uitlaatgasnabehandelingssysteem (zie punt 6.6.2 van bijlage VI) met de toepasselijke multiplicatieve of additieve aanpassingsfactor gecorrigeerd. Als tijdens de test geen niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de opwaartse factor ($k_{\mathrm{ru,m}}$ of $k_{\mathrm{ru,a}}$) toegepast. Als tijdens de test niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de neerwaartse factor ($k_{\mathrm{rd,m}}$ of $k_{\mathrm{rd,a}}$) toegepast.

Bij een RMC wordt het eindresultaat ook aangepast met de overeenkomstig bijlage III vastgestelde toepasselijke multiplicatieve of additieve verslechteringsfactor.

2.1.1. Gewogen gemiddeld NRTC-testresultaat

Voor de NRTC is het definitieve testresultaat een gewogen gemiddelde van de met koude en warme start uitgevoerde tests (in voorkomend geval met inbegrip van niet-frequente regeneratie), berekend met vergelijking (7-176) of (7-177):

a) bij multiplicatieve regeneratieaanpassing of bij motoren zonder niet-frequente regenererende uitlaatgasnabehandelingssysteem:

$$e = k_r \left( \frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}176)$$

bij additieve regeneratieaanpassing:

$$e = k_r + \left( \frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}177)$$

▼B

waarbij:

$N_{cold}$ = totaal aantal uitgestoten deeltjes tijdens de met koude start uitgevoerde NRTC

$N_{hot}$ = totaal aantal uitgestoten deeltjes tijdens de met warme start uitgevoerde NRTC

$W_{act,cold}$ = werkelijke cyclusarbeid tijdens de koudstart-NRTC overeenkomstig punt 7.8.3.4 van bijlage VI [kWh]

$W_{act,\ hot}$ = werkelijke cyclusarbeid tijdens de warmstart-NRTC overeenkomstig punt 7.8.3.4 van bijlage VI [kWh]

$k_r$ = regeneratieaanpassing overeenkomstig punt 6.6.2 van bijlage VI of, bij motoren zonder niet-frequent regenererend uitlaatgasnabehandelingssysteem, $k_r = 1$

Als tijdens de test geen niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de opwaartse factor ($k_{ru,m}$ of $k_{ru,a}$) toegepast. Als tijdens de test niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de neerwaartse factor ($k_{rd,m}$ of $k_{rd,a}$) toegepast.

Het resultaat, waarop in voorkomend geval de aanpassingsfactor voor niet-frequente regeneratie is toegepast, wordt ook aangepast met de overeenkomstig bijlage III vastgestelde toepasselijke multiplicatieve of additieve verslechteringsfactor.

2.2. Berekening van de specifieke emissies voor NRSC-tests met specifieke modi

De specifieke emissies $e$ [#/kWh] worden berekend met vergelijking (7-178):

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{N}_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad (7\text{-}178)$$

waarbij:

▼M2

$P_i$ = motorvermogen voor modus i [kW], berekend door bij het gemeten vermogen $P_{meas}$ [kW] het met vergelijking (6-8) van bijlage VI bepaalde vermogen dat vereist is voor de aandrijving van de hulpapparatuur $P_{AUX}$ [kW] op te tellen ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus $i$ [-]

$\dot{N}_i$ = gemiddeld emissietempo voor modus $i$ [#/h] uit vergelijking (7-171) of (7-173), naargelang de verdunningsmethode

In het geval van een motor met niet-frequente (periodieke) regeneratie van het uitlaatgasnabehandelingssysteem (zie punt 6.6.2 van bijlage VI) worden de specifieke emissies met de toepasselijke multiplicatieve of additieve aanpassingsfactor gecorrigeerd. Als tijdens de test geen niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de opwaartse factor ($k_{ru,m}$ of $k_{ru,a}$) toegepast. Als tijdens de test niet-frequente regeneratie heeft plaatsgevonden, wordt de neerwaartse factor ($k_{rd,m}$ of $k_{rd,a}$) toegepast. Als de aanpassingsfactoren voor elke modus zijn bepaald, worden zij bij de berekening van het gewogen emissieresultaat in vergelijking (7-178) op elke modus toegepast.

Het resultaat, waarop in voorkomend geval de aanpassingsfactor voor niet-frequente regeneratie is toegepast, wordt ook aangepast met de overeenkomstig bijlage III vastgestelde toepasselijke multiplicatieve of additieve verslechteringsfactor.

▼B

2.3. Afronding van de eindresultaten

►M2 De eindresultaten van de NRSC en de gewogen gemiddelde NRTC-testresultaten worden overeenkomstig ASTM E 29–06B in één stap op drie significante cijfers afgerond. ◄ Tussentijdse waarden die tot het definitieve specifieke emissieresultaat leiden, mogen niet worden afgerond.

2.4. Bepaling van de deeltjesaantalachtergrond

2.4.1. Op verzoek van de motorfabrikant mogen de deeltjesaantalconcentraties van de verdunningstunnelachtergrond, vóór of na de test, vanaf een punt voorbij de deeltjes- en koolwaterstoffilters tot in het deeltjesaantalmeetsysteem worden bemonsterd om de deeltjesconcentraties van de tunnelachtergrond te bepalen.

2.4.2. Voor typegoedkeuring mogen de deeltjesaantalconcentraties van de tunnelachtergrond niet worden afgetrokken, maar voor controle van de conformiteit van de productie kunnen deze, op verzoek van de fabrikant en met de voorafgaande toestemming van de goedkeuringsinstantie, van de in het verdunde uitlaatgas gemeten waarden worden afgetrokken als kan worden aangetoond dat de bijdrage van de tunnelachtergrond significant is.

▼B

*Aanhangsel 6*

**Berekening van de ammoniakemissie**

1. **Berekening van de gemiddelde concentratie voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC**

Bepaal de gemiddelde $NH_3$-concentratie in het uitlaatgas over de testcyclus $c_{NH3}$ [ppm] door de momentane waarden over de cyclus te integreren. Vergelijking (7-179) wordt gebruikt:

$$c_{NH3} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} c_{NH3,i} \quad (7\text{-}179)$$

waarbij:

$c_{NH3,i}$ = momentane $NH_3$-concentratie in het uitlaatgas [ppm]

n = aantal metingen

Voor de NRTC wordt het definitieve testresultaat berekend met vergelijking (7-180):

▼M2

$$c_{NH3} = (0{,}1 \times c_{NH3,cold}) + (0{,}9 \times c_{NH3,hot}) \quad (7\text{-}180)$$

▼B

waarbij:

$c_{NH3,cold}$ = gemiddelde $NH_3$-concentratie van de koudstart-NRTC [ppm]

$c_{NH3,hot}$ = gemiddelde $NH_3$-concentratie van de warmstart-NRTC [ppm]

2. **Berekening van de gemiddelde concentratie voor NRSC met specifieke modi**

De gemiddelde $NH_3$-concentratie in het uitlaatgas over de testcyclus $c_{NH3}$ [ppm] wordt bepaald door de gemiddelde concentratie voor elke modus te meten en het resultaat te wegen volgens de op de testcyclus toepasselijke wegingsfactoren. Vergelijking (7-181) wordt gebruikt:

$$c_{NH3} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} \overline{c}_{NH3,i} \cdot WF_i \quad (7\text{-}181)$$

waarbij:

$\overline{c}_{NH3,i}$ = $_{NH3,i}$ gemiddelde $NH_3$-concentratie in het uitlaatgas voor modus *i* [ppm]

$N_{mode}$ = aantal modi in de testcyclus

$WF_i$ = wegingsfactor voor modus *i* [-]

▼B

*BIJLAGE VIII*

**Prestatievoorschriften en testprocedures voor dualfuelmotoren**

1. **Toepassingsgebied**

Deze bijlage is van toepassing op dualfuelmotoren zoals gedefinieerd in artikel 3, punt 18, van Verordening (EU) 2016/1628 wanneer die motoren tegelijkertijd op een vloeibare en een gasvormige brandstof werken (dualfuelmodus).

Deze bijlage is niet van toepassing op het testen van motoren, met inbegrip van dualfuelmotoren, wanneer zij uitsluitend op vloeibare of uitsluitend op gasvormige brandstoffen werken (d.w.z. wanneer de GER, afhankelijk van het type brandstof, 1 of 0 bedraagt). In dat geval zijn de voorschriften voor singlefuelmotoren van toepassing.

Voor de typegoedkeuring van motoren die tegelijkertijd op een combinatie van verscheidene vloeibare brandstoffen en één gasvormige brandstof of van één vloeibare brandstof en verscheidene gasvormige brandstoffen werken, wordt de in artikel 33 van Verordening (EU) 2016/1628 beschreven procedure voor nieuwe technologieën of nieuwe concepten gevolgd.

2. **Definities en afkortingen**

In deze bijlage wordt verstaan onder:

2.1. „GER" of „gasenergieverhouding": de in artikel 3, punt 20, van Verordening (EU) 2016/1628 omschreven verhouding op basis van de laagste verwarmingswaarde;

2.2. „$GER_{cycle}$": de gemiddelde GER wanneer de motor volgens de toepasselijke testcyclus werkt;

2.3. „dualfuelmotor van type 1A":

a) een dualfuelmotor van een subcategorie van NRE 19 ≤ Kw ≤ 560 die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$) werkt, die niet uitsluitend op vloeibare brandstof stationair draait en die geen vloeibarebrandstofmodus heeft; of

b) een dualfuelmotor van een (sub)categorie anders dan een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) werkt, die niet uitsluitend op vloeibare brandstof stationair draait en die geen vloeibarebrandstofmodus heeft;

2.4. „dualfuelmotor van type 1B":

a) een dualfuelmotor van een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$) werkt, die in dualfuelmodus niet uitsluitend op vloeibare brandstof stationair draait en die een vloeibarebrandstofmodus heeft; of

b) een dualfuelmotor van een (sub)categorie anders dan een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) werkt, die in de dualfuelmodus niet uitsluitend op vloeibare brandstof stationair draait en die een vloeibarebrandstofmodus heeft;

▼B

2.5. „dualfuelmotor van type 2A”:

a) een dualfuelmotor van een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding tussen 10 % en 90 % ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$) werkt en geen vloeibarebrandstofmodus heeft, of die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$) werkt, maar die uitsluitend op vloeibare brandstof stationair draait en geen vloeibarebrandstofmodus heeft; of

b) een dualfuelmotor van een (sub)categorie anders dan een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding tussen 10 % en 90 % ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$) werkt en geen vloeibarebrandstofmodus heeft, of die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) werkt, maar die uitsluitend op vloeibare brandstof stationair draait en geen vloeibarebrandstofmodus heeft;

2.6. „dualfuelmotor van type 2B”:

a) een dualfuelmotor van een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding tussen 10 % en 90 % ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$) werkt en een vloeibarebrandstofmodus heeft, of die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$) werkt en die een vloeibarebrandstofmodus heeft maar in dualfuelmodus stationair kan draaien op uitsluitend vloeibare brandstof; of

b) een dualfuelmotor van een (sub)categorie anders dan een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding tussen 10 % en 90 % ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$) werkt en geen vloeibarebrandstofmodus heeft, of die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet minder dan 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) werkt en die een vloeibarebrandstofmodus heeft maar in dualfuelmodus stationair kan draaien op uitsluitend vloeibare brandstof;

2.7. „dualfuelmotor van type 3B”:

a) een dualfuelmotor van een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de warmstart-NRTC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet meer dan 10 % ($GER_{NRTC,\ hot} \leq 0{,}1$) werkt en die een vloeibarebrandstofmodus heeft; of

b) een dualfuelmotor van een (sub)categorie anders dan een subcategorie van NRE 19 ≤ kW ≤ 560 die tijdens de NRSC met een gemiddelde gasenergieverhouding van niet meer dan 10 % ($GER_{NRSC} \leq 0{,}1$) werkt en die een vloeibarebrandstofmodus heeft.

3. **Specifieke aanvullende goedkeuringsvoorschriften voor dualfuelmotoren**

3.1. Motoren waarbij $GER_{cycle}$ door de bediener kan worden geregeld

Indien bij een bepaald motortype de waarde van $GER_{cycle}$ door de bediener kan worden verlaagd tot onder het maximum, wordt de minimumwaarde van $GER_{cycle}$ niet beperkt, maar moet de motor bij elke door de fabrikant toegestane waarde van $GER_{cycle}$ aan de emissiegrenswaarden kunnen voldoen.

▼B

4. **Algemene voorschriften**

4.1. Bedrijfsmodi van dualfuelmotoren

4.1.1. Voorwaarden waaronder een dualfuelmotor in vloeibarebrandstofmodus mag werken

Een dualfuelmotor mag alleen in vloeibarebrandstofmodus werken wanneer hij volgens alle voorschriften van deze verordening voor werking op uitsluitend de gespecificeerde vloeibare brandstof is gecertificeerd.

Als een dualfuelmotor uit een reeds gecertificeerde motor op vloeibare brandstof is ontwikkeld, is een nieuw EU-typegoedkeuringscertificaat vereist voor werking in de vloeibarebrandstofmodus.

4.1.2. Voorwaarden waaronder een dualfuelmotor stationair mag draaien op uitsluitend vloeibare brandstof

4.1.2.1. Dualfuelmotoren van type 1A mogen niet stationair draaien op uitsluitend vloeibare brandstof, behalve onder de in punt 4.1.3 voor het warmlopen en starten gedefinieerde voorwaarden.

4.1.2.2. Dualfuelmotoren van type 1B mogen in dualfuelmodus niet stationair draaien op uitsluitend vloeibare brandstof.

4.1.2.3. Dualfuelmotoren van de typen 2A, 2B en 3B mogen stationair draaien op uitsluitend vloeibare brandstof.

4.1.3. Voorwaarden waaronder een dualfuelmotor mag warmlopen of starten op uitsluitend vloeibare brandstof

4.1.3.1. Een dualfuelmotor van type 1B, 2B of 3B mag warmlopen of starten op uitsluitend vloeibare brandstof. De motor mag in dualfuelmodus warmlopen of starten indien daarbij dezelfde emissiebeheersingsstrategie wordt gebruikt als in de vloeibarebrandstofmodus. Als niet aan deze voorwaarde wordt voldaan, mag de motor alleen in vloeibarebrandstofmodus warmlopen of starten op uitsluitend vloeibare brandstof.

4.1.3.2. Een dualfuelmotor van type 1A of 2A mag warmlopen of starten op uitsluitend vloeibare brandstof. In dat geval moet de strategie echter als AECS worden opgegeven en moet aan de volgende aanvullende voorschriften worden voldaan:

4.1.3.2.1. de strategie moet inactief worden wanneer het koelmiddel een temperatuur van 343 K (70 $^{o}$C) heeft bereikt, of binnen 15 minuten nadat zij is geactiveerd, naargelang wat zich het eerst voordoet; en

4.1.3.2.2. de servicemodus moet worden ingeschakeld terwijl de strategie actief is.

4.2. Servicemodus

4.2.1. Voorwaarden waaronder dualfuelmotoren in servicemodus mogen werken

Wanneer een motor in servicemodus werkt, geldt er een bruikbaarheidsbeperking en is de motor tijdelijk vrijgesteld van de in deze verordening beschreven voorschriften inzake uitlaatemissies en $NO_x$-beheersing.

▼B

4.2.2. Bruikbaarheidsbeperking in servicemodus

4.2.2.1. Voorschriften voor motoren van een andere categorie dan IWP, IWA, RLL en RLR

De gebruiksbeperking die van toepassing is op niet voor de weg bestemde mobiele machines waarin een dualfuelmotor is gemonteerd van een andere motorcategorie dan IWP, IWA, RLL en RLR en die in servicemodus werken, is de beperking die geactiveerd wordt door het in punt 5.4 van aanhangsel 1 van bijlage IV beschreven sterke-aansporingssysteem.

Om veiligheidsredenen en om een diagnose voor zelfreparatie mogelijk te maken, is het gebruik van een aansporingsblokkeerfunctie overeenkomstig punt 5.5 van aanhangsel 1 van bijlage IV toegestaan om het volledige motorvermogen vrij te geven.

De bruikbaarheidsbeperking mag niet anderszins worden gedeactiveerd door activering of deactivering van de in bijlage IV beschreven waarschuwings- en aansporingssystemen.

De in bijlage IV beschreven waarschuwings- en aansporingssystemen mogen niet worden geactiveerd of gedeactiveerd door in- of uitschakeling van de servicemodus.

4.2.2.2. Voorschriften voor motoren van de categorieën IWP, IWA, RLL en RLR

Om veiligheidsredenen mogen motoren van de categorieën IWP, IWA, RLL en RLR zonder beperking van het motorkoppel of -toerental in servicemodus werken. In dat geval legt de boordcomputer telkens wanneer overeenkomstig punt 4.2.2.3 een bruikbaarheidsbeperking zou gelden, in een permanent geheugen alle incidenten vast waarbij de motor in servicemodus werkt en deze informatie mag niet opzettelijk gewist kunnen worden.

De nationale inspectie-instanties moeten deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen. ►**M2** In het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier wordt een beschrijving opgenomen van de verbinding en de methode voor het uitlezen van deze gegevens. ◄

4.2.2.3. Activering van de bruikbaarheidsbeperking

De bruikbaarheidsbeperking wordt automatisch geactiveerd wanneer de servicemodus wordt ingeschakeld.

Indien de servicemodus overeenkomstig punt 4.2.3 vanwege een storing in het gastoevoersysteem wordt ingeschakeld, wordt de bruikbaarheidsbeperking binnen 30 minuten bedrijfstijd na de inschakeling van de servicemodus actief.

Indien de servicemodus vanwege een lege gastank wordt ingeschakeld, wordt de bruikbaarheidsbeperking actief zodra de servicemodus wordt ingeschakeld.

4.2.2.4. Deactivering van de bruikbaarheidsbeperking

Het bruikbaarheidsbeperkingssysteem wordt geactiveerd wanneer de motor niet meer in servicemodus werkt.

4.2.3. Niet-beschikbaarheid van gasvormige brandstof bij werking in dualfuelmodus

Om het mogelijk te maken de niet voor de weg bestemde mobiele machine naar een veilige plaats te brengen, wordt bij detectie van een lege gastank of van een storing in het gastoevoersysteem:

a) bij dualfuelmotoren van de typen 1A en 2A de servicemodus ingeschakeld;

▼B

b) bij dualfuelmotoren van de typen 1B, 2B en 3B de vloeibarebrandstofmodus ingeschakeld.

4.2.3.1. Niet-beschikbaarheid van gasvormige brandstof — lege gastank

Zodra het motorsysteem detecteert dat een gastank leeg is, wordt overeenkomstig punt 4.2.3 de servicemodus of vloeibarebrandstofmodus ingeschakeld.

Wanneer het beschikbare gas in de tank weer het niveau bereikt waarbij de activering van het in punt 4.3.2 beschreven waarschuwingssysteem voor een lege tank gerechtvaardigd was, mag de servicemodus worden uitgeschakeld of, indien van toepassing, de dualfuelmodus weer worden ingeschakeld.

4.2.3.2. Niet-beschikbaarheid van gasvormige brandstof — storing van de gastoevoer

Wanneer door een storing in het gastoevoersysteem geen gasvormige brandstof beschikbaar is, wordt overeenkomstig punt 4.2.3 de servicemodus of de vloeibarebrandstofmodus ingeschakeld.

Zodra gasvormige brandstof beschikbaar komt, mag de servicemodus worden uitgeschakeld of, indien van toepassing, de dualfuelmodus weer worden ingeschakeld.

4.3. Dualfuelindicatoren

4.3.1. Dualfuelmodusindicator

De modus waarin de motor werkt (dualfuelmodus, vloeibarebrandstofmodus of servicemodus), wordt visueel aangeduid aan de bediener van de niet voor de weg bestemde mobiele machine.

De OEM beslist over de kenmerken en de plaats van deze indicator, die deel mag uitmaken van een al bestaand visueel indicatiesysteem.

De indicator mag worden aangevuld met de weergave van een bericht. Voor de weergave van de in dit punt bedoelde berichten mag hetzelfde systeem worden gebruikt als voor de diagnose van de $NO_x$-beheersing of andere onderhoudsdoeleinden.

De visuele weergave van de dualfuelmodusindicator moet verschillen van die voor de diagnose van de $NO_x$-beheersing of andere onderhoudsdoeleinden.

De weergave van veiligheidswaarschuwingen heeft altijd voorrang op de bedrijfsmodusindicatie.

4.3.1.1. De dualfuelmodusindicator geeft de servicemodus aan zodra deze wordt ingeschakeld (d.w.z. voordat hij werkelijk actief wordt) en blijft deze aangeven zolang de servicemodus ingeschakeld is.

4.3.1.2. Zodra de bedrijfsmodus van de motor van de vloeibarebrandstofmodus naar de dualfuelmodus wordt veranderd, of omgekeerd, geeft de dualfuelmodusindicator gedurende ten minste één minuut de dualfuelmodus, respectievelijk de vloeibarebrandstofmodus aan. Deze indicatie is ook gedurende ten minste één minuut verplicht bij „contact aan” en op verzoek van de fabrikant bij het aanslingeren van de motor. De indicatie wordt ook op verzoek van de bediener gegeven.

▼B

4.3.2. Waarschuwingssysteem voor lege gastank (dualfuelwaarschuwingssysteem)

Niet voor de weg bestemde mobiele machines waarin een dualfuelmotor is gemonteerd, zijn uitgerust met een dualfuelwaarschuwingssysteem dat de bediener erop attendeert dat de gastank weldra leeg zal zijn.

Het dualfuelwaarschuwingssysteem blijft actief totdat de tank wordt bijgevuld tot een hoger niveau dan dat waarbij het waarschuwingssysteem wordt geactiveerd.

Het dualfuelwaarschuwingssysteem mag tijdelijk worden onderbroken door andere waarschuwingssignalen met belangrijke veiligheidsberichten.

Het dualfuelwaarschuwingssysteem mag niet met een scanner kunnen worden uitgezet zolang de oorzaak van de activering van de waarschuwing niet is weggenomen.

4.3.2.1. Kenmerken van het dualfuelwaarschuwingssysteem

Het dualfuelwaarschuwingssysteem bestaat uit een visueel waarschuwingssysteem (icoon, pictogram enz.) naar keuze van de fabrikant.

Als de fabrikant dat wenst, mag het systeem een geluidssignaal geven. In dat geval mag het geluidssignaal door de bediener uitgezet kunnen worden.

De visuele weergave van het dualfuelwaarschuwingssysteem moet verschillen van die voor de diagnose van de $NO_x$-beheersing of andere onderhoudsdoeleinden.

Voorts mag het dualfuelwaarschuwingssysteem korte berichten weergeven, waaronder berichten die duidelijk de resterende afstand of de tijd vóór de activering van de bruikbaarheidsbeperking aangeven.

Voor de weergave van de in dit punt bedoelde waarschuwing of berichten mag hetzelfde systeem worden gebruikt als voor de weergave van waarschuwingen of berichten in verband met de diagnose van de $NO_x$-beheersing of van waarschuwingen of berichten voor andere onderhoudsdoeleinden.

Op niet voor de weg bestemde mobiele machines die bestemd zijn voor gebruik door hulpverleningsdiensten of die zijn ontworpen en gebouwd voor gebruik door het leger, de burgerbescherming, de brandweer en de ordediensten, mag een voorziening worden aangebracht waarmee de bediener de visuele signalen van het waarschuwingssysteem kan dimmen.

4.4. Meegedeeld koppel

4.4.1. Meegedeeld koppel wanneer een dualfuelmotor in dualfuelmodus werkt

Wanneer een dualfuelmotor in dualfuelmodus werkt:

a) is de referentiekoppelkromme de kromme die wordt verkregen wanneer de motor op een motortestbank in dualfuelmodus wordt getest;

b) zijn de geregistreerde werkelijke koppels (aangegeven koppel en wrijvingskoppel) het resultaat van de dualfuelverbranding en niet het resultaat dat wordt verkregen wanneer de motor uitsluitend op vloeibare brandstof loopt.

▼B

4.4.2. Meegedeeld koppel wanneer een dualfuelmotor in vloeibarebrandstofmodus werkt

Wanneer een dualfuelmotor in vloeibarebrandstofmodus werkt, is de referentiekoppelkromme de kromme die wordt verkregen wanneer de motor op een motortestbank in vloeibarebrandstofmodus wordt getest.

4.5. Aanvullende voorschriften

4.5.1. Wanneer adaptieve strategieën voor een dualfuelmotor worden gebruikt, moeten zij behalve aan bijlage IV ook aan de volgende voorschriften voldoen:

a) de motor moet altijd van het dualfuelmotortype blijven dat voor de EU-typegoedkeuring is opgegeven (d.w.z. type 1A, 2B enz.); en

▼M2

b) bij een motor van type 2 mag het verschil tussen de hoogste en de laagste maximale $GER_{cycle}$ binnen de familie niet groter zijn dan het in punt 2.4.15 van bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 aangegeven bereik, tenzij uit hoofde van punt 3.1 een andere waarde is toegestaan.

▼B

4.6 Een voorwaarde van de typegoedkeuring is dat overeenkomstig de bijlagen XIV en XV instructies aan de OEM en de eindgebruikers worden verstrekt betreffende de montage en de bediening van de dualfuelmotor, met inbegrip van de in punt 4.2 beschreven servicemodus en de in punt 4.3 beschreven dualfuelindicatoren.

5. **Prestatievoorschriften**

5.1. Op dualfuelmotoren zijn dezelfde, in deze verordening en in Verordening (EU) 2016/1628 opgenomen prestatievoorschriften, met inbegrip van de emissiegrenswaarden, en voorschriften voor EU-typegoedkeuring van toepassing als op elke andere motor van de desbetreffende motorcategorie, behalve voor zover in deze bijlage anders is bepaald.

5.2 De grenswaarde voor koolwaterstof (HC) voor werking in dualfuelmodus wordt overeenkomstig bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 bepaald aan de hand van de gemiddelde gasenergieverhouding (GER) over de betrokken testcyclus.

5.3 De technische voorschriften voor emissiebeheersingsstrategieën, die ook voorschrijven welke documenten vereist zijn om die strategieën aan te tonen, en de technische bepalingen ter bestrijding van manipulatie, met inbegrip van het verbod op manipulatievoorzieningen, zijn identiek aan die voor elke andere motor van de desbetreffende motorcategorie, zoals vastgesteld in bijlage IV.

5.4 De nadere technische voorschriften voor het gebied van de NRSC waarin de toegestane overschrijding van de in bijlage II bij Verordening (EU) 2016/1628 vastgestelde emissiegrenswaarden beheerst wordt, zijn identiek aan die voor elke andere motor van de desbetreffende motorcategorie, zoals vastgesteld in bijlage IV.

6. **Demonstratievoorschriften**

6.1. Op dualfuelmotoren zijn dezelfde, in deze verordening en in Verordening (EU) 2016/1628 opgenomen demonstratievoorschriften van toepassing als op elke andere motor van de desbetreffende motorcategorie, behalve voor zover in onderdeel 6 anders is bepaald.

▼B

6.2. De naleving van de toepasselijke grenswaarden wordt in de dualfuelmodus aangetoond.

6.3. Voor typen dualfuelmotoren met een vloeibarebrandstofmodus (d.w.z. de typen 1B, 2B en 3B) wordt de naleving van de toepasselijke grenswaarden bovendien in de vloeibarebrandstofmodus aangetoond.

6.4. Aanvullende demonstratievoorschriften voor motoren van type 2

▼M2

6.4.1 De fabrikant legt aan de goedkeuringsinstantie bewijsmateriaal over waaruit blijkt dat het $GER_{cycle}$-bereik van alle leden van de familie van dualfuelmotoren binnen het in punt 2.4.15 van bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 aangegeven bereik blijft, of in het geval van motoren waarbij de bediener de waarde van $GER_{cycle}$ kan aanpassen, aan de voorschriften van punt 6.5 voldoet (bv. door middel van algoritmen, functionele analyses, berekeningen, simulaties, resultaten van eerdere tests enz.).

▼B

6.5 Aanvullende demonstratievoorschriften voor motoren waarbij de bediener de waarde van $GER_{cycle}$ kan aanpassen

6.5.1 De naleving van de toepasselijke grenswaarden wordt aangetoond bij de door de fabrikant toegestane minimum- en maximumwaarde van $GER_{cycle}$.

6.6. Voorschriften voor het aantonen van de duurzaamheid van een dualfuelmotor

6.6.1 De bepalingen van bijlage III zijn van toepassing.

6.7. Demonstratie van de dualfuelindicatoren, waarschuwing en bruikbaarheidsbeperking

6.7.1 In het kader van de aanvraag voor EU-typegoedkeuring krachtens deze verordening toont de fabrikant de werking van de dualfuelindicatoren, de waarschuwing en de bruikbaarheidsbeperking aan overeenkomstig aanhangsel 1.

▼M2

6.8. Documentatie van de demonstratie

De demonstratie uit hoofde van de punten 6.1 tot en met 6.7.1 wordt vastgelegd in een demonstratieverslag. Dat verslag:

a) bevat een beschrijving van de uitgevoerde demonstratie, met vermelding van de toepasselijke testcyclus;

b) wordt opgenomen in het in deel A van bijlage I bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656 beschreven informatiedossier.

▼B

7. **Voorschriften om de correcte werking van de $NO_x$-beheersingsmaatregelen te garanderen**

7.1. Bijlage IV (technische voorschriften voor $NO_x$-beheersingsmaatregelen) is van toepassing op dualfuelmotoren, ongeacht of zij in dualfuelmodus of vloeibarebrandstofmodus werken.

7.2. Aanvullende $NO_x$-beheersingsvoorschriften voor dualfuelmotoren van de typen 1B, 2B en 3B

7.2.1. Het koppel dat voor de toepassing van het in punt 5.4 van aanhangsel 1 van bijlage IV beschreven sterke-aansporingssysteem in aanmerking wordt genomen, is het laagste van de in vloeibarebrandstofmodus en in dualfuelmodus verkregen koppels.

7.2.2 Van een mogelijke invloed van de werkingsmodus op de storingsdetectie mag geen gebruik worden gemaakt om de periode tot de activering van de aansporing te verlengen.

▼B

7.2.3. Bij storingen waarvan de detectie niet van de werkingsmodus van de motor afhangt, mogen de in aanhangsel 1 van bijlage IV gespecificeerde en aan de DTC-status gerelateerde mechanismen niet van de werkingsmodus van de motor afhangen (als bv. een DTC de status „potentieel” in dualfuelmodus heeft bereikt, zal hij de volgende keer dat de storing wordt gedetecteerd, ook in vloeibarebrandstofmodus de bevestigde en actieve status krijgen).

7.2.4. Bij storingen waarvan de detectie van de werkingsmodus van de motor afhangt, mogen DTC's een eerder actieve status niet in een andere modus krijgen dan die waarin zij de bevestigde en actieve status hebben bereikt.

7.2.5. Een verandering van de werkingsmodus (van dualfuelmodus naar vloeibarebrandstofmodus of omgekeerd) mag de mechanismen waarmee aan de voorschriften van bijlage IV wordt voldaan (bv. tellers), niet stoppen of resetten. Wanneer een van deze mechanismen (bv. een diagnosesysteem) echter afhankelijk is van de werkingsmodus in kwestie, mag de teller voor dat mechanisme op verzoek van de fabrikant en met de goedkeuring van de goedkeuringsinstantie:

a) bij verandering van de werkingsmodus stoppen en, indien van toepassing, de op dat moment aangegeven waarde vasthouden;

b) wanneer de werkingsmodus weer terugverandert herstarten en, indien van toepassing, voorttellen vanaf het punt waar hij was gestopt.

▼B

*Aanhangsel 1*

**Dualfuelindicator, waarschuwingssysteem en bruikbaarheidsbeperking voor dualfuelmotoren — Demonstratievoorschriften**

1. **Dualfuelindicatoren**

1.1. Dualfuelmodusindicator

Bij de EU-typegoedkeuring wordt aangetoond dat de motor een signaal kan geven om de dualfuelmodusindicator te activeren wanneer de motor in die modus werkt.

1.2. Vloeibarebrandstofmodusindicator

Bij de EU-typegoedkeuring van een dualfuelmotor van type 1B, 2B of 3B wordt aangetoond dat de motor een signaal kan geven om de vloeibarebrandstofmodusindicator te activeren wanneer de motor in die modus werkt.

1.3. Servicemodusindicator

Bij de EU-typegoedkeuring wordt aangetoond dat de motor een signaal kan geven om de servicemodusindicator te activeren wanneer de motor in die modus werkt.

1.3.1. Indien de motor met een servicemodusindicator is uitgerust, volstaat het als demonstratie daarvan een servicemodusactiveringsschakelaar te activeren en aan de goedkeuringsinstantie bewijsmateriaal over te leggen waaruit blijkt dat de activering plaatsvindt wanneer de servicemodus door het motorsysteem zelf wordt aangestuurd (bv. met algoritmen, simulaties, resultaten van interne tests enz.).

2. **Waarschuwingssysteem**

Bij de EU-typegoedkeuring wordt aangetoond dat de motor een signaal kan geven om het waarschuwingssysteem te activeren wanneer de hoeveelheid gasvormige brandstof in de gastank onder het waarschuwingsniveau daalt. Daartoe mag de werkelijke hoeveelheid gasvormige brandstof worden gesimuleerd.

3. **Bruikbaarheidsbeperking**

Bij de EU-typegoedkeuring van een dualfuelmotor van type 1A of 2A wordt aangetoond dat de motor een signaal kan geven om de bruikbaarheidsbeperking te activeren bij detectie van een lege gastank en van een storing in het gastoevoersysteem. Daartoe mogen de lege gastank en de storing in het gastoevoersysteem worden gesimuleerd.

3.1. Het volstaat de demonstratie in een met het akkoord van de goedkeuringsinstantie gekozen gangbaar gebruiksgeval uit te voeren en aan die instantie bewijsmateriaal over te leggen waaruit blijkt dat de bruikbaarheidsbeperking in de andere mogelijke gebruiksgevallen plaatsvindt (bv. met algoritmen, simulaties, resultaten van interne tests enz.).

▼B

*Aanhangsel 2*

**Voorschriften betreffende de emissietestprocedure voor dualfuelmotoren**

1. **Algemeen**

Dit punt bevat de aanvullende voorschriften en uitzonderingen van deze bijlage om emissietests van dualfuelmotoren te kunnen verrichten, ongeacht of die emissies alleen uitlaatemissies zijn of ook carteremissies die overeenkomstig punt 6.10 van bijlage VI bij de uitlaatemissies worden opgeteld. Indien geen aanvullende voorschriften of uitzonderingen zijn vermeld, zijn de voorschriften van deze verordening op dezelfde wijze van toepassing op dualfuelmotoren als op andere krachtens Verordening (EU) 2016/1628 goedgekeurde motortypen of motorfamilies.

De emissietests van een dualfuelmotor worden gecompliceerd door het feit dat de door de motor gebruikte brandstof kan variëren van uitsluitend vloeibare brandstof tot een combinatie van hoofdzakelijk gasvormige brandstof met slechts een kleine hoeveelheid vloeibare brandstof als ontstekingsbron. De verhouding tussen de door een dualfuelmotor gebruikte brandstoffen kan bovendien naargelang de bedrijfsomstandigheden van de motor dynamisch veranderen. Bijgevolg zijn bijzondere voorzorgsmaatregelen en beperkingen noodzakelijk om bij die motoren emissietests te kunnen uitvoeren.

2. **Testomstandigheden**

Onderdeel 6 van bijlage VI is van toepassing.

3. **Testprocedures**

Onderdeel 7 van bijlage VI is van toepassing.

4. **Meetprocedures**

Onderdeel 8 van bijlage VI is van toepassing, behalve voor zover in dit aanhangsel anders is bepaald.

In figuur 6.6 van bijlage VI is een meetprocedure met volledigestroomverdunning voor dualfuelmotoren weergegeven.

Deze meetprocedure zorgt ervoor dat de variatie van de brandstofsamenstelling tijdens de test hoofdzakelijk de meetresultaten voor koolwaterstof zal beïnvloeden. ►**M2** Dit moet met een van de in punt 7 beschreven methoden worden gecompenseerd. ◄

De in figuur 6.7 van bijlage VI geïllustreerde meting van ruw uitlaatgas/de partiële stroom mag worden toegepast met enkele voorzorgsmaatregelen wat de methoden betreft om het uitlaatgasmassadebiet te bepalen en te berekenen.

5. **Meetapparatuur**

Onderdeel 9 van bijlage VI is van toepassing.

6. **Emissiemeting van het deeltjesaantal**

Aanhangsel 1 van bijlage VI is van toepassing.

7. **Berekening van de emissies**

De emissies worden overeenkomstig bijlage VII berekend, behalve voor zover in dit onderdeel anders is bepaald. De aanvullende voorschriften van de punten 7.1 en 7.2 zijn van toepassing op berekeningen op massabasis, respectievelijk molaire basis.

▼B

Voor de berekening van de emissies moet de samenstelling van de gebruikte brandstoffen bekend zijn. Als een gasvormige brandstof wordt geleverd met een certificaat waarin de eigenschappen van de brandstof worden gespecificeerd (bv. bij gas uit flessen), mag de door de leverancier gespecificeerde samenstelling worden gebruikt. Indien de samenstelling niet beschikbaar is (bv. bij brandstof uit pijpleidingen), wordt ten minste vóór en na uitvoering van de motoremissietest een analyse van de samenstelling verricht. Frequentere analyse is toegestaan en de resultaten daarvan worden in de berekeningen gebruikt.

Indien gebruik wordt gemaakt van de gasenergieverhouding (GER), moet deze overeenstemmen met de definitie in artikel 3, punt 2, van Verordening (EU) 2016/1628 en de specifieke bepalingen voor totale grenswaarden voor koolwaterstof (HC) voor volledig en gedeeltelijk gasvormige brandstof in bijlage II bij die verordening. De gemiddelde waarde van GER over de cyclus wordt berekend met een van de volgende methoden:

a) bij de warmstart-NRTC en de RMC wordt de som van de GER-waarden bij elk meetpunt gedeeld door het aantal meetpunten;

b) bij de NRSC met specifieke modi wordt de gemiddelde GER voor elke testmodus vermenigvuldigd met de wegingsfactor voor de desbetreffende modus, waarna de som van alle modi wordt berekend. De wegingsfactoren voor de toepasselijke cyclus worden afgelezen uit aanhangsel 1 van bijlage XVII.

7.1. Emissieberekening op massabasis

Onderdeel 2 van bijlage VII is van toepassing, behalve voor zover in dit onderdeel anders is bepaald.

7.1.1. Droog-natcorrectie

7.1.1.1. Ruw uitlaatgas

De droog-natcorrectie wordt berekend met de vergelijkingen (7-3) en (7-4) van bijlage VII.

De brandstofspecifieke parameters worden overeenkomstig punt 7.1.5 bepaald.

7.1.1.2. Verdund uitlaatgas

De droog-natcorrectie wordt berekend met vergelijking (7-3) en vergelijking (7-25) of (7-26) van bijlage VII.

Voor de droog-natcorrectie wordt de molaire waterstofverhouding $\alpha$ van de combinatie van de twee brandstoffen gebruikt. Deze molaire waterstofverhouding wordt berekend aan de hand van de meetwaarden van het verbruik van beide brandstoffen overeenkomstig punt 7.1.5.

7.1.2. $NO_x$-correctie voor vochtigheid

De in vergelijking (7-9) van bijlage VII gespecificeerde $NO_x$-vochtigheidscorrectie voor compressieontstekingsmotoren wordt toegepast.

7.1.3. Partiëlestroomverdunning (PFS) en ruwuitlaatgasmeting

7.1.3.1. Bepaling van het uitlaatgasmassadebiet

Het uitlaatgasmassadebiet wordt bepaald met een stroommeter voor ruw uitlaatgas, zoals beschreven in punt 9.4.5.3 van bijlage VI.

▼B

Als alternatief mag de methode voor het meten van de luchtstroom en de lucht-brandstofverhouding overeenkomstig de vergelijkingen (7-17) tot en met (7-19) van bijlage VII worden toegepast als de waarden voor $\alpha$, $\gamma$, $\delta$ en $\varepsilon$ overeenkomstig punt 7.1.5.3 worden bepaald. Het gebruik van een zirkoniumsensor om de lucht-brandstofverhouding te bepalen, is niet toegestaan.

Als motoren volgens de testcycli in statische toestand worden getest, mag het uitlaatgasmassadebiet alleen worden bepaald volgens de lucht- en brandstofmeetmethode overeenkomstig vergelijking (7-15) van bijlage VII.

7.1.3.2. Bepaling van de gasvormige bestanddelen

Punt 2.1 van bijlage VII is van toepassing, behalve voor zover in dit onderdeel anders is bepaald.

De mogelijke variatie van de brandstofsamenstelling beïnvloedt alle in de emissieberekeningen gebruikte $u_{gas}$-factoren en molaire verhoudingen van de bestanddelen. De $u_{gas}$-factoren en molaire verhoudingen van de bestanddelen worden naar keuze van de fabrikant op een van de volgende wijzen bepaald:

a) de momentane waarden van $u_{gas}$ kunnen met de exacte vergelijkingen in punt 2.1.5.2 of 2.2.3 van bijlage VII aan de hand van de momentane verhoudingen tussen de vloeibare en gasvormige brandstof (bepaald uit momentane metingen of berekeningen van het brandstofverbruik) worden berekend en de momentane molaire verhoudingen van de bestanddelen kunnen overeenkomstig punt 7.1.5 worden bepaald; of

b) indien voor het specifieke geval van een dualfuelmotor op gasvormige brandstof en diesel de berekening op massabasis overeenkomstig onderdeel 2 van bijlage VII wordt verricht, mogen de waarden voor de molaire verhoudingen van de bestanddelen en $u_{gas}$ uit een tabel worden afgelezen. Deze waarden worden als volgt uit de tabel afgelezen:

   i) bij motoren die tijdens de toepasselijke testcyclus met een gemiddelde gasenergieverhouding van 90 % of hoger werken (GER $\geq$ 0,9), worden de waarden voor de gasvormige brandstof gebruikt, die worden afgelezen uit tabel 7.1 of 7.2 van bijlage VII;

   ii) bij motoren die tijdens de toepasselijke testcyclus met een gemiddelde gasenergieverhouding tussen 10 en 90 % werken (0,1 < GER < 0,9), worden de waarden voor een mengsel van 50 % gasvormige brandstof en 50 % diesel representatief geacht, die worden afgelezen uit de tabellen 8.1 en 8.2;

   iii) bij motoren die tijdens de toepasselijke testcyclus met een gemiddelde gasenergieverhouding van 10 % of lager werken (GER $\leq$ 0,1), worden de waarden voor diesel gebruikt, die worden afgelezen uit tabel 7.1 of 7.2 van bijlage VII;

   iv) voor de berekening van de HC-emissies wordt in alle gevallen de $u_{gas}$-waarde van de gasvormige brandstof gebruikt, ongeacht de gemiddelde gasenergieverhouding (GER).

▼B

*Tabel 8.1*

**Molaire verhouding van de bestanddelen bij een mengsel van 50 % gasvormige brandstof en 50 % diesel (massa-%)**

| Gasvormige brandstof | 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-brandstof A | 2,1740 | 0 | 0 | 0,0038 |
| Lpg-brandstof B | 2,2402 | 0 | 0 | 0,0039 |

7.1.3.2.1. Massa per test van een gasvormige emissie

▼M2

Indien overeenkomstig punt 7.1.3.2, onder a), de exacte vergelijkingen worden gebruikt om de momentane $u_{gas}$-waarden te berekenen, wordt bij de berekening van de massa per test van een gasvormige emissie voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en de RMC, vergelijking (8-1) toegepast om in de sommatie van vergelijking (7-2) van punt 2.1.2 van bijlage VII $u_{gas}$ op te nemen:

▼B

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot k_{\text{h}} \cdot k \cdot \sum_{i=1}^{N} (u_{\text{gas},i} \cdot q_{\text{mew},i} \cdot c_{\text{gas},i}) \qquad (8\text{-}1)$$

waarbij:

$u_{gas,i}$ = momentane waarde van $u_{gas}$

De overige termen van de vergelijking zoals beschreven in punt 2.1.2 van bijlage VII.

*Tabel 8.2*

**$u_{gas}$-waarden en dichtheid van de bestanddelen van het ruwe uitlaatgas bij een mengsel van 50 % gasvormige brandstof en 50 % diesel (massa-%)**

| Gasvormige brandstof | Gas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $r_e$ | $NO_x$ | CO | HC | $CO_2$ | $O_2$ | $CH_4$ |
| | | | | $r_{gas\ [kg/m^3]}$ | | | |
| | 2,053 | 1,250 | ([a]) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 | |
| | | | | $u_{gas}$ ([b]) | | | |
| CNG/lng ([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]) Afhankelijk van de brandstof.
([b]) Bij $l$ = 2, droge lucht, 273 K, 101,3 kPa.
([c]) $u$ met een nauwkeurigheid van 0,2 % voor een massasamenstelling van: C = 58-76 %; H = 19-25 %; N = 0-14 % ($CH_4$, $G_{20}$, $G_{23}$ en $G_{25}$)
([d]) NMHC op basis van $CH_{2,93}$ (gebruik de $u_{gas}$-coëfficiënt van $CH_4$ voor totaal HC).
([e]) $u$ met een nauwkeurigheid van 0,2 % voor een massasamenstelling van: $C_3$ = 27-90 %; $C_4$ = 10-73 % (lpg brandstoffen A en B).

▼B

7.1.3.3. Deeltjesbepaling

Om de deeltjesemissies volgens de meetmethode met partiële verdunning te bepalen, worden de berekeningen overeenkomstig de vergelijkingen in punt 2.3 van bijlage VII uitgevoerd.

▼M2

De voorschriften van punt 8.2.1.2 van bijlage VI zijn van toepassing op de regeling van de verdunningsverhouding. In het bijzonder wordt anticiperende regeling op basis van de gegevens van een eerder uitgevoerde test toegepast indien de gecombineerde omzettingstijd van de uitlaatgasstroommeting en het partiëlestroomsysteem meer dan 0,3 s bedraagt. In dat geval moet de gecombineerde stijgtijd $\leq$ 1 s zijn en de gecombineerde reactietijd $\leq$ 10 s. Behalve indien het uitlaatgasmassadebiet rechtstreeks wordt gemeten, wordt dit debiet bepaald aan de hand van de overeenkomstig punt 7.1.5.3 bepaalde waarden van $\alpha$, $\gamma$, $\delta$ en $\varepsilon$.

▼B

Bij elke meting moet de kwaliteitscontrole overeenkomstig punt 8.2.1.2 van bijlage VI worden uitgevoerd.

7.1.3.4. Aanvullende voorschriften met betrekking tot de uitlaatgasmassastroommeter

►M2 De in de punten 9.4.5.3 en 9.4.5.4 van bijlage VI bedoelde stroommeter mag niet gevoelig zijn voor de wijzigingen in de samenstelling en dichtheid van het uitlaatgas. ◄ Kleine fouten bij meting via bv. een pitotbuis of opening (gelijk aan de vierkantswortel van de dichtheid van het uitlaatgas) mogen buiten beschouwing worden gelaten.

7.1.4. Meting met volledigestroomverdunning (CVS)

Punt 2.2 van bijlage VII is van toepassing, behalve voor zover in dit onderdeel anders is bepaald.

De mogelijke variatie van de brandstofsamenstelling zal hoofdzakelijk de uit de tabel afgelezen $u_{gas}$-waarde voor koolwaterstof beïnvloeden. De exacte vergelijkingen worden gebruikt om de koolwaterstofemissies te berekenen aan de hand van de molaire verhoudingen van de bestanddelen, die overeenkomstig punt 7.1.5 op grond van de metingen van het verbruik van beide brandstoffen zijn bepaald.

▼M2

7.1.4.1. Bepaling van de voor de achtergrond gecorrigeerde concentraties

▼B

Om de stoichiometrische factor te bepalen, wordt de molaire waterstofverhouding $\alpha$ van de brandstof berekend als de gemiddelde molaire waterstofverhouding van het brandstofmengsel tijdens de test overeenkomstig punt 7.1.5.3.

Als alternatief mag de $F_s$-waarde van de gasvormige brandstof in vergelijking (7-28) van bijlage VII worden gebruikt.

7.1.5. Bepaling van de molaire verhoudingen van de bestanddelen

7.1.5.1. Algemeen

Dit onderdeel wordt voor de bepaling van de molaire verhoudingen van de bestanddelen gebruikt wanneer het brandstofmengsel bekend is (exacte methode).

▼M2

7.1.5.2. Berekening van de bestanddelen van het brandstofmengsel

De vergelijkingen (8-2) tot en met (8-7) worden gebruikt om de elementaire samenstelling van het brandstofmengsel te berekenen:

▼**M2**

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8\text{-}2)$$

$$w_H = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}3)$$

$$w_C = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}4)$$

$$w_S = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}5)$$

$$w_N = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}6)$$

$$w_O = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}7)$$

waarbij:

$q_{mf1}$ = massadebiet van brandstof 1 [kg/s]

$q_{mf2}$ = massadebiet van brandstof 2 [kg/s]

$w_H$ = waterstofgehalte van brandstof [massa-%]

$w_C$ = koolstofgehalte van brandstof [massa-%]

$w_S$ = zwavelgehalte van brandstof [massa-%]

$w_N$ = stikstofgehalte van brandstof [massa-%]

$w_O$ = zuurstofgehalte van brandstof [massa-%]

7.1.5.3. Berekening van de molaire verhoudingen van H, C, S, N en O ten opzichte van C voor het brandstofmengsel

De berekening van de atoomverhoudingen (in het bijzonder de H/C-verhouding α) is gegeven in bijlage VII met behulp van de vergelijkingen (8-8) tot en met (8-11):

$$\alpha = 11{,}9164 \cdot \frac{w_H}{w_C} \quad (8\text{-}8)$$

$$\gamma = 0{,}37464 \cdot \frac{w_S}{w_C} \quad (8\text{-}9)$$

$$\delta = 0{,}85752 \cdot \frac{w_N}{w_C} \quad (8\text{-}10)$$

$$\varepsilon = 0{,}75072 \cdot \frac{w_O}{w_C} \quad (8\text{-}11)$$

waarbij:

$w_H$ = waterstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%]

$w_C$ = koolstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%]

$w_S$ = zwavelgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%]

$w_N$ = stikstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%]

$w_O$ = zuurstofgehalte van de brandstof, massafractie [g/g] of [massa-%]

α = molaire waterstofverhouding (H/C)

γ = molaire zwavelverhouding (S/C)

δ = molaire stikstofverhouding (N/C)

ε = molaire zuurstofverhouding (O/C)

voor een brandstof $CH\alpha O\varepsilon N\delta S\gamma$

▼B

7.2. Emissieberekening op molaire basis

Onderdeel 3 van bijlage VII is van toepassing, behalve voor zover in dit punt anders is bepaald.

7.2.1. $NO_x$-correctie voor vochtigheid

Er wordt gebruikgemaakt van vergelijking (7-102) van bijlage VII (correctie voor compressieontstekingsmotoren).

7.2.2. Bepaling van het uitlaatgasmassadebiet zonder stroommeter voor ruw uitlaatgas

Er wordt gebruikgemaakt van vergelijking (7-112) van bijlage VII (berekening van het molaire debiet op basis van de inlaatlucht). Uitsluitend bij de uitvoering van een NRSC-test, mag in plaats daarvan gebruik worden gemaakt van vergelijking (7-113) van bijlage VII (berekening van het molaire debiet op basis van het brandstofmassadebiet).

7.2.3. Molaire verhoudingen voor de bepaling van de gasvormige bestanddelen

Voor de bepaling van de molaire verhoudingen van de bestanddelen aan de hand van de momentane verhoudingen tussen de vloeibare en gasvormige brandstof, bepaald uit momentane metingen of berekeningen van het brandstofverbruik, wordt de exacte benadering gevolgd. ►M2 De momentane molaire verhoudingen van de bestanddelen worden in de vergelijkingen (7-88), (7-90) en (7-91) van bijlage VII ingevoerd voor de continue chemische balans. ◄

De verhoudingen worden overeenkomstig punt 7.2.3.1 of 7.1.5.3 bepaald.

Gemengde of via een leiding aangevoerde gasvormige brandstoffen kunnen significante hoeveelheden inerte bestanddelen, zoals $CO_2$ en $N_2$, bevatten. De fabrikant neemt deze inerte bestanddelen hetzij op in de, naargelang het geval, in punt 7.2.3.1. of 7.1.5.3 beschreven berekeningen van de atoomverhoudingen, hetzij sluit ze uit van de atoomverhoudingen en neemt ze op passende wijze op in de inlaatluchtparameters van de chemische balans $x_{O2int}$, $x_{CO2int}$ en $x_{H2Oint}$ in punt 3.4.3 van bijlage VII.

7.2.3.1. Bepaling van de molaire verhoudingen van de bestanddelen

De momentane molaire verhoudingen tussen het aantal waterstof-, zuurstof-, zwavel- en stikstofatomen en het aantal koolstofatomen in de gemengde brandstof voor dualfuelmotoren kunnen worden berekend met de vergelijkingen (8-12) tot en met (8-15):

$$\alpha(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{H,gas})]}{M_H \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}12)$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{O,gas})]}{M_O \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{S,liquid}}{M_S} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{S,gas}}{M_S}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{S,gas})]}{M_S \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}14)$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{N,liquid}}{M_N} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{N,gas}}{M_N}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{N,gas})]}{M_N \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}15)$$

waarbij:

$w_{i,fuel}$ = massafractie van het betrokken element, C, H, O, S of N, van vloeibare of gasvormige brandstof

▼B

$\dot{m}_{liquid}$ $(t)$= momentaan massadebiet van de vloeibare brandstof op tijdstip $t$ [kg/h]

$\dot{m}_{gas}(t)$ = momentaan massadebiet van de gasvormige brandstof op tijdstip $t$ [kg/h]

▼M2

Indien het uitlaatgasmassadebiet aan de hand van het brandstofmengsel wordt berekend, wordt $w_C$ in vergelijking (7-113) van bijlage VII berekend met vergelijking (8-16):

▼B

$$w_{C} = \frac{\dot{m}_{liquid} \times w_{C,liquid} + \dot{m}_{gas} \times w_{C,gas}}{\dot{m}_{liquid} + \dot{m}_{gas}} \quad (8\text{-}16)$$

waarbij:

$w_C$ = massafractie koolstof in diesel of gasvormige brandstof

$\dot{m}_{liquid}$ = massadebiet van de vloeibare brandstof [kg/h]

$\dot{m}_{gas}$ = massadebiet van de gasvormige brandstof [kg/h]

7.3. $CO_2$-bepaling

Bijlage VII is van toepassing, tenzij de motor volgens een transiënte testcyclus (NRTC en LSI-NRTC) of de RMC wordt getest waarbij ruw uitlaatgas wordt bemonsterd.

7.3.1 $CO_2$-bepaling bij transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) of de RMC met bemonstering van ruw uitlaatgas

De $CO_2$-emissies worden niet overeenkomstig bijlage VII berekend aan de hand van $CO_2$-meting in het uitlaatgas. In plaats daarvan zijn de volgende bepalingen van toepassing:

Het gemeten gemiddelde brandstofverbruik tijdens de test wordt bepaald aan de hand van de som van de momentane waarden over de cyclus en dient als basis voor de berekening van de gemiddelde $CO_2$-emissies tijdens de test.

De massa van elke verbruikte brandstof wordt gebruikt om overeenkomstig onderdeel 7.1.5 de molaire waterstofverhouding en de massafracties van het brandstofmengsel tijdens de test te bepalen.

De totale gecorrigeerde brandstofmassa van beide brandstoffen $m_{fuel,corr}$ [g/test] en de van de brandstof afkomstige $CO_2$-massa-emissie $m_{CO2,\ fuel}$ [g/test] worden bepaald met de vergelijkingen (8-17) en (8-18).

$$m_{\text{fuel,corr}} = m_{\text{fuel}} - \left( m_{\text{THC}} + \frac{A_{\text{C}} + a \cdot A_{\text{H}}}{M_{\text{CO}}} x m_{\text{CO}} + \frac{W_{GAM} + W_{DEL} + W_{\text{EPS}}}{100} \cdot m_{\text{fuel}} \right) \quad (8\text{-}17)$$

$$m_{\text{CO}_2\text{fuel}} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{A_{\text{C}} + a + A_{\text{H}}} \cdot m_{\text{fuel,corr}} \quad (8\text{-}18)$$

waarbij:

$m_{fuel}$ = totale brandstofmassa van beide brandstoffen [g/test]

$m_{THC}$ = massa van de totale koolwaterstofemissies in het uitlaatgas [g/test]

$m_{CO}$ = massa van de koolstofmonoxide-emissies in het uitlaatgas [g/test]

$w_{GAM}$ = zwavelgehalte van de brandstoffen [massa- %]

▼B

$w_{DEL}$ = stikstofgehalte van de brandstoffen [massa- %]

$w_{EPS}$ = zuurstofgehalte van de brandstoffen [massa- %]

α = molaire waterstofverhouding van de brandstoffen (H/C) [-]

$A_C$ = atoommassa van koolstof: 12,011 [g/mol]

$A_H$ = atoommassa van waterstof: 1,0079 [g/mol]

$M_{CO}$ = moleculaire massa van koolstofmonoxide: 28,011 [g/mol]

$M_{CO2}$ = moleculaire massa van koolstofdioxide: 44,01 [g/mol]

De door ureum veroorzaakte $CO_2$-emissie $m_{CO2,urea}$ [g/test] wordt berekend met vergelijking (8-19):

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (8\text{-}19)$$

waarbij:

$c_{urea}$ = ureumconcentratie [ %]

$m_{urea}$ = totaal ureummassaverbruik [g/test]

$M_{CO(NH2)2}$ = moleculaire massa van ureum: 60,056 [g/mol]

Vervolgens wordt de totale $CO_2$-emissie $m_{CO2}$ [g/test] berekend met vergelijking (8-20):

$$m_{CO2} = m_{CO2,fuel} + m_{CO2,urea} \quad (8\text{-}20)$$

De met vergelijking (8-20) berekende totale $CO_2$-emissie wordt gebruikt in de berekening van de specifieke $CO_2$-emissies $e_{CO2}$ [g/kWh] in onderdeel 2.4.1.1 of 3.8.1.1 van bijlage VII. In voorkomend geval wordt overeenkomstig aanhangsel 3 van bijlage IX gecorrigeerd voor de door de $CO_2$ in de gasvormige brandstof veroorzaakte $CO_2$ in het uitlaatgas.

▼B

*Aanhangsel 3*

**Typen dualfuelmotoren op aardgas/biomethaan of lpg en een vloeibare brandstof — illustratie van de definities en belangrijkste voorschriften**

| Dualfuel-type | $GER_{cycle}$ | Stationair draaien op vloeibare brandstof | Warmlopen op vloeibare brandstof | Werking op uitsluitend vloeibare brandstof | Werking zonder gas | Opmerkingen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1A | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ of $GER_{NRSC,} \geq 0{,}9$ | NIET toegestaan | Alleen toegestaan in servicemodus | Alleen toegestaan in servicemodus | Servicemodus | |
| 1B | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ of $GER_{NRSC} \geq 0{,}9$ | Alleen toegestaan in vloeibare-brandstofmodus | Alleen toegestaan in vloeibare-brandstofmodus | Alleen toegestaan in vloeibare-brandstof- en servicemodus | Vloeibare-brandstofmodus | |
| 2A | $0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$ of $0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$ | Toegestaan | Alleen toegestaan in servicemodus | Alleen toegestaan in servicemodus | Servicemodus | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ of $GER_{NRSC} \geq 0{,}9$ toegestaan |
| 2B | $0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$ of $0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$ | Toegestaan | Toegestaan | Toegestaan | Vloeibare-brandstofmodus | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ of $GER_{NRSC} \geq 0{,}9$ toegestaan |
| 3A | Niet gedefinieerd en ook niet toegestaan | | | | | |
| 3B | $GER_{NRTC,\ hot} \leq 0{,}1$ of $GER_{NRSC} \leq 0{,}1$ | Toegestaan | Toegestaan | Toegestaan | Vloeibare-brandstofmodus | |

▼B

*BIJLAGE IX*

**Referentiebrandstoffen**

1. **Technische gegevens van brandstoffen voor het testen van compressieontstekingsmotoren**

1.1. Type: Diesel (gasolie voor niet voor de weg bestemde mobiele machines)

| Parameter | Eenheid | Grenswaarden (1) | | Testmethode |
|---|---|---|---|---|
| | | minimum | maximum | |
| Cetaangetal (2) | | 45 | 56,0 | EN-ISO 5165 |
| Dichtheid bij 15 °C | $kg/m^3$ | 833 | 865 | EN-ISO 3675 |
| Destillatie: | | | | |
| 50 %-punt | °C | 245 | — | EN-ISO 3405 |
| 95 %-punt | °C | 345 | 350 | EN-ISO 3405 |
| — - Eindkookpunt | °C | — | 370 | EN-ISO 3405 |
| Vlampunt | °C | 55 | — | EN 22719 |
| CFPP (koudfilterpunt) | °C | — | - 5 | EN 116 |
| Viscositeit bij 40 °C | $mm^2/s$ | 2,3 | 3,3 | EN-ISO 3104 |
| Polycyclische aromatische koolwaterstoffen | % m/m | 2,0 | 6,0 | IP 391 |
| Zwavelgehalte (3) | mg/kg | — | 10 | ASTM D 5453 |
| Kopercorrosie | | — | klasse 1 | EN-ISO 2160 |
| Conradson-koolstofresidu (10 %-destillatieresidu) | % m/m | — | 0,2 | EN-ISO 10370 |
| Asgehalte | % m/m | — | 0,01 | EN-ISO 6245 |
| Totale verontreiniging | mg/kg | — | 24 | EN 12662 |
| Watergehalte | % m/m | — | 0,02 | EN-ISO 12937 |
| Neutraliseringsgetal (sterk zuur) | mg KOH/g | — | 0,10 | ASTM D 974 |
| Oxidatiebestendigheid (3) | mg/ml | — | 0 025 | EN-ISO 12205 |
| Smeercapaciteit (diameter slijtvlak volgens HFRR, bij 60 °C) | µm | — | 400 | CEC F-06-A-96 |
| Oxidatiebestendigheid bij 110 °C (3) | H | 20,0 | — | EN 15751 |
| FAME | % v/v | — | 7,0 | EN 14078 |

(1) De in de specificaties vermelde waarden zijn „werkelijke waarden”. Bij het vaststellen van de grenswaarden zijn de bepalingen van ISO 4259 „Aardolieproducten — Bepaling en toepassing van gegevens over de precisie van beproevingsmethoden” toegepast en bij het vaststellen van een minimumwaarde is een minimumverschil van 2R boven nul in aanmerking genomen; bij het vaststellen van een maximum- en minimumwaarde bedraagt het minimumverschil 4R (R = reproduceerbaarheid).
Niettegenstaande deze maatregel, die om technische redenen noodzakelijk is, moet de brandstoffabrikant er toch naar streven een nulwaarde te verkrijgen indien de vastgestelde maximumwaarde 2R bedraagt, en de gemiddelde waarde te verkrijgen indien maximum- en minimumgrenswaarden zijn opgegeven. Indien moet worden nagegaan of een brandstof al dan niet aan de specificaties voldoet, moet ISO 4259 worden toegepast.

(2) Het cetaanbereik komt niet overeen met het voorschrift van een minimumbereik van 4R. Bij een geschil tussen brandstofleverancier en brandstofgebruiker mogen de bepalingen van ISO 4259 evenwel worden toegepast om dat geschil op te lossen, mits er bij voorkeur niet één meting, maar herhaalde metingen worden verricht in voldoende aantal om de vereiste precisie te bereiken.

(3) Ook al wordt de oxidatiebestendigheid geregeld, de opslagtijd zal waarschijnlijk beperkt zijn. De leverancier moet om advies worden gevraagd over de omstandigheden en de duur van de opslag.

▼B

1.2. Type: Ethanol voor brandstofspecifieke compressieontstekingsmotoren (ED95)([1])

| Parameter | Eenheid | Grenswaarden ([2]) | | Testmethode ([3]) |
|---|---|---|---|---|
| | | minimum | maximum | |
| Totaal alcohol (ethanol inclusief gehalte aan hogere verzadigde alcoholen) | % m/m | 92,4 | | EN 15721 |
| Overige hogere verzadigde monoalcoholen ($C_3$-$C_5$) | % m/m | | 2,0 | EN 15721 |
| Methanol | % m/m | | 0,3 | EN 15721 |
| Dichtheid 15 °C | kg/m$^3$ | 793,0 | 815,0 | EN ISO 12185 |
| Zuurgraad, berekend als azijnzuur | % m/m | | 0,0025 | EN 15491 |
| Uiterlijk | | Helder en klaar | | |
| Vlampunt | °C | 10 | | EN 3679 |
| Droog residu | mg/kg | | 15 | EN 15691 |
| Watergehalte | % m/m | | 6,5 | ISO 15489 ([4]) EN-ISO 12937 EN 15692 |
| Aldehyden, berekend als acetaldehyde | % m/m | | 0,0050 | ISO 1388-4 |
| Esters berekend als ethylacetaat | % m/m | | 0,1 | ASTM D1617 |
| Zwavelgehalte | mg/kg | | 10,0 | EN 15485 EN 15486 |
| Sulfaten | mg/kg | | 4,0 | EN 15492 |
| Deeltjesverontreiniging | mg/kg | | 24 | EN 12662 |
| Fosfor | mg/l | | 0,20 | EN 15487 |
| Anorganische chloride | mg/kg | | 1,0 | EN 15484 of EN 15492 |
| Koper | mg/kg | | 0,100 | EN 15488 |
| Elektrische geleidbaarheid | µS/cm | | 2,50 | DIN 51627-4 of prEN 15938 |

*Noten:*

([1]) Aan de ethanolbrandstof mogen additieven, zoals cetaanverbeteraar zoals gespecificeerd door de fabrikant van de motor, worden toegevoegd mits er geen negatieve bijwerkingen bekend zijn. Indien aan deze voorwaarden wordt voldaan, bedraagt de maximumhoeveelheid 10 % m/m.

([2]) De in de specificaties vermelde waarden zijn „werkelijke waarden”. De grenswaarden zijn vastgesteld aan de hand van ISO 4259, Aardolieproducten — Bepaling en toepassing van gegevens over de precisie van beproevingsmethoden, terwijl voor het vastleggen van een minimumwaarde rekening is gehouden met een minimumverschil van 2R boven nul; bij het vaststellen van een maximum- en minimumwaarde bedraagt het minimumverschil 4R (R = reproduceerbaarheid). Niettegenstaande deze maatregel, die om technische redenen noodzakelijk is, moet de brandstoffabrikant er toch naar streven een nulwaarde te verkrijgen indien de vastgestelde maximumwaarde 2R bedraagt, en de gemiddelde waarde te verkrijgen indien maximum- en minimumgrenswaarden zijn opgegeven. Indien moet worden nagegaan of een brandstof al dan niet aan de specificatievoorschriften voldoet, moet ISO 4259 worden toegepast.

([3]) Voor bovenstaande eigenschappen zullen equivalente EN/ISO-methoden worden toegepast zodra deze zijn bekendgemaakt.

([4]) Indien moet worden nagegaan of een brandstof al dan niet aan de specificatievoorschriften voldoet, moet EN 15489 worden toegepast.

▼B

2. **Technische gegevens van brandstoffen voor het testen van motoren met elektrische ontsteking**

2.1. Type: Benzine (E10)

| Parameter | Eenheid | Grenswaarden (1) | | Testmethode (2) |
|---|---|---|---|---|
| | | minimum | maximum | |
| Researchoctaangetal, RON | | 91,0 | 98,0 | EN ISO 5164: 2005 (3) |
| Motoroctaangetal, MON | | 83,0 | 89,0 | EN ISO 5163: 2005 (3) |
| Dichtheid bij 15 °C | kg/m$^3$ | 743 | 756 | EN ISO 3675<br>EN ISO 12185 |
| Dampdruk | kPa | 45,0 | 60,0 | EN ISO 13016-1 (DVPE) |
| Watergehalte | | | Max. 0,05 % v/v<br>Uiterlijk bij — 7 °C: klaar en helder | EN 12937 |
| Destillatie: | | | | |
| — verdampt bij 70 °C | % v/v | 18,0 | 46,0 | EN-ISO 3405 |
| — verdampt bij 100 °C | % v/v | 46,0 | 62,0 | EN-ISO 3405 |
| — verdampt bij 150 °C | % v/v | 75,0 | 94,0 | EN-ISO 3405 |
| — eindkookpunt | °C | 170 | 210 | EN-ISO 3405 |
| Residu | % v/v | — | 2,0 | EN-ISO 3405 |
| Koolwaterstoffenanalyse: | | | | |
| — alkenen | % v/v | 3,0 | 18,0 | EN 14517<br>EN 15553 |
| — aromaten | % v/v | 19,5 | 35,0 | EN 14517<br>EN 15553 |
| — benzeen | % v/v | — | 1,0 | EN 12177<br>EN 238, EN 14517 |
| — verzadigde koolwaterstoffen | % v/v | Te rapporteren | | EN 14517<br>EN 15553 |
| Koolstof-waterstofverhouding | | Te rapporteren | | |
| Koolstof-zuurstofverhouding | | Te rapporteren | | |
| Inductieperiode (4) | minuten | 480 | | EN-ISO 7536 |
| Zuurstofgehalte (5) | % m/m | 3,3 (8) | 3,7 | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517 |
| Aanwezige gom | mg/ml | — | 0,04 | EN-ISO 6246 |

▼B

| Parameter | Eenheid | Grenswaarden (1) | | Testmethode (2) |
|---|---|---|---|---|
| | | minimum | maximum | |
| Zwavelgehalte (6) | mg/kg | — | 10 | EN ISO 20846<br>EN ISO 20884 |
| Kopercorrosie (3 h bij 50 °C) | indeling | — | Klasse 1 | EN-ISO 2160 |
| Loodgehalte | mg/l | — | 5 | EN 237 |
| Fosforgehalte (7) | mg/l | — | 1,3 | ASTM D 3231 |
| Ethanol (4) | % v/v | 9,0 (8) | 10,2 (8) | EN 22854 |

*Noten:*

(1) De in de specificaties vermelde waarden zijn „werkelijke waarden". De grenswaarden zijn vastgesteld aan de hand van ISO 4259, Aardolieproducten — Bepaling en toepassing van gegevens over de precisie van beproevingsmethoden, terwijl voor het vastleggen van een minimumwaarde rekening is gehouden met een minimumverschil van 2R boven nul; bij het vaststellen van een maximum- en minimumwaarde bedraagt het minimumverschil 4R (R = reproduceerbaarheid). Niettegenstaande deze maatregel, die om technische redenen noodzakelijk is, moet de brandstoffabrikant er toch naar streven een nulwaarde te verkrijgen indien de vastgestelde maximumwaarde 2R bedraagt, en de gemiddelde waarde te verkrijgen indien maximum- en minimumgrenswaarden zijn opgegeven. Indien moet worden nagegaan of een brandstof al dan niet aan de specificatievoorschriften voldoet, moet ISO 4259 worden toegepast.

(2) Voor bovenstaande eigenschappen zullen equivalente EN/ISO-methoden worden toegepast zodra deze zijn bekendgemaakt.

(3) Voor de berekening van het eindresultaat moet overeenkomstig EN 228:2008 voor MON en RON een correctiefactor van 0,2 worden afgetrokken.

(4) De brandstof mag oxidatieremmers en metaaldeactivatoren bevatten die gewoonlijk worden gebruikt om raffinaderijbenzine te stabiliseren, maar detergente/dispersieve additieven en oplosolie mogen niet worden gebruikt.

(5) Ethanol die aan de specificatie van EN 15376 voldoet, is de enige zuurstofhoudende verbinding die opzettelijk aan de referentiebrandstof mag worden toegevoegd.

(6) Het reële zwavelgehalte van de voor de test van type 1 gebruikte brandstof moet worden gerapporteerd.

(7) Fosfor-, ijzer-, mangaan- of loodhoudende verbindingen mogen niet opzettelijk aan deze referentiebrandstof worden toegevoegd.

(8) Bij motoren van categorie SMB mogen het ethanolgehalte en het overeenkomstige zuurstofgehalte naar keuze van de fabrikant nul bedragen. In dat geval worden alle tests voor de motorfamilie, of het motortype als er geen motorfamilie is, uitgevoerd met benzine met een ethanolgehalte van nul.

2.2. Type: Ethanol (E85)

| Parameter | Eenheid | Grenswaarden (1) | | Testmethode |
|---|---|---|---|---|
| | | minimum | maximum | |
| Researchoctaangetal, RON | | 95,0 | — | EN ISO 5164 |
| Motoroctaangetal, MON | | 85,0 | — | EN ISO 5163 |
| Dichtheid bij 15 °C | $kg/m^3$ | Te rapporteren | | ISO 3675 |
| Dampdruk | kPa | 40,0 | 60,0 | EN ISO 13016-1 (DVPE) |
| Zwavelgehalte (2) | mg/kg | — | 10 | EN 15485 of EN 15486 |
| Oxidatiebestendigheid | minuten | 360 | | EN ISO 7536 |
| Hoeveelheid aanwezige gom (met solvent gewassen) | mg/100 ml | — | 5 | EN-ISO 6246 |
| Uiterlijk<br>Te bepalen bij omgevingstemperatuur of 15 °C (de hoogste temperatuur is van toepassing) | | klaar en helder, zichtbaar vrij van zwevende of bezonken verontreinigende stoffen | | Visuele inspectie |

▼B

| Parameter | Eenheid | Grenswaarden (1) | | Testmethode |
|---|---|---|---|---|
| | | minimum | maximum | |
| Ethanol en hogere alcoholen (3) | % v/v | 83 | 85 | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517<br>E DIN 51627-3 |
| Hogere alcoholen ($C_3$-$C_8$) | % v/v | — | 2,0 | E DIN 51627-3 |
| Methanol | % v/v | | 1,00 | E DIN 51627-3 |
| Benzine (4) | % v/v | Rest | | EN 228 |
| Fosfor | mg/l | 0,20 (5) | | EN 15487 |
| Watergehalte | % v/v | | 0,300 | EN 15489 of EN 15692 |
| Gehalte anorganische chloriden | mg/l | | 1 | EN 15492 |
| pHe | | 6,5 | 9,0 | EN 15490 |
| Koperstripcorrosie (3 h bij 50 °C) | indeling | Klasse 1 | | EN ISO 2160 |
| Zuurgraad (als azijnzuur $CH_3COOH$) | % m/m (mg/l) | — | 0,0050 (40) | EN 15491 |
| Elektrische geleidbaarheid | µS/cm | 1,5 | | DIN 51627-4 of prEN 15938 |
| Koolstof-waterstofverhouding | | Te rapporteren | | |
| Koolstof-zuurstofverhouding | | Te rapporteren | | |

*Noten:*

(1) De in de specificaties vermelde waarden zijn „werkelijke waarden". De grenswaarden zijn vastgesteld aan de hand van ISO 4259, Aardolieproducten — Bepaling en toepassing van gegevens over de precisie van beproevingsmethoden, terwijl voor het vastleggen van een minimumwaarde rekening is gehouden met een minimumverschil van 2R boven nul; bij het vaststellen van een maximum- en minimumwaarde bedraagt het minimumverschil 4R (R = reproduceerbaarheid). Niettegenstaande deze maatregel, die om technische redenen noodzakelijk is, moet de brandstoffabrikant er toch naar streven een nulwaarde te verkrijgen indien de vastgestelde maximumwaarde 2R bedraagt, en de gemiddelde waarde te verkrijgen indien maximum- en minimumgrenswaarden zijn opgegeven. Indien moet worden nagegaan of een brandstof al dan niet aan de specificatievoorschriften voldoet, moet ISO 4259 worden toegepast.

(2) Het reële zwavelgehalte van de voor de emissietests gebruikte brandstof moet worden gerapporteerd.

(3) Ethanol die aan de specificatie van EN 15376 voldoet, is de enige zuurstofhoudende verbinding die opzettelijk aan deze referentiebrandstof mag worden toegevoegd.

(4) Het gehalte aan loodvrije benzine kan worden bepaald als 100 min de som van het percentage water, alcoholen, MTBE en ETBE.

(5) Fosfor-, ijzer-, mangaan- of loodhoudende verbindingen mogen niet opzettelijk aan deze referentiebrandstof worden toegevoegd.

3. **Technische gegevens van gasvormige brandstoffen voor single- en dualfuelmotoren**

3.1. Type: Lpg

| Parameter | Eenheid | Brandstof A | Brandstof B | Testmethode |
|---|---|---|---|---|
| Samenstelling: | | | | EN 27941 |
| $C_3$-gehalte | % v/v | 30 ± 2 | 85 ± 2 | |
| $C_4$-gehalte | % v/v | Rest (1) | Rest (1) | |
| $< C_3$, $> C_4$ | % v/v | Maximaal 2 | Maximaal 2 | |

▼B

| Parameter | Eenheid | Brandstof A | Brandstof B | Testmethode |
|---|---|---|---|---|
| Alkenen | % v/v | Maximaal 12 | Maximaal 15 | |
| Verdampingsresidu | mg/kg | Maximaal 50 | Maximaal 50 | EN 15470 |
| Water bij 0 °C | | Vrij | Vrij | EN 15469 |
| Totaal zwavelgehalte inclusief reukstof | mg/kg | Maximaal 10 | Maximaal 10 | EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667 |
| Waterstofsulfide | | Geen | Geen | EN ISO 8819 |
| Koperstripcorrosie(1 h bij 40 °C) | indeling | Klasse 1 | Klasse 1 | ISO 6251 (2) |
| Geur | | Kenmerkend | Kenmerkend | |
| Motoroctaangetal (3) | | Minimaal 89,0 | Minimaal 89,0 | EN 589, bijlage B |

*Noten:*

(1) Hierbij geldt: rest = 100 — $C_3$ — < $C_3$ — > $C_4$.
(2) Indien het monster corrosieremmers of andere chemische stoffen bevat die de corrosiviteit van het monster op de koperstrip verminderen, kan de aanwezigheid van corrosieve stoffen met deze methode niet altijd nauwkeurig worden bepaald. Het is dan ook verboden dergelijke stoffen toe te voegen met als enig doel de test te beïnvloeden.
(3) Op verzoek van de fabrikant van de motor kan een hoger MON worden gebruikt om de typegoedkeuringstests uit te voeren.

3.2. Type: Aardgas/biomethaan

3.2.1. Specificatie voor referentiebrandstoffen die met vaste eigenschappen worden geleverd (bv. in een gesloten houder)

In plaats van de in dit punt beschreven referentiebrandstoffen mogen de in punt 3.2.2 beschreven gelijkwaardige brandstoffen worden gebruikt.

| Kenmerken | Eenheden | Basis | Grenswaarden | | Testmethode |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | minimum | maximum | |
| **Referentiebrandstof $G_R$** | | | | | |
| Samenstelling: | | | | | |
| Methaan | | 87 | 84 | 89 | |
| Ethaan | | 13 | 11 | 15 | |
| Rest (1) | mol-% | — | — | 1 | ISO 6974 |
| Zwavelgehalte | $mg/m^3$(2) | — | | 10 | ISO 6326-5 |

*Noten:*

(1) Inerte gassen + $C_{2+}$.
(2) Waarde te bepalen onder standaardomstandigheden (293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Referentiebrandstof $G_{23}$** | | | | | |
| Samenstelling: | | | | | |
| Methaan | | 92,5 | 91,5 | 93,5 | |
| Rest (1) | mol-% | — | — | 1 | ISO 6974 |
| $N_2$ | mol-% | 7,5 | 6,5 | 8,5 | |

▼B

| Kenmerken | Eenheden | Basis | Grenswaarden | | Testmethode |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | minimum | maximum | |
| Zwavelgehalte | $mg/m^3$ (2) | — | — | 10 | ISO 6326-5 |

*Noten:*
(1) Inerte gassen (andere dan $N_2$) + $C_2$+ $C_{2+}$.
(2) Waarde te bepalen bij 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.

**Referentiebrandstof $G_{25}$**

| Samenstelling: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Methaan | mol-% | 86 | 84 | 88 | |
| Rest (1) | mol-% | — | — | 1 | ISO 6974 |
| $N_2$ | mol-% | 14 | 12 | 16 | |
| Zwavelgehalte | $mg/m^3$ (2) | — | — | 10 | ISO 6326-5 |

*Noten:*
(1) Inerte gassen (andere dan $N_2$) + $C_2$+ $C_{2+}$.
(2) Waarde te bepalen bij 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.

**Referentiebrandstof $G_{20}$**

| Samenstelling: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Methaan | mol-% | 100 | 99 | 100 | ISO 6974 |
| Rest (1) | mol-% | — | — | 1 | ISO 6974 |
| $N_2$ | mol-% | | | | ISO 6974 |
| Zwavelgehalte | $mg/m^3$ (2) | — | — | 10 | ISO 6326-5 |
| Wobbe-index (netto) | $MJ/m^3$ (3) | 48,2 | 47,2 | 49,2 | |

(1) Inerte gassen (andere dan $N_2$) + $C_2$+ $C_{2+}$.
(2) Waarde te bepalen bij 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.
(3) Waarde te bepalen bij 273,2 K (0 °C) en 101,3 kPa.

3.2.2. Specificatie voor via een pijpleiding geleverde referentiebrandstof met toevoeging van andere gassen, waarvan de gaskenmerken door meting ter plaatse worden bepaald

In plaats van de in dit punt beschreven referentiebrandstoffen mogen de in punt 3.2.1 beschreven gelijkwaardige referentiebrandstoffen worden gebruikt.

3.2.2.1. De basis van elk pijpleidingreferentiegas ($G_R$, $G_{20}$ …) wordt gevormd door gas uit een nutsgasdistributienet, dat zo nodig met een additief van een of meer van de volgende in de handel beschikbare gassen (1) wordt gemengd om aan de in tabel 9.1 gespecificeerde lambdaverschuivingsfactor ($S_\lambda$) te voldoen:

a) koolstofdioxide;

b) ethaan;

c) methaan;

d) stikstof;

e) propaan.

(1) Het is niet noodzakelijk hiervoor kalibratiegas te gebruiken.

▼B

3.2.2.2. De $S_\lambda$-waarde van het resulterende mengsel van leidinggas en additieve gassen moet binnen het in tabel 9.1 gespecificeerde bereik voor de gespecificeerde referentiebrandstof liggen.

*Tabel 9.1*

**Voorgeschreven $S_\lambda$-bereik voor elke referentiebrandstof**

| Referentiebrandstof | Minimale $S_\lambda$ | Maximale $S_\lambda$ |
|---|---|---|
| $G_R$ (1) | 0,87 | 0,95 |
| $G_{20}$ | 0,97 | 1,03 |
| $G_{23}$ | 1,05 | 1,10 |
| $G_{25}$ | 1,12 | 1,20 |

(1) De motor moet niet worden getest met een gasmengsel met een methaangetal (MN) van minder dan 70. Indien het voorgeschreven $S_\lambda$-bereik voor $G_R$ resulteert in een MN van minder dan 70, mag de $S_\lambda$-waarde voor $G_R$ zo nodig worden aangepast totdat een MN-waarde van ten minste 70 wordt bereikt.

3.2.2.3. In het motortestrapport voor elke uitgevoerde test wordt het volgende opgenomen:

a) het additieve gas of de additieve gassen, gekozen uit de lijst in punt 3.2.2.1;

b) de $S_\lambda$-waarde voor het resulterende brandstofmengsel;

c) het methaangetal (MN) voor het resulterende brandstofmengsel.

3.2.2.4. Er moet worden voldaan aan de voorschriften van de aanhangsels 1 en 2 ten aanzien van de bepaling van de kenmerken van het leidinggas en de additieve gassen, de bepaling van de waarde van $S_\lambda$ en MN voor het resulterende gasmengsel en de verificatie dat het mengsel tijdens de test wordt gehandhaafd.

3.2.2.5. Indien een of meer gasstromen (leidinggas of additief gas/additieve gassen) een niet-verwaarloosbaar gehalte $CO_2$ bevatten, worden de overeenkomstig bijlage VII berekende specifieke $CO_2$-emissies volgens aanhangsel 3 gecorrigeerd.

▼B

*Aanhangsel 1*

**Aanvullende voorschriften voor de uitvoering van emissietests met gasvormige referentiebrandstoffen die leidinggas en additieve andere gassen bevatten**

1. **Methode voor gasanalyse en gasstroommeting**

1.1. Voor de doeleinden van dit aanhangsel wordt de samenstelling van het gas indien nodig bepaald door middel van gaschromatografie volgens EN ISO 6974 of met een alternatieve techniek die ten minste eenzelfde niveau van nauwkeurigheid en herhaalbaarheid waarborgt.

1.2. Voor de doeleinden van dit aanhangsel wordt de gasstroom indien nodig gemeten met een op massa gebaseerde stroommeter.

2. **Analyse en debiet van inkomend nutsgas**

2.1. De samenstelling van het nutsgas wordt vóór het additiefmengsysteem geanalyseerd.

2.2. Het debiet van het nutsgas dat het additiefmengsysteem instroomt, wordt gemeten.

3. **Analyse en debiet van additieven**

3.1. Wanneer voor een additief een geldig analysecertificaat beschikbaar is (bv. afgegeven door de gasleverancier), mag de samenstelling van het mengsel daaraan worden ontleend. In dat geval mag de samenstelling van het additief ter plaatse worden geanalyseerd, maar is dit niet vereist.

3.2. Indien voor een additief geen geldig analysecertificaat beschikbaar is, moet de samenstelling ervan worden geanalyseerd.

3.3. Het debiet van elk additief dat het additiefmengsysteem instroomt, wordt gemeten.

4. **Analyse van het gasmengsel**

4.1. Ter aanvulling of in plaats van de in de punten 2.1 en 3.1 voorgeschreven analyses, mag ook de samenstelling worden geanalyseerd van het gas dat uit het additiefmengsysteem naar de motor wordt gevoerd, maar dit is niet verplicht.

5. **Berekening van $S_\lambda$ en MN van het gasmengsel**

5.1. De resultaten van de gasanalyses overeenkomstig punt 2.1 en punt 3.1 of 3.2, en in voorkomend geval punt 4.1, worden in combinatie met de overeenkomstig de punten 2.2 en 3.3 gemeten gasmassadebieten gebruikt voor de MN-berekening volgens EN 16726:2015. Dezelfde gegevensreeks wordt gebruikt voor de berekening van $S_\lambda$ volgens de in aanhangsel 2 beschreven procedure.

6. **Regeling en verificatie van het gasmengsel tijdens de test**

6.1 Tijdens de test wordt het gasmengsel geregeld en geverifieerd met een beheersingssysteem met open of gesloten circuit.

6.2 Mengregelsysteem met open circuit

6.2.1 In dit geval worden de in de punten 1, 2, 3 en 4 beschreven gasanalyses, stroommetingen en berekeningen voorafgaand aan de emissietest uitgevoerd.

6.2.2 De verhouding tussen het nutsgas en het additief of de additieven wordt zodanig geregeld dat $S_\lambda$ binnen het in tabel 9.1 vermelde toegestane bereik voor de betrokken referentiebrandstof ligt.

▼B

6.2.3 Nadat de relatieve verhoudingen zijn ingesteld, worden zij gedurende de emissietest gehandhaafd. De afzonderlijke debieten mogen worden bijgesteld om de relatieve verhoudingen te handhaven.

6.2.4 Na voltooiing van de emissietest worden de in de punten 2, 3 en 4 en 5 beschreven analyses van de gassamenstelling, stroommetingen en berekeningen herhaald. Een test is alleen geldig als de waarde van $S_\lambda$ binnen het in tabel 9.1 vermelde bereik voor de betrokken referentiebrandstof blijft liggen.

6.3 Mengregelsysteem met gesloten circuit

6.3.1 In dit geval worden de in de punten 2, 3, 4 en 5 beschreven analyses van de gassamenstelling, stroommetingen en berekeningen met tussenpozen tijdens de emissietest uitgevoerd. Bij de keuze van de intervallen wordt rekening gehouden met de frequentiecapaciteit van de gaschromatograaf en het bijbehorende rekensysteem.

6.3.2 De resultaten van de periodieke metingen en berekeningen worden gebruikt om de relatieve verhoudingen van het nutsgas en de additieven bij te stellen om ervoor te zorgen dat de $S_\lambda$-waarde binnen het in tabel 9.1 vermelde bereik voor de betrokken referentiebrandstof blijft liggen. De frequentie van de bijstelling mag niet hoger zijn dan de meetfrequentie.

6.3.3 Een test is alleen geldig als de $S_\lambda$-waarde op ten minste 90 % van de meetpunten binnen het in tabel 9.1 vermelde bereik voor de betrokken referentiebrandstof ligt.

▼B

*Aanhangsel 2*

**Berekening van de λ-verschuivingsfactor ($S_\lambda$)**

1. **Berekening**

De λ-verschuivingsfactor ($S_\lambda$) ([1]) wordt berekend met vergelijking (9-1):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O^*_2}{100}} \qquad (9\text{-}1)$$

waarbij:

$S_\lambda$ = λ-verschuivingsfactor

inert % = vol.- % van de inerte gassen in de brandstof (d.w.z. $N_2$, $CO_2$, He enz.);

$O^*_2$ = vol.- % van de oorspronkelijke zuurstof in de brandstof;

n en m = gemiddelde $C_nH_m$ van de koolwaterstoffen in de brandstof, d.w.z.:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} + ..\right]\right]\right]}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} \qquad (9\text{-}2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} + ..\right]\right]}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} \qquad (9\text{-}3)$$

waarbij:

$CH_4$ = vol.- % methaan in de brandstof

$C_2$ = vol.- % van alle $C_2$-koolwaterstoffen (bv. $C_2H_6$, $C_2H_4$ enz.) in de brandstof

$C_3$ = vol.- % van alle $C_3$-koolwaterstoffen (bv. $C_3H_8$, $C_3H_6$ enz.) in de brandstof

$C_4$ = vol.- % van alle $C_4$-koolwaterstoffen (bv. $C_4H_{10}$, $C_4H_8$ enz.) in de brandstof

$C_5$ = vol.- % van alle $C_5$-koolwaterstoffen (bv. $C_5H_{12}$, $C_5H_{10}$ enz.) in de brandstof

diluent = vol.- % van de verdunningsgassen in de brandstof (d.w.z. $O_2$*, $N_2$, $CO_2$, He enz.)

2. **Voorbeelden van de berekening van de λ-verschuivingsfactor $S_\lambda$:**

Voorbeeld 1: $G_{25}$: $CH_4$ = 86 %, $N_2$ = 14 vol.- %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

([1]) Stoichiometrische lucht-brandstofverhouding van brandstoffen voor automobielen — SAE J1829, juni 1987. John B. Heywood, *Internal combustion engine fundamentals*, McGraw-Hill, 1988, hoofdstuk 3.4 „Combustion stoichiometry” (blz. 68-72).

▼B

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Voorbeeld 2: $G_R$: $CH_4$ = 87 %, $C_2H_6$ = 13 vol.- %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

Voorbeeld 3: Verenigde Staten van Amerika: $CH_4$ = 89 %, $C_2H_6$ = 4,5 %, $C_3H_8$ = 2,3 %, $C_6H_{14}$ = 0,2 %, $O_2$ = 0,6 %, $N_2$ = 4 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}64+4}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right]}{\frac{1-diluent\ \%}{100}} = \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}6+4}{100}} = 4{,}24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

In plaats van met bovenstaande vergelijking, mag $S_\lambda$ op de hieronder aangegeven wijze worden berekend op basis van de verhouding tussen het stoichiometrische luchtverbruik van zuiver methaan en dat van het naar de motor gevoerde brandstofmengsel.

De lambdaverschuivingsfactor $S_\lambda$ geeft het zuurstofverbruik van een brandstofmengsel weer ten opzichte van dat van zuiver methaan. Het zuurstofverbruik is de hoeveelheid zuurstof die nodig is om in een stoichiometrische samenstelling van reactiepartners methaan te oxideren naar producten van volledige verbranding (d.w.z. koolstofdioxide en water).

De reactie bij verbranding van zuiver methaan is beschreven in vergelijking (9-4):

$$1 \cdot CH_4 + 2 \cdot O_2 \rightarrow 1 \cdot CO_2 + 2 \cdot H_2O \qquad (9\text{-}4)$$

In dit geval bedraagt de verhouding tussen de moleculen in de stoichiometrische samenstelling van reactiepartners precies 2:

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

waarbij:

$n_{O2}$ = aantal zuurstofmoleculen

$n_{CH4}$ = aantal methaanmoleculen

▼B

Voor het zuurstofverbruik van zuiver methaan geldt dus:

$n_{O2}$ = 2 · $n_{CH4}$ met een referentiewaarde van [$n_{CH4}$]= 1 kmol

▼M2

De waarde van $S_\lambda$ mag worden bepaald als het quotiënt van de verhouding in de stoichiometrische samenstelling van zuurstof en methaan en de verhouding in de stoichiometrische samenstelling van zuurstof en het naar de motor gevoerde brandstofmengsel, zoals weergegeven in vergelijking (9-5):

▼B

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O2})_{\text{blend}}} \qquad (9\text{-}5)$$

waarbij:

$n_{blend}$ = aantal moleculen van het brandstofmengsel

$(n_{O2})_{blend}$ = verhouding tussen de moleculen in de stoichiometrische samenstelling van zuurstof en het naar de motor gevoerde brandstofmengsel

Aangezien lucht 21 % zuurstof bevat, wordt het stoichiometrische luchtverbruik $L_{st}$ van een brandstof berekend met vergelijking (9-6):

$$L_{st,fuel} = \frac{n_{O2,fuel}}{0{,}21} \qquad (9\text{-}6)$$

waarbij:

$L_{st,fuel}$ = stoichiometrisch luchtverbruik van de brandstof

$n_{O2\ fuel}$ = stoichiometrisch zuurstofverbruik van de brandstof

Dientengevolge mag de waarde van $S_\lambda$ ook worden bepaald als het quotiënt van de verhouding in de stoichiometrische samenstelling van lucht en methaan en de verhouding in de stoichiometrische samenstelling van lucht en het naar de motor gevoerde brandstofmengsel, d.w.z. het quotiënt van het stoichiometrische luchtverbruik van methaan en dat van het naar de motor gevoerde brandstofmengsel, zoals weergegeven in vergelijking (9-7):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)/0{,}21}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)/0{,}21} = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st,CH_4}}{L_{st,blend}} \qquad (9\text{-}7)$$

Bijgevolg mag elke berekening waarin het stoichiometrische luchtverbruik wordt gespecificeerd, worden gebruikt om de lambdaverschuivingsfactor uit te drukken.

▼B

*Aanhangsel 3*

**Correctie voor de door de $CO_2$ in de gasvormige brandstof veroorzaakte $CO_2$ in het uitlaatgas**

1. **Momentaan $CO_2$-massadebiet in de gasvormige brandstofstroom**

1.1. De gassamenstelling en de gasstroom worden bepaald overeenkomstig de onderdelen 1 tot en met 4 van aanhangsel 1.

1.2. Het momentane $CO_2$-massadebiet in een naar de motor gevoerde gasstroom wordt berekend met vergelijking (9-8):

$$\dot{m}_{CO2i} = (M_{CO2}/M_{stream}) \cdot x_{CO2i} \cdot \dot{m}_{streami} \quad (9\text{-}8)$$

waarbij:

$\dot{m}_{CO2i}$ = momentaan $CO_2$-massadebiet in de gasstroom [g/s]

$\dot{m}_{streami,}$ = momentaan massadebiet van de gasstroom [g/s]

$x_{CO2i}$ = molaire $CO_2$-fractie in de gasstroom [-]

$M_{CO2}$ = molaire massa van $CO_2$ [g/mol]

$M_{stream}$ = molaire massa van de gasstroom [g/mol]

$M_{stream}$ wordt met vergelijking (9-9) berekend aan de hand van alle gemeten bestanddelen (1, 2, …, n):

$$M_{stream} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + \ldots + x_n \cdot M_n \quad (9\text{-}9)$$

waarbij:

$X_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = molfractie van elk gemeten bestanddeel in de gasstroom ($CH_4$, $CO_2$, …) [-]

$M_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = molaire massa van elk gemeten bestanddeel in de gasstroom [g/mol]

1.3. Om het totale $CO_2$-massadebiet in de naar de motor gevoerde gasvormige brandstof te bepalen, wordt de berekening volgens vergelijking (9-8) uitgevoerd voor elke afzonderlijke $CO_2$ bevattende gasstroom die naar het gasmengsysteem wordt geleid en worden de resultaten voor alle gasstromen bij elkaar opgeteld, of wordt de berekening volgens vergelijking (9-10) uitgevoerd voor het gasmengsel dat het mengsysteem verlaat en naar de motor wordt gevoerd:

$$\dot{m}_{CO2i,\ fuel} = \dot{m}_{CO2i,\ a} + \dot{m}_{CO2i,\ b} + \ldots + \dot{m}_{CO2i,\ n} \quad (9\text{-}10)$$

waarbij:

$\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ = momentaan gecombineerd $CO_2$-massadebiet veroorzaakt door de $CO_2$ in de naar de motor gevoerde gasvormige brandstof [g/s]

$\dot{m}_{CO2i,\ a,\ b,\ \ldots,\ n}$ = momentaan $CO_2$-massadebiet veroorzaakt door de $CO_2$ in elke afzonderlijke gasstroom a, b, …, n [g/s]

▼B

2. **Berekening van de specifieke $CO_2$-emissies voor transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC) en RMC**

2.1. De totale massa per test van de door de $CO_2$ in de brandstof veroorzaakte $CO_2$-emissie $m_{CO2,\ fuel}$ [g/test] wordt berekend door sommatie van het momentane $CO_2$-massadebiet in de naar de motor gevoerde gasvormige brandstof$_{,\ fuel}$ [g/s] over de testcyclus met vergelijking (9-11):

$$m_{\ CO2,fuel} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \tag{9-11}$$

waarbij:

$f$ = gegevensbemonsteringsfrequentie [Hz]

N = aantal metingen [-]

2.2. De totale massa van de $CO_2$-emissie $m_{CO2}$ [g/test] die in vergelijking (7-61), (7-63), (7-128) of (7-130) van bijlage VII wordt gebruikt om het specifieke emissieresultaat $e_{CO2}$ [g/kWh] te berekenen, wordt in die vergelijkingen vervangen door de gecorrigeerde waarde $m_{CO2,\ corr}$ [g/test], die wordt berekend met vergelijking (9-12):

$_{fuel}$ (9-12)

3. **Berekening van de specifieke $CO_2$-emissies voor NRSC met specifieke modi**

3.1. De gemiddelde massastroom per uur van de door de $CO_2$ in de brandstof veroorzaakte $CO_2$-emissie $q_{mCO2,\ fuel}$ of $\dot{m}_{fuel}$ [g/h] wordt voor elke afzonderlijke testmodus met vergelijking (9-13) berekend aan de hand van de tijdens de bemonsteringsperiode van de testmodus verrichte metingen van het momentane $CO_2$-massadebiet $\dot{m}_{fuel}$ [g/s] uit vergelijking (9-10):

$$q_{\ mCO2,fuel} = \dot{m}_{CO2,fuel} = \frac{1}{3\ 600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \tag{9-13}$$

waarbij:

N = aantal metingen dat tijdens de testmodus is verricht [-]

3.2. Het gemiddelde $CO_2$-emissiemassadebiet $q_{mCO2}$ of $\dot{m}_{corr}$ [g/h] dat in vergelijking (7-64) of (7-131) van bijlage VII voor elke afzonderlijke testmodus wordt gebruikt om het specifieke emissieresultaat $e_{CO2}$ [g/kWh] te berekenen, wordt in die vergelijkingen vervangen door de gecorrigeerde waarde $q_{mCO2,\ corr}$ of $\dot{m}_{corr}$ [g/h] voor elke afzonderlijke testmodus, die wordt berekend met vergelijking (9-14) of (9-15):

$$q_{mCO2,\ corr} = q_{mCO2} - q_{mCO2,\ fuel} \tag{9-14}$$

$$\dot{m}_{CO2,\ corr} = \dot{m}_{CO2} - \dot{m}_{CO2,\ fuel} \tag{9-15}$$

▼B

*BIJLAGE X*

**Nadere technische specificaties en voorwaarden voor het afzonderlijk van het uitlaatgasnabehandelingssysteem leveren van een motor**

1. Afzonderlijke levering, zoals bedoeld in artikel 34, lid 3, van Verordening (EU) 2016/1628, vindt plaats wanneer de fabrikant en de OEM die de motor monteert, afzonderlijke rechtspersonen zijn en de motor door de fabrikant afzonderlijk van het uitlaatgasnabehandelingssysteem van een locatie wordt verzonden en het uitlaatgasnabehandelingssysteem van een andere locatie en/of op een ander moment wordt geleverd.

2. **In dat geval geldt het volgende voor de fabrikant:**

2.1. hij wordt verantwoordelijk geacht voor het in de handel brengen van de motor en voor de conformiteit van de motor met het goedgekeurde motortype;

2.2. hij plaatst alle opdrachten voor de onderdelen die afzonderlijk worden verzonden voordat de motor afzonderlijk van het uitlaatgasnabehandelingssysteem ervan naar de OEM wordt verzonden;

2.3. hij stelt het volgende aan de OEM ter beschikking: de instructies voor de montage van de motor, met inbegrip van het uitlaatgasnabehandelingssysteem, de identificatiemiddelen van de afzonderlijk verzonden onderdelen en de informatie die nodig is om te controleren of de geassembleerde motor goed functioneert overeenkomstig het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie;

2.4. hij houdt gegevens bij betreffende:

1) de aan de OEM ter beschikking gestelde instructies;

2) de lijst van alle afzonderlijk geleverde onderdelen;

3) de door de OEM teruggezonden gegevens waaruit blijkt dat de geleverde motoren overeenkomstig onderdeel 3 in conformiteit zijn gebracht;

2.4.1. hij bewaart deze gegevens gedurende ten minste tien jaar;

2.4.2. hij stelt de gegevens op verzoek ter beschikking van de goedkeuringsinstantie, de Europese Commissie of de markttoezichtautoriteiten;

2.5. hij zorgt ervoor dat behalve het bij artikel 32 van Verordening (EU) 2016/1628 voorgeschreven opschrift, op de motor zonder uitlaatgasnabehandelingssysteem een tijdelijk opschrift is aangebracht overeenkomstig artikel 33, lid 1, van die verordening en bijlage III bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656.

2.6. hij zorgt ervoor dat de afzonderlijk van de motoren verzonden onderdelen zijn voorzien van identificatiemiddelen (bijvoorbeeld onderdeelnummers);

2.7. in het geval van een overgangsmotor zorgt de fabrikant ervoor dat de productiedatum van de motor (met inbegrip van het uitlaatgasnabehandelingssysteem) vóór de in bijlage III bij Verordening (EU) 2016/1628 vermelde datum voor het in de handel brengen valt, zoals voorgeschreven in artikel 3, punten 7, 30 en 32, van die verordening.

2.7.1. De in punt 2.4 bedoelde gegevens omvatten ook bewijzen dat het uitlaatgasnabehandelingssysteem dat een onderdeel van een overgangsmotor vormt, vóór de bedoelde datum is geproduceerd indien die productiedatum niet uit het opschrift op het uitlaatgasnabehandelingssysteem blijkt.

▼B

3. **Voor de OEM geldt het volgende:**

3.1. hij bevestigt aan de fabrikant dat de motor overeenkomstig de ontvangen instructies in conformiteit is gebracht met het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie en dat alle controles zijn uitgevoerd die nodig zijn om te waarborgen dat de geassembleerde motor goed functioneert overeenkomstig het goedgekeurde motortype;

3.2. wanneer een OEM regelmatig motoren van een fabrikant krijgt geleverd, mag de in punt 3.1 bedoelde bevestiging met regelmatige, door de partijen overeengekomen tussenpozen worden toegezonden, die echter niet langer dan een jaar mogen zijn.

▼B

*BIJLAGE XI*

**Nadere technische specificaties en voorwaarden voor het tijdelijk in de handel brengen met het oog op praktijktests**

Voor het tijdelijk in de handel brengen van motoren met het oog op praktijktests overeenkomstig artikel 34, lid 4, van Verordening (EU) 2016/1628 gelden de volgende voorwaarden:

1. de fabrikant blijft eigenaar van de motor totdat de in punt 5 bedoelde procedure is voltooid. Dit belet de fabrikant niet een financiële regeling te treffen met de OEM of eindgebruikers die aan de testprocedure deelnemen;

2. voordat de fabrikant de motor in de handel brengt, stelt hij de goedkeuringsinstantie van een lidstaat hiervan in kennis, onder vermelding van zijn naam of handelsmerk, het unieke motoridentificatienummer van de motor, de productiedatum van de motor, relevante informatie over de emissieprestaties van de motor en de OEM of eindgebruikers die aan de testprocedure deelnemen;

3. de motor gaat vergezeld van een door de fabrikant afgegeven conformiteitsverklaring overeenkomstig bijlage II bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656; in de conformiteitsverklaring wordt in het bijzonder aangegeven dat het een motor voor praktijktests betreft die overeenkomstig artikel 34, lid 4, van Verordening (EU) 2016/1628 tijdelijk in de handel wordt gebracht;

4. de motor is voorzien van het voorgeschreven opschrift dat beschreven is in bijlage III bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656;

5. de fabrikant zorgt ervoor dat de motor na voltooiing van de tests, en in ieder geval 24 maanden na het in de handel brengen ervan, hetzij uit de handel wordt genomen, hetzij in conformiteit met Verordening (EU) 2016/1628 wordt gebracht. De fabrikant deelt de goedkeuringsinstantie die het in de handel brengen toestaat, mee welke mogelijkheid hij kiest;

6. niettegenstaande punt 5 kan de fabrikant bij dezelfde goedkeuringsinstantie een met redenen omkleed verzoek indienen om de test met maximaal 24 maanden te mogen verlengen.

6.1. De goedkeuringsinstantie kan de verlenging toestaan indien zij deze gerechtvaardigd acht. In dat geval:

   1) geeft de fabrikant een nieuwe conformiteitsverklaring af voor de aanvullende periode; en

   2) is het bepaalde in punt 5 aan het einde van de verlengde duur, of in ieder geval 48 maanden na het in de handel brengen van de motor van toepassing.

▼B

*BIJLAGE XII*

**Nadere technische specificaties en voorwaarden voor motoren voor speciale doeleinden**

Voor het in de handel brengen van motoren die voldoen aan de in bijlage VI bij Verordening (EU) 2016/1628 opgenomen emissiegrenswaarden voor motoren voor speciale doeleinden betreffende gassen en deeltjes, gelden de volgende voorwaarden:

1. alvorens de motor in de handel te brengen neemt de fabrikant redelijke maatregelen om te waarborgen dat de motor zal worden gemonteerd in een niet voor de weg bestemde mobiele machine die uitsluitend is bedoeld voor gebruik in een plaats waar ontploffingsgevaar kan heersen overeenkomstig artikel 34, lid 5, van die verordening of voor het te water laten en weer binnenhalen van reddingsboten geëxploiteerd door een nationale reddingsdienst overeenkomstig artikel 34, lid 6, van die verordening;

2. voor de doeleinden van punt 1 wordt een schriftelijke verklaring door de OEM of de marktdeelnemer die de motor ontvangt dat de motor zal worden gemonteerd een niet voor de weg bestemde mobiele machine die uitsluitend voor dergelijke speciale doeleinden wordt gebruikt, als een redelijke maatregel beschouwd;

3. de fabrikant:

   1) bewaart de in punt 2 bedoelde schriftelijke verklaring gedurende ten minste tien jaar; en

   2) stelt deze verklaring op verzoek ter beschikking van de goedkeuringsinstantie, de Europese Commissie of de markttoezichtautoriteiten;

4. de motor gaat vergezeld van een door de fabrikant afgegeven conformiteitsverklaring overeenkomstig bijlage II bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656; in de conformiteitsverklaring wordt in het bijzonder aangegeven dat het een motor voor speciale doeleinden betreft die onder de in artikel 34, lid 5 of 6, van Verordening (EU) 2016/1628 vermelde voorwaarden in de handel wordt gebracht;

5. de motor is voorzien van het voorgeschreven opschrift dat beschreven is in bijlage III bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656.

▼B

*BIJLAGE XIII*

**Erkenning van gelijkwaardige typegoedkeuringen voor motoren**

1. Voor motorfamilies of motortypen van categorie NRE worden de volgende typegoedkeuringen, en in voorkomend geval de overeenkomstige voorgeschreven opschriften, erkend als gelijkwaardig aan overeenkomstig Verordening (EU) 2016/1628 verleende EU-typegoedkeuringen en voorgeschreven opschriften:

▼M2

1) krachtens Verordening (EG) nr. 595/2009 van het Europees Parlement en de Raad ([1]) en de uitvoeringsmaatregelen ervan verleende EU-typegoedkeuringen, indien een technische dienst bevestigt dat het motortype voldoet aan:

▼B

a) aanhangsel 2 van bijlage IV, wanneer de motor uitsluitend bestemd is voor gebruik in de plaats van fase V-motoren van de categorieën IWP en IWA, overeenkomstig artikel 4, lid 1, punt 1, onder b), van Verordening (EU) 2016/1628, of

b) aanhangsel 1 van bijlage IV voor motoren die niet onder punt a) vallen;

▼M2

2) typegoedkeuringen overeenkomstig VN/ECE-Reglement nr. 49, wijzigingenreeks 06 ([2]), indien een technische dienst bevestigt dat het motortype voldoet aan:

▼B

a) aanhangsel 2 van bijlage IV, wanneer de motor uitsluitend bestemd is voor gebruik in de plaats van fase V-motoren van de categorieën IWP en IWA, overeenkomstig artikel 4, lid 1, punt 1, onder b), van Verordening (EU) 2016/1628, of

b) aanhangsel 1 van bijlage IV voor motoren die niet onder punt a) vallen.

([1]) Verordening (EG) nr. 595/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 18 juni 2009 betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen en motoren met betrekking tot emissies van zware bedrijfsvoertuigen (Euro VI) en de toegang tot reparatie- en onderhoudsinformatie, tot wijziging van Verordening (EG) nr. 715/2007 en Richtlijn 2007/46/EG en tot intrekking van de Richtlijnen 80/1269/EEG, 2005/55/EG en 2005/78/EG (PB L 188 van 18.7.2009, blz. 1).

([2]) Reglement nr. 49 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE) — Uniforme bepalingen met betrekking tot de maatregelen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door voor voertuigen bestemde compressieontstekingsmotoren en elektrische-ontstekingsmotoren (PB L 171 van 24.6.2013, blz. 1.

▼B

*BIJLAGE XIV*

**Nadere bepaling van de relevante informatie en instructies voor OEM's**

1. De fabrikant stelt overeenkomstig artikel 43, lid 2, van Verordening (EU) 2016/1628 alle relevante informatie en instructies ter beschikking aan de OEM om te waarborgen dat de motor bij montage in een niet voor de weg bestemde mobiele machine conform is met het goedgekeurde motortype. Deze instructies worden duidelijk kenbaar gemaakt aan de OEM.

2. De instructies mogen op papier of in een gangbaar elektronisch formaat worden verstrekt.

3. Wanneer aan een OEM een aantal motoren wordt geleverd waarvoor dezelfde instructies gelden, hoeft slechts één set instructies te worden verstrekt.

4. De aan de OEM verstrekte informatie en instructies omvatten ten minste:

   1) montagevoorschriften om de emissieprestaties van het motortype, met inbegrip van het emissiebeheersingssysteem, te verkrijgen, waarmee rekening moet worden gehouden om te waarborgen dat het emissiebeheersingssysteem correct werkt;

   2) een beschrijving van eventuele bijzondere voorwaarden of beperkingen voor de montage of het gebruik van de motor, zoals vermeld in het EU-typegoedkeuringscertificaat dat beschreven is in bijlage IV bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656;

   3) een verklaring dat de motor niet op zodanige wijze mag worden gemonteerd dat de motor gedwongen wordt uitsluitend te werken binnen een vermogensbereik dat overeenkomt met een (sub)categorie waarvoor strengere emissiegrenswaarden voor gassen en deeltjes gelden dan voor de (sub)categorie waartoe de motor behoort;

   4) voor motorfamilies waarop bijlage V van toepassing is: de boven- en ondergrens van het toepasselijke beheersgebied en een verklaring dat de motor niet op zodanige wijze mag worden gemonteerd dat hij gedwongen wordt uitsluitend bij toerental- en belastingspunten te werken die buiten het beheersgebied voor de koppelcurve van de motor liggen;

   5) indien van toepassing: voorschriften betreffende het ontwerp van door de OEM geleverde onderdelen die geen deel uitmaken van de motor en nodig zijn om ervoor te zorgen dat de motor na montage overeenkomt met het goedgekeurde motortype;

   6) indien van toepassing: voorschriften betreffende het ontwerp van het reagensreservoir, met inbegrip van de bescherming tegen bevriezing, de bewaking van het reagensniveau en de mogelijkheden om reagensmonsters te nemen;

   7) indien van toepassing: informatie over de mogelijke montage van een niet-verwarmd reagenssysteem;

   8) indien van toepassing: een verklaring dat de motor uitsluitend bestemd is voor montage in sneeuwblazers;

   9) indien van toepassing: een verklaring dat de OEM moet zorgen voor een waarschuwingssysteem overeenkomstig de aanhangsels 1 tot en met 4 van bijlage IV;

   10) indien van toepassing: informatie over de verbinding tussen de motor en de niet voor de weg bestemde mobiele machine met het oog op het in punt 9 bedoelde waarschuwingssysteem voor de bediener;

▼B

11) indien van toepassing: informatie over de verbinding tussen de motor en de niet voor de weg bestemde mobiele machine met het oog op het in onderdeel 5 van aanhangsel 1 van bijlage IV bedoelde aansporingssysteem voor de bediener;

12) indien van toepassing: informatie over het in punt 5.2.1 van aanhangsel 1 van bijlage IV omschreven middel om het aansporingssysteem voor de bediener tijdelijk uit te schakelen;

13) indien van toepassing: informatie over de in punt 5.5 van aanhangsel 1 van bijlage IV omschreven aansporingsblokkeerfunctie;

14) bij dualfuelmotoren:

a) een verklaring dat de OEM moet zorgen voor een dualfuelmodusindicator, zoals beschreven in punt 4.3.1 van bijlage VIII;

b) een verklaring dat de OEM moet zorgen voor een dualfuelwaarschuwingssysteem, zoals beschreven in punt 4.3.2 van bijlage VIII;

c) informatie over de verbinding tussen de motor en de niet voor de weg bestemde mobiele machine met het oog op de in punt 14, onder a) en b), bedoelde indicatie- en waarschuwingssystemen voor de bediener;

15) bij een motor met variabel toerental van categorie IWP waarvoor typegoedkeuring voor gebruik in een of meer toepassingen in de binnenvaart is verleend overeenkomstig punt 1.1.1.2 van bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656: de details van elke (sub)categorie en bedrijfsmodus (elk toerental) waarvoor aan de motor typegoedkeuring is verleend en waarvoor de motor mag worden ingesteld na montage;

16) bij een motor met constant toerental die met verschillende toerentallen is uitgerust, zoals bedoeld in onderdeel 1.1.2.3 van bijlage IX bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656:

a) een verklaring dat bij de montage van de motor moet worden gewaarborgd dat:

i) de motor wordt uitgezet vóór de reguleerfunctie voor een constant toerental op een ander toerental wordt ingesteld; en

ii) de reguleerfunctie voor een constant toerental enkel ingesteld is op toerentallen die door de fabrikant van de motor worden toegestaan;

b) de details van elke (sub)categorie en bedrijfsmodus (elk toerental) waarvoor aan de motor typegoedkeuring is verleend en waarvoor de motor mag worden ingesteld na montage;

17) bij een motor die met een functie voor stationair draaien ten behoeve van het starten en uitzetten is uitgerust, zoals toegestaan bij artikel 3, punt 18, van Verordening (EU) 2016/1628: een verklaring dat bij de montage van de motor moet worden gewaarborgd dat de reguleerfunctie voor een constant toerental ingeschakeld is vóór de belasting van de motor vanuit onbelaste toestand wordt verhoogd.

5. De fabrikant verstrekt de OEM overeenkomstig artikel 43, lid 3, van Verordening (EU) 2016/1628 alle informatie en benodigde instructies die de OEM overeenkomstig bijlage XV aan de eindgebruikers moet verstrekken.

▼B

6. De fabrikant verstrekt de OEM overeenkomstig artikel 43, lid 4, van Verordening (EU) 2016/1628 de tijdens de EU-typegoedkeuringsprocedure bepaalde en in het EU-typegoedkeuringscertificaat vastgelegde waarde van de emissie van koolstofdioxide ($CO_2$) in g/kWh. Deze waarde wordt door de OEM aan de eindgebruikers doorgegeven, vergezeld van de volgende verklaring: „*Deze meetresultaten voor $CO_2$ betreffen metingen volgens een vaste testcyclus onder laboratoriumomstandigheden, gedaan op een (basis)motor die representatief is voor het betrokken motortype (de betrokken motorfamilie); zij impliceren of vormen geen enkele garantie voor de prestaties van een bepaalde motor*.”.

▼B

*BIJLAGE XV*

**Nadere bepaling van de relevante informatie en instructies voor eindgebruikers**

1. De OEM versterkt de eindgebruikers alle informatie en benodigde instructies voor de correcte werking van de motor om de emissies van gassen en deeltjes door de motor binnen de grenzen van het goedgekeurde motortype of de goedgekeurde motorfamilie te houden. Deze instructies worden duidelijk kenbaar gemaakt aan de eindgebruikers.

2. De instructies voor de eindgebruikers:

   2.1. worden in duidelijke en niet-technische bewoordingen geschreven in dezelfde taal als de instructies voor eindgebruikers van de niet voor de weg bestemde mobiele machine;

   2.2. worden op papier of in een gangbaar elektronisch formaat verstrekt;

   2.3. vormen een onderdeel van de instructies voor eindgebruikers van de niet voor de weg bestemde mobiele machine of vormen een afzonderlijk document;

   2.3.1. worden, indien zij een afzonderlijk document vormen, in dezelfde vorm verstrekt als de instructies voor eindgebruikers van de niet voor de weg bestemde mobiele machine.

3. De informatie en instructies voor de eindgebruikers omvatten ten minste:

   1) een beschrijving van eventuele bijzondere voorwaarden of beperkingen voor het gebruik van de motor, zoals vermeld in het EU-typegoedkeuringscertificaat dat beschreven is in bijlage IV bij Uitvoeringsverordening (EU) 2017/656;

   2) een verklaring dat de motor, met inbegrip van het emissiebeheersingssysteem, volgens de aan de eindgebruikers verstrekte instructies moet worden bediend, gebruikt en onderhouden om de emissieprestaties van de motor aan de voorschriften voor de motorcategorie te laten blijven voldoen;

   3) een verklaring dat het emissiebeheersingssysteem van de motor niet opzettelijk mag worden gemanipuleerd of verkeerd mag worden gebruikt; met name door een uitlaatgasrecirculatie (EGR) of reagensdoseersysteem te deactiveren of niet te onderhouden;

   4) een verklaring dat het essentieel is dat bij onjuiste werking of onjuist gebruik of onderhoud van het emissiebeheersingssysteem onmiddellijk actie wordt ondernomen overeenkomstig de corrigerende maatregelen die met de in de punten 5 en 6 bedoelde waarschuwingen worden aangeduid;

   5) een gedetailleerde uitleg van de mogelijke storingen van het emissiebeheersingssysteem die worden veroorzaakt door een onjuiste werking of onjuist gebruik of onderhoud van de gemonteerde motor, met vermelding van de desbetreffende waarschuwingssignalen en corrigerende maatregelen;

   6) een gedetailleerde uitleg van het mogelijke onjuiste gebruik van de niet voor de weg bestemde mobiele machine dat leidt tot storingen van het emissiebeheersingssysteem van de motor, met vermelding van de desbetreffende waarschuwingssignalen en corrigerende maatregelen;

   7) indien van toepassing: informatie over het mogelijke gebruik van een niet-verwarmd reagensreservoir en -doseersysteem;

▼B

8) indien van toepassing: een verklaring dat de motor uitsluitend bestemd is voor gebruik in sneeuwblazers;

9) bij niet voor de weg bestemde mobiele machines met een waarschuwingssysteem voor de bediener, zoals gedefinieerd in bijlage IV, aanhangsel 1, onderdeel 4 (categorieën NRE, NRG, IWP, IWA en RLR), en/of bijlage IV, aanhangsel 4, onderdeel 4 (categorieën NRE, NRG, IWP, IWA en RLR), of bijlage IV, aanhangsel 3, onderdeel 3 (categorie RLL): een verklaring dat de bediener door het waarschuwingssysteem voor de bediener zal worden geïnformeerd wanneer het emissiebeheersingssysteem niet correct werkt;

10) bij niet voor de weg bestemde mobiele machines met een aansporingssysteem voor de bediener, zoals gedefinieerd in bijlage IV, aanhangsel 1, onderdeel 5 (categorieën NRE en NRG): een verklaring dat het negeren van de waarschuwingssignalen voor de bediener leidt tot activering van het aansporingssysteem voor de bediener, waardoor de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine effectief zal worden uitgeschakeld;

11) bij niet voor de weg bestemde mobiele machines met een aansporingsblokkeerfunctie, zoals gedefinieerd in bijlage IV, aanhangsel 1, punt 5.5, om het volledige motorvermogen vrij te geven: informatie over de werking van deze functie;

12) indien van toepassing: uitleg over de wijze waarop de in de punten 9, 10 en 11 bedoelde waarschuwings- en aansporingssystemen voor de bediener werken, waarbij wordt beschreven wat de gevolgen zijn voor de prestaties en de foutenregistratie als de signalen van het waarschuwingssysteem worden genegeerd en het reagens, indien gebruikt, niet wordt bijgevuld of het vastgestelde probleem niet wordt gecorrigeerd;

13) als overeenkomstig bijlage IV, aanhangsel 2, punt 4.1 (categorieën IWP, IWA en RLR), in de boordcomputer gegevens over onvoldoende reagensinspuiting of reagens van onvoldoende kwaliteit worden vastgelegd: een verklaring dat de nationale inspectie-instanties deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen;

14) bij niet voor de weg bestemde mobiele machines met een middel om het aansporingssysteem voor de bediener uit te schakelen, zoals gedefinieerd in bijlage IV, aanhangsel 1, punt 5.2.1: informatie over de werking van deze functie en een verklaring dat deze functie alleen in noodsituaties mag worden ingeschakeld, dat elke inschakeling in de boordcomputer wordt vastgelegd en dat de nationale inspectie-instanties deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen;

15) informatie over de voor het behoud van de prestaties van het emissiebeheersingssysteem vereiste brandstofspecificatie(s) overeenkomstig bijlage I en overeenkomstig de specificaties in de EU-typegoedkeuring van de motor, waarbij in voorkomend geval naar de desbetreffende internationale of EU-norm wordt verwezen, in het bijzonder:

▼M2

a) als de motor in de Unie op diesel of gasolie voor niet voor de weg bestemde mobiele machines moet werken: een verklaring dat een brandstof moet worden gebruikt met een zwavelgehalte van niet meer dan 10 mg/kg (20 mg/kg op het laatste punt van distributie), een cetaangetal van minimaal 45 en een FAME-gehalte van maximaal 8 % v/v;

▼B

b) als volgens de specificatie van de fabrikant en het EU-typegoedkeuringscertificaat aanvullende brandstoffen, brandstofmengsels of brandstofemulsies met de motor kunnen worden gebruikt, moeten deze worden aangegeven;

▼B

16) informatie over de voor het behoud van de prestaties van het emissiebeheersingssysteem vereiste specificaties van de smeerolie;

17) als het emissiebeheersingssysteem een reagens nodig heeft: de kenmerken van dat reagens, zoals het type reagens, informatie over de concentratie van het opgeloste reagens, bedrijfstemperatuursomstandigheden en een verwijzing naar internationale normen wat de samenstelling en kwaliteit ervan betreft, overeenkomstig de specificaties in de EU-typegoedkeuring van de motor;

18) indien van toepassing: instructies waarin wordt vermeld hoe de bediener tussen de normale onderhoudsintervallen de verbruiksreagentia moet bijvullen. Aangegeven wordt hoe de bediener het reagensreservoir moet bijvullen en met welke frequentie dit naar verwachting moet gebeuren, afhankelijk van het gebruik van de niet voor de weg bestemde mobiele machine;

19) een verklaring dat het voor het behoud van de emissieprestaties van de motor essentieel is dat het reagens volgens de in de punten 17 en 18 bedoelde specificaties wordt gebruikt en bijgevuld;

20) de geplande emissiegerelateerde onderhoudsbeurten, met inbegrip van elke geplande vervanging van kritische emissiegerelateerde onderdelen;

21) bij dualfuelmotoren:

a) indien van toepassing: informatie over de in punt 4.3 van bijlage VIII beschreven dualfuelindicatoren;

b) als een dualfuelmotor in servicemodus bruikbaarheidsbeperkingen heeft zoals gedefinieerd in punt 4.2.2.1 van bijlage VIII (met uitzondering van de categorieën IWP, IWA, RLL en RLR): een verklaring dat de inschakeling van de servicemodus zal leiden tot effectieve uitschakeling van de werking van de niet voor de weg bestemde mobiele machine;

c) als er een aansporingsblokkeerfunctie beschikbaar is om het volledige motorvermogen vrij te geven: informatie over de werking van deze functie;

d) als een dualfuelmotor overeenkomstig punt 4.2.2.2 van bijlage VIII in een servicemodus werkt (categorieën IWP, IWA, RLL en RLR): een verklaring dat de inschakeling van de servicemodus in de boordcomputer wordt vastgelegd en dat de nationale inspectie-instanties deze gegevens met een scanner kunnen uitlezen.

4. De OEM verstrekt de eindgebruikers overeenkomstig artikel 43, lid 4, van Verordening (EU) 2016/1628 de tijdens de EU-typegoedkeuringsprocedure bepaalde en in het EU-typegoedkeuringscertificaat vastgelegde waarde van de emissie van koolstofdioxide ($CO_2$) in g/kWh, vergezeld van de volgende verklaring: „*Deze meetresultaten voor $CO_2$ betreffen metingen volgens een vaste testcyclus onder laboratoriumomstandigheden, gedaan op een (basis)motor die representatief is voor het betrokken motortype (de betrokken motorfamilie); zij impliceren of vormen geen enkele garantie voor de prestaties van een bepaalde motor*.”.

▼B

*BIJLAGE XVI*

**Prestatienormen en beoordeling van technische diensten**

1. **Algemene vereisten**

De technische diensten tonen aan dat zij beschikken over de passende vaardigheden, de specifieke technische kennis en bewezen ervaring op de specifieke gebieden die onder Verordening (EU) 2016/1628 en de op basis van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen vallen.

2. **Normen waaraan de technische diensten moeten voldoen**

2.1. De technische diensten van de verschillende categorieën overeenkomstig artikel 45 van Verordening (EU) 2016/1628 moeten voldoen aan de in aanhangsel 1 van bijlage V bij Richtlijn 2007/46/EG van het Europees Parlement en de Raad ([1]) vermelde normen die relevant zijn voor de activiteiten die zij uitvoeren.

2.2. Verwijzingen in dat aanhangsel naar artikel 41 van Richtlijn 2007/46/EG gelden als verwijzingen naar artikel 45 van Verordening (EU) 2016/1628.

2.3. Verwijzingen in dat aanhangsel naar bijlage IV bij Richtlijn 2007/46/EG gelden als verwijzingen naar Verordening (EU) 2016/1628 en de op basis van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen.

3. **Procedure voor de beoordeling van de technische diensten**

3.1. De naleving door de technische diensten van de voorschriften van Verordening (EU) 2016/1628 en de op basis van die verordening vastgestelde gedelegeerde en uitvoeringshandelingen wordt beoordeeld overeenkomstig de procedure in aanhangsel 2 van bijlage V bij Richtlijn 2007/46/EG.

3.2. Verwijzingen in aanhangsel 2 van bijlage V bij Richtlijn 2007/46/EG naar artikel 42 van die richtlijn gelden als verwijzingen naar artikel 48 van Verordening (EU) 2016/1628.

([1]) Richtlijn 2007/46/EG van het Europees Parlement en de Raad van 5 september 2007 tot vaststelling van een kader voor de goedkeuring van motorvoertuigen en aanhangwagens daarvan en van systemen, onderdelen en technische eenheden die voor dergelijke voertuigen zijn bestemd (PB L 263 van 9.10.2007, blz. 1).

▼B

*BIJLAGE XVII*

**Karakteristieken van de testcycli in statische toestand en transiënte testcycli**

1. Aanhangsel 1 bevat tabellen van de testmodi en wegingsfactoren voor de NRSC met specifieke modi.

2. Aanhangsel 2 bevat tabellen van de testmodi en wegingsfactoren voor de RMC.

3. Aanhangsel 3 bevat tabellen van de motordynamometerschema's voor de transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC).

▼B

*Aanhangsel 1*

**NRSC met specifieke modi**

**Testcycli van type C**

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cyclus C1**

| Modusnummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toerental (a) | 100 % | | | | Intermediair | | | Stationair |
| Koppel (b) (%) | 100 | 75 | 50 | 10 | 100 | 75 | 50 | 0 |
| Wegingsfactor | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,15 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cyclus C2**

| Modusnummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toerental (a) | 100 % | Intermediair | | | | | Stationair |
| Koppel (b) (%) | 25 | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 | 0 |
| Wegingsfactor | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,32 | 0,30 | 0,10 | 0,15 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.

**Testcycli van type D**

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cyclus D2**

| Modusnummer (cyclus D2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Toerental (a) | 100 % | | | | |
| Koppel (b) (%) | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 |
| Wegingsfactor | 0,05 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,1 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het koppel dat overeenkomt met het door de fabrikant opgegeven nominale nettovermogen.

**Testcycli van type E**

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cycli van type E**

| Modusnummer (cyclus E2) | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toerental (a) | 100 % | | | | Intermediair | | | | | |
| Koppel (b)(%) | 100 | 75 | 50 | 25 | | | | | | |
| Wegingsfactor | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,15 | | | | | | |

▼B

| Modusnummer (cyclus E3) | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Toerental ([a]) (%) | 100 | 91 | 80 | 63 |
| Vermogen ([c]) (%) | 100 | 75 | 50 | 25 |
| Wegingsfactor | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,15 |

([a]) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
([b]) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het koppel dat overeenkomt met het door de fabrikant opgegeven nominale nettovermogen bij het gevraagde motortoerental.
([c]) Het vermogenspercentage staat in verhouding tot het maximale nominale vermogen bij het 100 %-toerental.

**Testcycli van type F**

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cycli van type F**

| Modusnummer | 1 | 2 ([d]) | 3 |
|---|---|---|---|
| Toerental ([a]) | 100 % | Intermediair | Stationair |
| Vermogen (%) | 100 ([c]) | 50 ([c]) | 5 ([b]) |
| Wegingsfactor | 0,15 | 0,25 | 0,6 |

([a]) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
([b]) Het vermogenspercentage bij deze modus staat in verhouding tot het vermogen bij modus 1.
([c]) Het vermogenspercentage bij deze modus staat in verhouding tot het maximale nettovermogen bij het gevraagde motortoerental.
([d]) Voor motoren die gebruikmaken van een niet-traploos regelsysteem (met een beperkt aantal standen), wordt bij modus 2 gewerkt in de stand die het dichtst bij modus 2 of 35 % van het nominale vermogen ligt.

**Testcycli van type G**

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cycli van type G**

| Modusnummer (cyclus G1) | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ToerentalRFN ([a]) | 100 % | | | | | Intermediair | | | | | Stationair |
| Koppel ([b]) % | | | | | | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 | 0 |
| Wegingsfactor | | | | | | 0,09 | 0,20 | 0,29 | 0,30 | 0,07 | 0,05 |
| Modusnummer (cyclus G2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | 6 |
| Toerental ([a]) | 100 % | | | | | Intermediair | | | | | Stationair |
| Koppel ([b]) % | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 | | | | | | 0 |
| Wegingsfactor | 0,09 | 0,20 | 0,29 | 0,30 | 0,07 | | | | | | 0,05 |
| Modusnummer (cyclus G3) | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| Toerental ([a]) | 100 % | | | | | Intermediair | | | | | Stationair |
| Koppel ([b]) % | 100 | | | | | | | | | | 0 |
| Wegingsfactor | 0,85 | | | | | | | | | | 0,15 |

([a]) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
([b]) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.

▼B

**Testcycli van type H**

**Tabel van de testmodi en wegingsfactoren voor cycli van type H**

| Modusnummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Toerental ([a]) (%) | 100 | 85 | 75 | 65 | Stationair |
| Koppel ([b]) (%) | 100 | 51 | 33 | 19 | 0 |
| Wegingsfactor | 0,12 | 0,27 | 0,25 | 0,31 | 0,05 |

([a]) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
([b]) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.

▼B

*Aanhangsel 2*

**Modale cycli in statische toestand met overgangen (RMC)**

**Testcycli van type C**

**Tabel van de testmodi voor RMC-C1**

| RMC-modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental [a] [c] | Koppel (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 126 | Stationair | 0 |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 159 | Intermediair | 100 |
| 2b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 160 | Intermediair | 50 |
| 3b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 4a Statische toestand | 162 | Intermediair | 75 |
| 4b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 5a Statische toestand | 246 | 100 % | 100 |
| 5b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 6a Statische toestand | 164 | 100 % | 10 |
| 6b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 7a Statische toestand | 248 | 100 % | 75 |
| 7b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 8a Statische toestand | 247 | 100 % | 50 |
| 8b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 9 Statische toestand | 128 | Stationair | 0 |

[a] Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
[b] Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.
[c] Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental als er een verandering is in de toerentalinstelling.

**Tabel van de testmodi voor RMC-C2**

| RMC-modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental [a] [c] | Koppel (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 119 | Stationair | 0 |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 29 | Intermediair | 100 |

▼B

| RMC-modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (a) (c) | Koppel (%) (b) (c) |
|---|---|---|---|
| 2b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 150 | Intermediair | 10 |
| 3b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 4a Statische toestand | 80 | Intermediair | 75 |
| 4b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 5a Statische toestand | 513 | Intermediair | 25 |
| 5b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 6a Statische toestand | 549 | Intermediair | 50 |
| 6b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 7a Statische toestand | 96 | 100 % | 25 |
| 7b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 8 Statische toestand | 124 | Stationair | 0 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.
(c) Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental als er een verandering is in de toerentalinstelling.

**Testcycli van type D**

**Tabel van de testmodi voor RMC-D2**

| RMC-modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (%) (a) | Koppel (%) (b) (c) |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 53 | 100 | 100 |
| 1b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 101 | 100 | 10 |
| 2b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 277 | 100 | 75 |
| 3b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 4a Statische toestand | 339 | 100 | 25 |
| 4b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 5 Statische toestand | 350 | 100 | 50 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het koppel dat overeenkomt met het door de fabrikant opgegeven nominale nettovermogen.
(c) Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus.

▼B

**Testcycli van type E**

**Tabel van de testmodi voor RMC-E2**

| RMC-modusnummer Modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (%) [a] | Koppel (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 229 | 100 | 100 |
| 1b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 166 | 100 | 25 |
| 2b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 570 | 100 | 75 |
| 3b Overgang | 20 | 100 | Lineaire overgang |
| 4 Statische toestand | 175 | 100 | 50 |

[a] Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
[b] Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel dat overeenkomt met het door de fabrikant opgegeven nominale nettovermogen bij het gevraagde motortoerental.
[c] Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus.

**Tabel van de testmodi voor RMC-E3**

| RMC-modusnummer Modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (%) [a] [c] | Vermogen (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 229 | 100 | 100 |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 166 | 63 | 25 |
| 2b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 570 | 91 | 75 |
| 3b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 4 Statische toestand | 175 | 80 | 50 |

[a] Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
[b] Het vermogenspercentage staat in verhouding tot het maximale nominale nettovermogen bij het 100 %-toerental.
[c] Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental.

**Testcycli van type F**

**Tabel van de testmodi voor RMC-F**

| RMC-modusnummer Modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental [a] [e] | Vermogen (%) [e] |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 350 | Stationair | 5 [b] |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand [d] | 280 | Intermediair | 50 [c] |

▼B

| RMC-modusnummer Modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (a) (e) | Vermogen (%) (e) |
|---|---|---|---|
| 2b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 160 | 100 % | 100 (c) |
| 3b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 4 Statische toestand | 350 | Stationair | 5 (c) |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het vermogenspercentage bij deze modus staat in verhouding tot het nettovermogen bij modus 3a.
(c) Het vermogenspercentage bij deze modus staat in verhouding tot het maximale nettovermogen bij het gevraagde motortoerental.
(d) Voor motoren die gebruikmaken van een niet-traploos regelsysteem (met een beperkt aantal standen), wordt bij modus 2a gewerkt in de stand die het dichtst bij modus 2a of 35 % van het nominale vermogen ligt.
(e) Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental als er een verandering is in de toerentalinstelling.

**Testcycli van type G**

**Tabel van de testmodi voor RMC-G1**

| RMC-modusnummer Modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (a) (c) | Koppel (%) (b) (c) |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 41 | Stationair | 0 |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 135 | Intermediair | 100 |
| 2b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 112 | Intermediair | 10 |
| 3b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 4a Statische toestand | 337 | Intermediair | 75 |
| 4b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 5a Statische toestand | 518 | Intermediair | 25 |
| 5b Overgang | 20 | Intermediair | Lineaire overgang |
| 6a Statische toestand | 494 | Intermediair | 50 |
| 6b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 7 Statische toestand | 43 | Stationair | 0 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.
(c) Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental als er een verandering is in de toerentalinstelling.

▼B

**Tabel van de testmodi voor RMC-G2**

| RMC-modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (a) (c) | Koppel (%) (b) (c) |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 41 | Stationair | 0 |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 135 | 100 % | 100 |
| 2b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 112 | 100 % | 10 |
| 3b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 4a Statische toestand | 337 | 100 % | 75 |
| 4b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 5a Statische toestand | 518 | 100 % | 25 |
| 5b Overgang | 20 | 100 % | Lineaire overgang |
| 6a Statische toestand | 494 | 100 % | 50 |
| 6b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 7 Statische toestand | 43 | Stationair | 0 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.
(c) Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental als er een verandering is in de toerentalinstelling.

**Testcycli van type H**

**Tabel van de testmodi voor RMC-H**

| RMC-modusnummer | Tijd in de modus (seconden) | Motortoerental (a) (c) | Koppel (%) (b) (c) |
|---|---|---|---|
| 1a Statische toestand | 27 | Stationair | 0 |
| 1b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 2a Statische toestand | 121 | 100 % | 100 |
| 2b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 3a Statische toestand | 347 | 65 % | 19 |
| 3b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 4a Statische toestand | 305 | 85 % | 51 |
| 4b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 5a Statische toestand | 272 | 75 % | 33 |
| 5b Overgang | 20 | Lineaire overgang | Lineaire overgang |
| 6 Statische toestand | 28 | Stationair | 0 |

(a) Zie de onderdelen 5.2.5, 7.6 en 7.7 van bijlage VI voor de bepaling van de vereiste testtoerentallen.
(b) Het koppelpercentage staat in verhouding tot het maximumkoppel bij het gevraagde motortoerental.
(c) Ga van de ene modus naar de andere binnen een overgangsfase van 20 s. Vraag tijdens de overgangsfase een lineaire progressie van de koppelinstelling van de modus in kwestie naar de koppelinstelling van de volgende modus en vraag tegelijkertijd een soortgelijke lineaire progressie voor het motortoerental als er een verandering is in de toerentalinstelling.

▼B

*Aanhangsel 3*

2.4.2.1. **Transiënte testcycli (NRTC en LSI-NRTC)**

**Motordynamometerschema voor NRTC**

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) | Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) | Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 469 | 89 | 73 |
| 470 | 86 | 73 |
| 471 | 81 | 73 |
| 472 | 78 | 73 |
| 473 | 78 | 73 |
| 474 | 76 | 73 |
| 475 | 79 | 73 |
| 476 | 82 | 73 |
| 477 | 86 | 73 |
| 478 | 88 | 72 |
| 479 | 92 | 71 |
| 480 | 97 | 54 |
| 481 | 73 | 43 |
| 482 | 36 | 64 |
| 483 | 63 | 31 |
| 484 | 78 | 1 |
| 485 | 69 | 27 |
| 486 | 67 | 28 |
| 487 | 72 | 9 |
| 488 | 71 | 9 |
| 489 | 78 | 36 |
| 490 | 81 | 56 |
| 491 | 75 | 53 |
| 492 | 60 | 45 |
| 493 | 50 | 37 |
| 494 | 66 | 41 |
| 495 | 51 | 61 |
| 496 | 68 | 47 |
| 497 | 29 | 42 |
| 498 | 24 | 73 |
| 499 | 64 | 71 |
| 500 | 90 | 71 |
| 501 | 100 | 61 |
| 502 | 94 | 73 |
| 503 | 84 | 73 |
| 504 | 79 | 73 |
| 505 | 75 | 72 |
| 506 | 78 | 73 |
| 507 | 80 | 73 |
| 508 | 81 | 73 |
| 509 | 81 | 73 |
| 510 | 83 | 73 |
| 511 | 85 | 73 |
| 512 | 84 | 73 |
| 513 | 85 | 73 |
| 514 | 86 | 73 |
| 515 | 85 | 73 |
| 516 | 85 | 73 |
| 517 | 85 | 72 |
| 518 | 85 | 73 |
| 519 | 83 | 73 |
| 520 | 79 | 73 |
| 521 | 78 | 73 |
| 522 | 81 | 73 |
| 523 | 82 | 72 |
| 524 | 94 | 56 |
| 525 | 66 | 48 |
| 526 | 35 | 71 |
| 527 | 51 | 44 |
| 528 | 60 | 23 |
| 529 | 64 | 10 |
| 530 | 63 | 14 |
| 531 | 70 | 37 |
| 532 | 76 | 45 |
| 533 | 78 | 18 |
| 534 | 76 | 51 |
| 535 | 75 | 33 |
| 536 | 81 | 17 |
| 537 | 76 | 45 |
| 538 | 76 | 30 |
| 539 | 80 | 14 |
| 540 | 71 | 18 |
| 541 | 71 | 14 |
| 542 | 71 | 11 |
| 543 | 65 | 2 |
| 544 | 31 | 26 |
| 545 | 24 | 72 |
| 546 | 64 | 70 |
| 547 | 77 | 62 |
| 548 | 80 | 68 |
| 549 | 83 | 53 |
| 550 | 83 | 50 |
| 551 | 83 | 50 |
| 552 | 85 | 43 |
| 553 | 86 | 45 |
| 554 | 89 | 35 |
| 555 | 82 | 61 |
| 556 | 87 | 50 |
| 557 | 85 | 55 |
| 558 | 89 | 49 |
| 559 | 87 | 70 |
| 560 | 91 | 39 |
| 561 | 72 | 3 |
| 562 | 43 | 25 |
| 563 | 30 | 60 |
| 564 | 40 | 45 |
| 565 | 37 | 32 |
| 566 | 37 | 32 |
| 567 | 43 | 70 |
| 568 | 70 | 54 |
| 569 | 77 | 47 |
| 570 | 79 | 66 |
| 571 | 85 | 53 |
| 572 | 83 | 57 |
| 573 | 86 | 52 |
| 574 | 85 | 51 |
| 575 | 70 | 39 |
| 576 | 50 | 5 |
| 577 | 38 | 36 |
| 578 | 30 | 71 |
| 579 | 75 | 53 |
| 580 | 84 | 40 |
| 581 | 85 | 42 |
| 582 | 86 | 49 |
| 583 | 86 | 57 |
| 584 | 89 | 68 |
| 585 | 99 | 61 |
| 586 | 77 | 29 |
| 587 | 81 | 72 |
| 588 | 89 | 69 |

▼B

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 829 | 81 | 24 |
| 830 | 81 | 21 |
| 831 | 80 | 26 |
| 832 | 80 | 24 |
| 833 | 80 | 23 |
| 834 | 80 | 22 |
| 835 | 81 | 21 |
| 836 | 81 | 24 |
| 837 | 81 | 24 |
| 838 | 81 | 22 |
| 839 | 81 | 22 |
| 840 | 81 | 21 |
| 841 | 81 | 31 |
| 842 | 81 | 27 |
| 843 | 80 | 26 |
| 844 | 80 | 26 |
| 845 | 81 | 25 |
| 846 | 80 | 21 |
| 847 | 81 | 20 |
| 848 | 83 | 21 |
| 849 | 83 | 15 |
| 850 | 83 | 12 |
| 851 | 83 | 9 |
| 852 | 83 | 8 |
| 853 | 83 | 7 |
| 854 | 83 | 6 |
| 855 | 83 | 6 |
| 856 | 83 | 6 |
| 857 | 83 | 6 |
| 858 | 83 | 6 |
| 859 | 76 | 5 |
| 860 | 49 | 8 |
| 861 | 51 | 7 |
| 862 | 51 | 20 |
| 863 | 78 | 52 |
| 864 | 80 | 38 |
| 865 | 81 | 33 |
| 866 | 83 | 29 |
| 867 | 83 | 22 |
| 868 | 83 | 16 |
| 869 | 83 | 12 |
| 870 | 83 | 9 |
| 871 | 83 | 8 |
| 872 | 83 | 7 |
| 873 | 83 | 6 |
| 874 | 83 | 6 |
| 875 | 83 | 6 |
| 876 | 83 | 6 |
| 877 | 83 | 6 |
| 878 | 59 | 4 |
| 879 | 50 | 5 |
| 880 | 51 | 5 |
| 881 | 51 | 5 |
| 882 | 51 | 5 |
| 883 | 50 | 5 |
| 884 | 50 | 5 |
| 885 | 50 | 5 |
| 886 | 50 | 5 |
| 887 | 50 | 5 |
| 888 | 51 | 5 |
| 889 | 51 | 5 |
| 890 | 51 | 5 |
| 891 | 63 | 50 |
| 892 | 81 | 34 |
| 893 | 81 | 25 |
| 894 | 81 | 29 |
| 895 | 81 | 23 |
| 896 | 80 | 24 |
| 897 | 81 | 24 |
| 898 | 81 | 28 |
| 899 | 81 | 27 |
| 900 | 81 | 22 |
| 901 | 81 | 19 |
| 902 | 81 | 17 |
| 903 | 81 | 17 |
| 904 | 81 | 17 |
| 905 | 81 | 15 |
| 906 | 80 | 15 |
| 907 | 80 | 28 |
| 908 | 81 | 22 |
| 909 | 81 | 24 |
| 910 | 81 | 19 |
| 911 | 81 | 21 |
| 912 | 81 | 20 |
| 913 | 83 | 26 |
| 914 | 80 | 63 |
| 915 | 80 | 59 |
| 916 | 83 | 100 |
| 917 | 81 | 73 |
| 918 | 83 | 53 |
| 919 | 80 | 76 |
| 920 | 81 | 61 |
| 921 | 80 | 50 |
| 922 | 81 | 37 |
| 923 | 82 | 49 |
| 924 | 83 | 37 |
| 925 | 83 | 25 |
| 926 | 83 | 17 |
| 927 | 83 | 13 |
| 928 | 83 | 10 |
| 929 | 83 | 8 |
| 930 | 83 | 7 |
| 931 | 83 | 7 |
| 932 | 83 | 6 |
| 933 | 83 | 6 |
| 934 | 83 | 6 |
| 935 | 71 | 5 |
| 936 | 49 | 24 |
| 937 | 69 | 64 |
| 938 | 81 | 50 |
| 939 | 81 | 43 |
| 940 | 81 | 42 |
| 941 | 81 | 31 |
| 942 | 81 | 30 |
| 943 | 81 | 35 |
| 944 | 81 | 28 |
| 945 | 81 | 27 |
| 946 | 80 | 27 |
| 947 | 81 | 31 |
| 948 | 81 | 41 |

▼B

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 1069 | 24 | 14 |
| 1070 | 49 | 21 |
| 1071 | 77 | 48 |
| 1072 | 103 | 11 |
| 1073 | 98 | 48 |
| 1074 | 101 | 34 |
| 1075 | 99 | 39 |
| 1076 | 103 | 11 |
| 1077 | 103 | 19 |
| 1078 | 103 | 7 |
| 1079 | 103 | 13 |
| 1080 | 103 | 10 |
| 1081 | 102 | 13 |
| 1082 | 101 | 29 |
| 1083 | 102 | 25 |
| 1084 | 102 | 20 |
| 1085 | 96 | 60 |
| 1086 | 99 | 38 |
| 1087 | 102 | 24 |
| 1088 | 100 | 31 |
| 1089 | 100 | 28 |
| 1090 | 98 | 3 |
| 1091 | 102 | 26 |
| 1092 | 95 | 64 |
| 1093 | 102 | 23 |
| 1094 | 102 | 25 |
| 1095 | 98 | 42 |
| 1096 | 93 | 68 |
| 1097 | 101 | 25 |
| 1098 | 95 | 64 |
| 1099 | 101 | 35 |
| 1100 | 94 | 59 |
| 1101 | 97 | 37 |
| 1102 | 97 | 60 |
| 1103 | 93 | 98 |
| 1104 | 98 | 53 |
| 1105 | 103 | 13 |
| 1106 | 103 | 11 |
| 1107 | 103 | 11 |
| 1108 | 103 | 13 |
| 1109 | 103 | 10 |
| 1110 | 103 | 10 |
| 1111 | 103 | 11 |
| 1112 | 103 | 10 |
| 1113 | 103 | 10 |
| 1114 | 102 | 18 |
| 1115 | 102 | 31 |
| 1116 | 101 | 24 |
| 1117 | 102 | 19 |
| 1118 | 103 | 10 |
| 1119 | 102 | 12 |
| 1120 | 99 | 56 |
| 1121 | 96 | 59 |
| 1122 | 74 | 28 |
| 1123 | 66 | 62 |
| 1124 | 74 | 29 |
| 1125 | 64 | 74 |
| 1126 | 69 | 40 |
| 1127 | 76 | 2 |
| 1128 | 72 | 29 |
| 1129 | 66 | 65 |
| 1130 | 54 | 69 |
| 1131 | 69 | 56 |
| 1132 | 69 | 40 |
| 1133 | 73 | 54 |
| 1134 | 63 | 92 |
| 1135 | 61 | 67 |
| 1136 | 72 | 42 |
| 1137 | 78 | 2 |
| 1138 | 76 | 34 |
| 1139 | 67 | 80 |
| 1140 | 70 | 67 |
| 1141 | 53 | 70 |
| 1142 | 72 | 65 |
| 1143 | 60 | 57 |
| 1144 | 74 | 29 |
| 1145 | 69 | 31 |
| 1146 | 76 | 1 |
| 1147 | 74 | 22 |
| 1148 | 72 | 52 |
| 1149 | 62 | 96 |
| 1150 | 54 | 72 |
| 1151 | 72 | 28 |
| 1152 | 72 | 35 |
| 1153 | 64 | 68 |
| 1154 | 74 | 27 |
| 1155 | 76 | 14 |
| 1156 | 69 | 38 |
| 1157 | 66 | 59 |
| 1158 | 64 | 99 |
| 1159 | 51 | 86 |
| 1160 | 70 | 53 |
| 1161 | 72 | 36 |
| 1162 | 71 | 47 |
| 1163 | 70 | 42 |
| 1164 | 67 | 34 |
| 1165 | 74 | 2 |
| 1166 | 75 | 21 |
| 1167 | 74 | 15 |
| 1168 | 75 | 13 |
| 1169 | 76 | 10 |
| 1170 | 75 | 13 |
| 1171 | 75 | 10 |
| 1172 | 75 | 7 |
| 1173 | 75 | 13 |
| 1174 | 76 | 8 |
| 1175 | 76 | 7 |
| 1176 | 67 | 45 |
| 1177 | 75 | 13 |
| 1178 | 75 | 12 |
| 1179 | 73 | 21 |
| 1180 | 68 | 46 |
| 1181 | 74 | 8 |
| 1182 | 76 | 11 |
| 1183 | 76 | 14 |
| 1184 | 74 | 11 |
| 1185 | 74 | 18 |
| 1186 | 73 | 22 |
| 1187 | 74 | 20 |
| 1188 | 74 | 19 |

▼B

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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 |

**Motordynamometerschema voor LSI-NRTC**

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 414 | 72 | 35 |
| 415 | 91 | 74 |
| 416 | 100 | 73 |
| 417 | 100 | 8 |
| 418 | 98 | 11 |
| 419 | 100 | 59 |
| 420 | 100 | 98 |
| 421 | 100 | 99 |
| 422 | 100 | 75 |
| 423 | 100 | 95 |
| 424 | 100 | 100 |
| 425 | 100 | 97 |
| 426 | 100 | 90 |
| 427 | 100 | 86 |
| 428 | 100 | 82 |
| 429 | 97 | 43 |
| 430 | 70 | 16 |
| 431 | 50 | 20 |
| 432 | 42 | 33 |
| 433 | 89 | 64 |
| 434 | 89 | 77 |
| 435 | 99 | 95 |
| 436 | 100 | 41 |
| 437 | 77 | 12 |
| 438 | 29 | 37 |
| 439 | 16 | 41 |
| 440 | 16 | 38 |
| 441 | 15 | 36 |
| 442 | 18 | 44 |
| 443 | 4 | 55 |
| 444 | 24 | 26 |
| 445 | 26 | 35 |
| 446 | 15 | 45 |
| 447 | 21 | 39 |
| 448 | 29 | 52 |
| 449 | 26 | 46 |
| 450 | 27 | 50 |
| 451 | 13 | 43 |
| 452 | 25 | 36 |
| 453 | 37 | 57 |
| 454 | 29 | 46 |
| 455 | 17 | 39 |
| 456 | 13 | 41 |
| 457 | 19 | 38 |
| 458 | 28 | 35 |
| 459 | 8 | 51 |
| 460 | 14 | 36 |
| 461 | 17 | 47 |
| 462 | 34 | 39 |
| 463 | 34 | 57 |
| 464 | 11 | 70 |
| 465 | 13 | 51 |
| 466 | 13 | 68 |
| 467 | 38 | 44 |
| 468 | 53 | 67 |
| 469 | 29 | 69 |
| 470 | 19 | 65 |
| 471 | 52 | 45 |
| 472 | 61 | 79 |
| 473 | 29 | 70 |
| 474 | 15 | 53 |
| 475 | 15 | 60 |
| 476 | 52 | 40 |
| 477 | 50 | 61 |
| 478 | 13 | 74 |
| 479 | 46 | 51 |
| 480 | 60 | 73 |
| 481 | 33 | 84 |
| 482 | 31 | 63 |
| 483 | 41 | 42 |
| 484 | 26 | 69 |
| 485 | 23 | 65 |
| 486 | 48 | 49 |
| 487 | 28 | 57 |
| 488 | 16 | 67 |
| 489 | 39 | 48 |
| 490 | 47 | 73 |
| 491 | 35 | 87 |
| 492 | 26 | 73 |
| 493 | 30 | 61 |
| 494 | 34 | 49 |
| 495 | 35 | 66 |
| 496 | 56 | 47 |
| 497 | 49 | 64 |
| 498 | 59 | 64 |
| 499 | 42 | 69 |
| 500 | 6 | 77 |
| 501 | 5 | 59 |
| 502 | 17 | 59 |
| 503 | 45 | 53 |
| 504 | 21 | 62 |
| 505 | 31 | 60 |
| 506 | 53 | 68 |
| 507 | 48 | 79 |
| 508 | 45 | 61 |
| 509 | 51 | 47 |
| 510 | 41 | 48 |
| 511 | 26 | 58 |
| 512 | 21 | 62 |
| 513 | 50 | 52 |
| 514 | 39 | 65 |
| 515 | 23 | 65 |
| 516 | 42 | 62 |
| 517 | 57 | 80 |
| 518 | 66 | 81 |
| 519 | 64 | 62 |
| 520 | 45 | 42 |
| 521 | 33 | 42 |
| 522 | 27 | 57 |
| 523 | 31 | 59 |
| 524 | 41 | 53 |
| 525 | 45 | 72 |
| 526 | 48 | 73 |
| 527 | 46 | 90 |
| 528 | 56 | 76 |
| 529 | 64 | 76 |
| 530 | 69 | 64 |
| 531 | 72 | 59 |
| 532 | 73 | 58 |
| 533 | 71 | 56 |

▼B

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 1014 | 93 | 22 |
| 1015 | 93 | 20 |
| 1016 | 93 | 19 |
| 1017 | 93 | 20 |
| 1018 | 93 | 19 |
| 1019 | 93 | 19 |
| 1020 | 93 | 20 |
| 1021 | 93 | 32 |
| 1022 | 93 | 37 |
| 1023 | 93 | 28 |
| 1024 | 93 | 26 |
| 1025 | 93 | 24 |
| 1026 | 93 | 22 |
| 1027 | 93 | 22 |
| 1028 | 93 | 21 |
| 1029 | 93 | 20 |
| 1030 | 93 | 20 |
| 1031 | 93 | 20 |
| 1032 | 93 | 20 |
| 1033 | 93 | 19 |
| 1034 | 93 | 18 |
| 1035 | 93 | 20 |
| 1036 | 93 | 20 |
| 1037 | 93 | 20 |
| 1038 | 93 | 20 |
| 1039 | 93 | 19 |
| 1040 | 93 | 18 |
| 1041 | 93 | 18 |
| 1042 | 93 | 17 |
| 1043 | 93 | 16 |
| 1044 | 93 | 16 |
| 1045 | 93 | 15 |
| 1046 | 93 | 16 |
| 1047 | 93 | 18 |
| 1048 | 93 | 37 |
| 1049 | 93 | 48 |
| 1050 | 93 | 38 |
| 1051 | 93 | 31 |
| 1052 | 93 | 26 |
| 1053 | 93 | 21 |
| 1054 | 93 | 18 |
| 1055 | 93 | 16 |
| 1056 | 93 | 17 |
| 1057 | 93 | 18 |
| 1058 | 93 | 19 |
| 1059 | 93 | 21 |
| 1060 | 93 | 20 |
| 1061 | 93 | 18 |
| 1062 | 93 | 17 |
| 1063 | 93 | 17 |
| 1064 | 93 | 18 |
| 1065 | 93 | 18 |
| 1066 | 93 | 18 |
| 1067 | 93 | 19 |
| 1068 | 93 | 18 |
| 1069 | 93 | 18 |
| 1070 | 93 | 20 |
| 1071 | 93 | 23 |
| 1072 | 93 | 25 |
| 1073 | 93 | 25 |
| 1074 | 93 | 24 |
| 1075 | 93 | 24 |
| 1076 | 93 | 22 |
| 1077 | 93 | 22 |
| 1078 | 93 | 22 |
| 1079 | 93 | 19 |
| 1080 | 93 | 16 |
| 1081 | 95 | 17 |
| 1082 | 95 | 37 |
| 1083 | 93 | 43 |
| 1084 | 93 | 32 |
| 1085 | 93 | 27 |
| 1086 | 93 | 26 |
| 1087 | 93 | 24 |
| 1088 | 93 | 22 |
| 1089 | 93 | 22 |
| 1090 | 93 | 22 |
| 1091 | 93 | 23 |
| 1092 | 93 | 22 |
| 1093 | 93 | 22 |
| 1094 | 93 | 23 |
| 1095 | 93 | 23 |
| 1096 | 93 | 23 |
| 1097 | 93 | 22 |
| 1098 | 93 | 23 |
| 1099 | 93 | 23 |
| 1100 | 93 | 23 |
| 1101 | 93 | 25 |
| 1102 | 93 | 27 |
| 1103 | 93 | 26 |
| 1104 | 93 | 25 |
| 1105 | 93 | 27 |
| 1106 | 93 | 27 |
| 1107 | 93 | 27 |
| 1108 | 93 | 24 |
| 1109 | 93 | 20 |
| 1110 | 93 | 18 |
| 1111 | 93 | 17 |
| 1112 | 93 | 17 |
| 1113 | 93 | 18 |
| 1114 | 93 | 18 |
| 1115 | 93 | 18 |
| 1116 | 93 | 19 |
| 1117 | 93 | 22 |
| 1118 | 93 | 22 |
| 1119 | 93 | 19 |
| 1120 | 93 | 17 |
| 1121 | 93 | 17 |
| 1122 | 93 | 18 |
| 1123 | 93 | 18 |
| 1124 | 93 | 19 |
| 1125 | 93 | 19 |
| 1126 | 93 | 20 |
| 1127 | 93 | 19 |
| 1128 | 93 | 20 |
| 1129 | 93 | 25 |
| 1130 | 93 | 30 |
| 1131 | 93 | 31 |
| 1132 | 93 | 26 |
| 1133 | 93 | 21 |

▼B

| Tijd (s) | Genormaliseerd toerental (%) | Genormaliseerd koppel (%) |
|---|---|---|
| 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 |