

II

(Niet-wetgevingshandelingen)

HANDELINGEN VAN BIJ INTERNATIONALE OVEREENKOMSTEN INGESTELDE ORGANEN

Voor het internationaal publiekrecht hebben alleen de originele VN/ECE-teksten rechtsgevolgen. Zie voor de status en de datum van inwerkingtreding van dit reglement de recentste versie van VN/ECE-statusdocument TRANS/WP.29/343 op: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocsts.html>

Reglement nr. 49 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE) — Uniforme voorschriften met betrekking tot de maatregelen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door voertuigmotoren met compressieontsteking en de emissie van verontreinigende gassen door op aardgas of vloeibaar petroleumgas lopende voertuigmotoren met elektrische ontsteking

Wijziging van Reglement nr. 49, zoals gepubliceerd in PB L 103 van 12.4.2008, blz. 1.

Bevat:

Supplement 1 op wijzigingenreeks 05 — Datum van inwerkingtreding: 17 maart 2010

Supplement 2 op wijzigingenreeks 05 — Datum van inwerkingtreding: 19 augustus 2010

Corrigendum 1 op supplement 2 — Datum van inwerkingtreding: 19 augustus 2010

Wijzigingen in de inhoudsopgave

De titel van bijlage 4B komt als volgt te luiden:

„Testprocedure voor compressieontstekingsmotoren en op aardgas of vloeibaar petroleumgas lopende elektrische-ontstekingsmotoren op basis van de wereldwijd geharmoniseerde certificering van zware motoren (WHDC, mondiaal technisch reglement nr. 4)“.

De titel van bijlage 9B komt als volgt te luiden:

„Technische voorschriften voor boorddiagnosesystemen (OBD-systemen)“.

Er wordt een nieuwe bijlage 9C ingevoegd:

„Bijlage 9C — Technische voorschriften voor de beoordeling van de prestaties tijdens het gebruik van boorddiagnosesystemen (OBD-systemen)

Aanhangsel 1 — Groepen bewakingsfuncties“.

Er wordt een nieuwe bijlage 10 ingevoegd:

„Bijlage 10 — Technische voorschriften betreffende emissies buiten de cyclus (OCE)“

Wijzigingen in de bijlagen

De bestaande bijlage 4B wordt vervangen door een nieuwe bijlage 4B:

„BIJLAGE 4B

Testprocedure voor compressieontstekingsmotoren en op aardgas of vloeibaar petroleumgas lopende elektrische-ontstekingsmotoren op basis van de wereldwijd geharmoniseerde certificering van zware motoren (WHDC, mondiaal technisch reglement nr. 4)

1. TOEPASSELIJKHEID

Deze bijlage is voorlopig niet van toepassing voor het verkrijgen van typegoedkeuring krachtens dit reglement. In de toekomst zal zij wel van toepassing worden.

2. Gereserveerd ⁽¹⁾

3. DEFINITIES, SYMBOLEN EN AFKORTINGEN

3.1. Definities

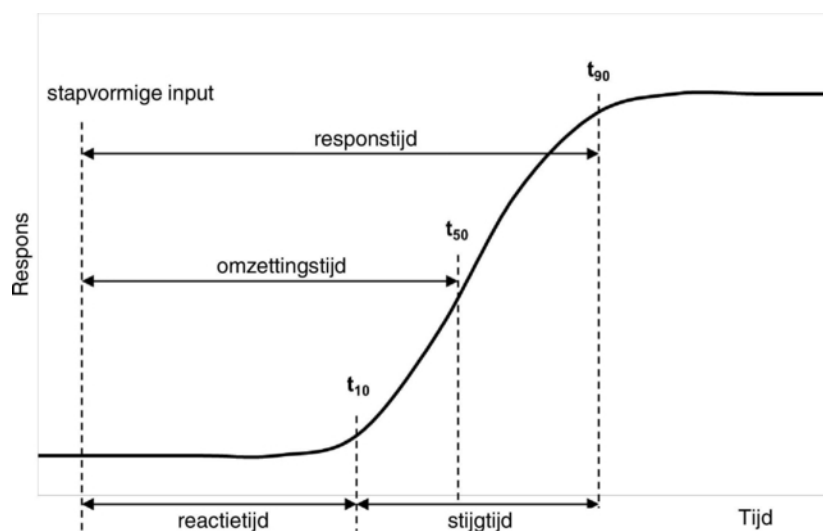
Voor de toepassing van dit reglement wordt verstaan onder:

- 3.1.1. „continue regeneratie”: het regeneratieproces van een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat hetzij permanent, hetzij ten minste één keer per WHTC-warmestarttest plaatsvindt. Voor een dergelijk regeneratieproces is geen speciale testprocedure vereist;
- 3.1.2. „reactietijd”: het tijdsverschil tussen de verandering van het te meten bestanddeel aan het referentiepunt en een systeemrespons van 10 % van de eindwaarde (t_{10}) waarbij de bemonsteringssonde het referentiepunt is. Voor de gasvormige bestanddelen is dit de overbrengingstijd van het gemeten bestanddeel van de bemonsteringssonde naar de detector;
- 3.1.3. „NO_x-verwijderingssysteem”: een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat ontworpen is om de emissie van stikstofoxiden (NO_x) te verminderen (bijvoorbeeld passieve en actieve katalysatoren om het NO_x-gehalte te verminderen, systemen voor NO_x-absorptie en systemen voor selectieve katalytische reductie (SCR));
- 3.1.4. „dieselmotor”: een motor die werkt volgens het principe van compressieontsteking;
- 3.1.5. „verloop”: het verschil tussen de nul- of ijkgasrespons van het meetinstrument na en voor een emissietest;
- 3.1.6. „motorfamilie”: een door de fabrikant aangegeven groep motoren die op grond van hun ontwerp overeenkomstig punt 5.2 van deze bijlage vergelijkbare uitlaatemissie-eigenschappen bezitten; alle leden van de familie moeten voldoen aan de van toepassing zijnde emissiegrenswaarden;
- 3.1.7. „motorsysteem”: de motor, het emissiebeperkingsstelsel en de communicatie-interface (apparatuur en berichten) tussen de elektronische regeleenheid of -eenheden van de motor (ECU) en elke andere regeleenheid van de aandrijflijn of van het voertuig;
- 3.1.8. „motortype”: een categorie motoren die onderling niet verschillen op essentiële punten;

⁽¹⁾ De nummering in deze bijlage komt overeen met die van het mondiaal technisch WHDC-reglement. Sommige punten van het mondiaal technisch WHDC-reglement zijn echter niet nodig in deze bijlage.

- 3.1.9. „uitlaatgasnabehandelingssysteem”: een oxidatie- of driewegkatalysator, een deeltjesfilter, een NO_x-verwijderingssysteem, een combinatie van NO_x-verwijderingssysteem en deeltjesfilter of elke andere emissiebeperkende voorziening die voorbij de motor is geïnstalleerd. Uitlaatgasrecirculatie (EGR) wordt als een integraal deel van de motor beschouwd en valt daarom niet binnen deze definitie;
- 3.1.10. „volledige-stroomverduunningsmethode”: het proces van het mengen van de totale uitlaatgasstroom met verdunningsmiddel voordat een klein deel van de verdunde uitlaatgasstroom wordt afgenomen voor analyse;
- 3.1.11. „verontreinigende gassen”: koolmonoxide, koolwaterstoffen en/of andere koolwaterstoffen dan methaan (uitgaande van een verhouding van CH_{1,85} voor diesel, CH_{2,525} voor lpg en CH_{2,93} voor aardgas en een hypothetisch molecuul CH₃O_{0,5} voor ethanol gebruikt in dieselmotoren), methaan (uitgaande van een verhouding van CH₄ voor aardgas) en stikstofoxiden (uitgedrukt in stikstofdioxide(NO₂)-equivalent);
- 3.1.12. „hoog toerental (n_{hi})”: het hoogste motortoerental waarbij 70 % van het opgegeven maximumvermogen wordt ontwikkeld;
- 3.1.13. „laag toerental (n_{lo})”: het laagste motortoerental waarbij 55 % van het opgegeven maximumvermogen wordt ontwikkeld;
- 3.1.14. „maximumvermogen (P_{max})”: het maximumvermogen in kW als opgegeven door de fabrikant;
- 3.1.15. „toerental waarbij het maximumkoppel wordt bereikt”: het motortoerental waarbij het door de fabrikant opgegeven maximumkoppel wordt bereikt door de motor;
- 3.1.16. „genormaliseerd koppel”: in een percentage uitgedrukt motorkoppel, genormaliseerd naar het maximaal beschikbare koppel bij een toerental;
- 3.1.17. „vraag van de operator”: de input waarmee een motoroperator de output van de motor aanstuurt. De operator kan een persoon zijn (handmatige aansturing) of een reguleur (automatische aansturing), die op mechanische of elektronische wijze input doorgeeft om output van de motor te verkrijgen. De input kan afkomstig zijn van een gaspedaal, een gashendel, een brandstofhendel, een toerentahendel of een afstelpunt van een reguleur, danwel van een signaal van een van deze onderdelen;
- 3.1.18. „basismotor”: een motor die op zodanige wijze uit een motorfamilie is gekozen dat de emissie-eigenschappen representatief zijn voor die motorfamilie;
- 3.1.19. „deeltjesnabehandelingvoorziening”: een uitlaatgasnabehandelingssysteem ontworpen om de emissie van verontreinigende deeltjes te verminderen door mechanische scheiding, aerodynamische scheiding, scheiding door diffusie of scheiding door traagheid;
- 3.1.20. „partiële-stroomverduunningsmethode”: het proces waarbij een deel van de totale uitlaatgasstroom wordt gescheiden en dan gemengd met een passende hoeveelheid verdunningsmiddel vóór het deeltjesbemonsteringsfilter;
- 3.1.21. „deeltjesmateriaal (PM)”: materiaal dat verzameld wordt op een gespecificeerd filtermedium na verduunning van het uitlaatgas met een schoon, gefilterd verdunningsmiddel bij een temperatuur tussen 315 K (42 °C) en 325 K (52 °C); dit bestaat voornamelijk uit koolstof, gecondenseerde koolwaterstoffen en sulfaten met geassocieerd water;
- 3.1.22. „periodieke regeneratie”: het regeneratieproces van een uitlaatgasnabehandelingssysteem, dat periodiek plaatsvindt nadat de motor doorgaans ten hoogste 100 uur normaal heeft gewerkt. Tijdens cycli waarin regeneratie plaatsvindt, kunnen de emissienormen worden overschreden;
- 3.1.23. „testcyclus van statische toestanden met overgangen”: een testcyclus bestaande uit een opeenvolging van teststanden van de motor in statische toestand met een bepaald toerental en koppel voor iedere teststand en bepaalde overgangen tussen deze teststanden (WHSC);

- 3.1.24. „nominaal toerental”: het door de reguleur toegestane maximumtoerental bij volle belasting, of, bij afwezigheid van een reguleur, het toerental waarbij de motor het maximumvermogen levert, volgens opgave van de fabrikant in zijn verkoop- en servicedocumentatie;
- 3.1.25. „respons tijd”: het tijdsverschil tussen een snelle verandering van het te meten bestanddeel op het referentiepunt en een systeemrespons van 90 % van de eindwaarde (t_{90}) met de bemonsteringssonde als referentiepunt, waarbij de verandering van het gemeten bestanddeel ten minste 60 % van het volledige schaalbereik (FS) bedraagt en in minder dan 0,1 s plaatsvindt. De respons tijd van het systeem bestaat uit de reactie tijd en de stijgtijd van het systeem;
- 3.1.26. „stijgtijd”: het tijdsverschil tussen de 10 %- en de 90 %-respons van de eindwaarde ($t_{90} - t_{10}$);
- 3.1.27. „ijkgasrespons”: de gemiddelde respons op een ijkgas gedurende een periode van 30 s;
- 3.1.28. „specifieke emissies”: de massa-emissie uitgedrukt in g/kWh;
- 3.1.29. „testcyclus”: een opeenvolging van testpunten, elk bij een bepaald toerental en koppel van de motor in statische toestand (WHSC) of veranderende werkingsomstandigheden (WHTC);
- 3.1.30. „omzettingstijd”: het tijdsverschil tussen de verandering van het te meten bestanddeel op het referentiepunt en een systeemrespons van 50 % van de eindwaarde (t_{50}) waarbij de bemonsteringssonde het referentiepunt is. De omzettingstijd wordt gebruikt voor de afregeling van de signalen van verschillende meetinstrumenten;
- 3.1.31. „transiënte testcyclus”: een testcyclus met een opeenvolging van genormaliseerde toerental- en koppelwaarden die binnen een tijdspanne relatief snel variëren (WHTC);
- 3.1.32. „nuttige levensduur”: de relevante afstand en/of tijd waarvoor aan de relevante emissiegrenswaarden voor gassen en deeltjes moet worden voldaan;
- 3.1.33. „nulgasrespons”: de gemiddelde respons op een nulgas gedurende een periode van 30 s.



Figuur 1

Definities van systeemrespons

3.2. Algemene symbolen

Symbol	Eenheid	Term
a_1	—	Helling van de regressie
a_0	—	y-Afsnijpunt van de regressie
A/F_{st}	—	Stoichiometrische lucht-brandstofverhouding
c	ppm/vol.-%	Concentratie
c_d	ppm/vol.-%	Concentratie op droge basis
c_w	ppm/vol.-%	Concentratie op natte basis
c_b	ppm/vol.-%	Achtergrondconcentratie
C_d	—	Afvoercoëfficiënt van SSV
c_{gas}	ppm/vol.-%	Concentratie van de gasvormige bestanddelen
d	m	Diameter
d_v	m	Diameter van de venturihals
D_0	m ³ /s	Afsnijpunt van de PDP-kalibratie
D	—	Verdunningsfactor
Δt	s	Tijdsinterval
e_{gas}	g/kWh	Specifieke emissie van gasvormige bestanddelen
e_{PM}	g/kWh	Specifieke emissie van deeltjes
e_r	g/kWh	Specifieke emissie tijdens een regeneratie
e_w	g/kWh	Gewogen specifieke emissie
E_{CO_2}	%	CO ₂ -demping van de NO _x -analysator
E_E	%	Doelmatigheid van de ethaanconversie
E_{H_2O}	%	Waterdemping van de NO _x -analysator
E_M	%	Doelmatigheid van de methaanconversie
E_{NO_x}	%	Doelmatigheid van de NO _x -omzetter
f	Hz	Bemonsteringsfrequentie
f_a	—	Atmosferische factor van het laboratorium
F_s	—	Stoichiometrische factor
H_a	g/kg	Absolute vochtigheid van de inlaatlucht
H_d	g/kg	Absolute vochtigheid van het verdunningsmiddel
i	—	Index die een momentane meting aangeeft (bijv. 1 Hz)
k_c	—	Koolstofspectifieke factor
$k_{f,d}$	m ³ /kg brandstof	Aanvullend volume droog uitlaatgas van verbranding
$k_{f,w}$	m ³ /kg brandstof	Aanvullend volume nat uitlaatgas van verbranding
$k_{h,D}$	—	Vochtigheidscorrectiefactor voor NO _x bij compressieontstekingsmotoren
$k_{h,G}$	—	Vochtigheidscorrectiefactor voor NO _x bij elektrische-ontstekingsmotoren
$k_{r,u}$	—	Regeneratieaanpassingsfactor (naar boven)
$k_{r,d}$	—	Regeneratieaanpassingsfactor (naar beneden)
$k_{w,a}$	—	Droog/natcorrectiefactor voor de inlaatlucht
$k_{w,d}$	—	Droog/natcorrectiefactor voor het verdunningsmiddel
$k_{w,e}$	—	Droog/natcorrectiefactor voor het verdunde uitlaatgas
$k_{w,r}$	—	Droog/natcorrectiefactor voor het ruwe uitlaatgas

Symbool	Eenheid	Term
K_V	—	CFV-kalibratiefunctie
λ	—	Luchtvermaatgetal
m_b	mg	Massa van het verzamelde deeltjesmonster van het verdunningsmiddel
m_d	kg	Massa van het verdunningsmiddelmonster dat door de deeltjesbemonsteringsfilters wordt gevoerd
m_{ed}	kg	Totale massa van het verdunde uitlaatgas gedurende de testcyclus
m_{edf}	kg	Massa van equivalent verdund uitlaatgas gedurende de testcyclus
m_{ew}	kg	Totale massa van het uitlaatgas gedurende de testcyclus
m_{gas}	g	Massa van de gasvormige emissies gedurende de testcyclus
m_f	mg	Massa van de deeltjesbemonsteringsfilters
m_p	mg	Massa van het verzamelde deeltjesmonster
m_{PM}	g	Massa van de deeltjesemissies gedurende de testcyclus
m_{se}	kg	Massa van het uitlaatgasmonster gedurende de testcyclus
m_{sed}	kg	Massa van het verdunde uitlaatgas dat door de verdunningstunnel stroomt
m_{sep}	kg	Massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt
m_{ssd}	kg	Massa van het secundaire verdunningsmiddel
M	Nm	Koppel
M_a	g/mol	Molaire massa van de inlaatlucht
M_d	g/mol	Molaire massa van het verdunningsmiddel
M_e	g/mol	Molaire massa van het uitlaatgas
M_f	Nm	Door de te monteren apparatuur of hulpapparatuur opgenomen koppel
M_{gas}	g/mol	Molaire massa van de gasvormige bestanddelen
M_r	Nm	Door de te verwijderen apparatuur of hulpapparatuur opgenomen koppel
n	—	Aantal metingen
n_r	—	Aantal metingen met regeneratie
n	min ⁻¹	Toerental van de motor
n_{hi}	min ⁻¹	Hoog motortoerental
n_{lo}	min ⁻¹	Laag motortoerental
n_{pref}	min ⁻¹	Aanbevolen motortoerental
n_p	omw./s	PDP-pompsnelheid
p_a	kPa	Verzadigde dampdruk van de motorinlaatlucht
p_b	kPa	Totale luchtdruk
p_d	kPa	Verzadigde dampdruk van het verdunningsmiddel
P_f	kW	Door de te monteren apparatuur of hulpapparatuur opgenomen vermogen
p_p	kPa	Absolute druk
p_r	kW	Waterdampdruk na koelbad
p_s	kPa	Droge luchtdruk
P	kW	Vermogen

Symbol	Eenheid	Term
P_r	kW	Door de te verwijderen apparatuur of hulpapparatuur opgenomen vermogen
q_{mad}	kg/s	Massastroom inlaatlucht op droge basis
q_{maw}	kg/s	Massastroom inlaatlucht op natte basis
q_{mCe}	kg/s	Koolstofmassadebiet in het ruwe uitlaatgas
q_{mCf}	kg/s	Koolstofmassadebiet naar de motor
q_{mCp}	kg/s	Koolstofmassadebiet naar het partiële-stroomverduunningssysteem
q_{mdew}	kg/s	Massastroom verdund uitlaatgas op natte basis
q_{mdw}	kg/s	Massastroom verdunningsmiddel op natte basis
q_{medf}	kg/s	Massastroom equivalent verdund uitlaatgas op natte basis
q_{mew}	kg/s	Uitlaatgasmassastroom op natte basis
q_{mex}	kg/s	Monstermassadebiet onttrokken aan de verdunningstunnel
q_{mf}	kg/s	Brandstofmassastroom
q_{mp}	kg/s	Bemonsteringsstroom van uitlaatgas naar het partiële-stroomverduunningssysteem
q_{vCVS}	m ³ /s	CVS-volumedebiet
q_{vs}	dm ³ /min	Systeemstroom van het uitlaatgasanalysesysteem
q_{vt}	cm ³ /min	Indicatorgasdebiet
r^2	—	Determinatiecoëfficiënt
r_d	—	Verduunningsverhouding
r_D	—	Diameterverhouding van SSV
r_h	—	Koolwaterstofresponsfactor van de vlamionisatiedetector (FID)
r_m	—	Methanolresponsfactor van de vlamionisatiedetector (FID)
r_p	—	Drukverhouding van SSV
r_s	—	Gemiddelde bemonsteringsverhouding
ρ	kg/m ³	Dichtheid
ρ_e	kg/m ³	Uitlaatgasdichtheid
σ	—	Standaardafwijking
s	—	Standaardafwijking
T	K	Absolute temperatuur
T_a	K	Absolute temperatuur van de inlaatlucht
t	s	Tijd
t_{10}	s	Tijd tussen stapvormig ingangssignaal en 10 % van de eindwaarde
t_{50}	s	Tijd tussen stapvormig ingangssignaal en 50 % van de eindwaarde
t_{90}	s	Tijd tussen stapvormig ingangssignaal en 90 % van de eindwaarde
u	—	Verhouding tussen de dichtheden (of molaire massa's) van de gasbestanddelen en het uitlaatgas gedeeld door 1 000
V_0	m ³ /omw.	PDP-gasvolume dat per omwenteling wordt gepompt
V_s	dm ³	Systeemvolume van uitlaatgasanalyseopstelling
W_{act}	kWh	Werkelijke cyclusarbeid van de testcyclus
W_{ref}	kWh	Referentiecyclusarbeid van de testcyclus
X_0	m ³ /omw.	PDP-kalibratiefunctie

3.3. Symbolen en afkortingen voor de brandstofsamenstelling

w_{ALF}	Waterstofgehalte van brandstof, massa-%
w_{BET}	Koolstofgehalte van brandstof, massa-%
w_{GAM}	Zwavelgehalte van brandstof, massa-%
w_{DEL}	Stikstofgehalte van brandstof, massa-%
w_{EPS}	Zuurstofgehalte van brandstof, massa-%
α	Molaire waterstofverhouding (H/C)
γ	Molaire zwavelverhouding (S/C)
δ	Molaire stikstofverhouding (N/C)
ε	Molaire zuurstofverhouding (O/C)

in het geval van een brandstof $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$

3.4. Symbolen en afkortingen voor de chemische bestanddelen

C1	Koolstof-1-equivalent koolwaterstof
CH_4	Methaan
C_2H_6	Ethaan
C_3H_8	Propaan
CO	Koolmonoxide
CO_2	Kooldioxide
DOP	Diocetylftalaat
HC	Koolwaterstoffen
H_2O	Water
NMHC	Andere koolwaterstoffen dan methaan
NO_x	Stikstofoxiden
NO	Stikstofmonoxide
NO_2	Stikstofdioxide
PM	Deeltjesmateriaal

3.5. Afkortingen

CFV	Venturibuis met kritische stroming
CLD	Chemiluminescentiedetector
CVS	Bemonstering met constant volume
de NO_x	NO_x -nabehandelingssysteem
EGR	Uitlaatgasrecirculatie
FID	Vlamionisatiedetector
GC	Gaschromatograaf
HCLD	Verwarmde chemiluminescentiedetector
HFID	Verwarmde vlamionisatiedetector
Lpg	Vloeibaar petroleumgas
NDIR	Niet-dispersieve infraroodanalysator
NG	Aardgas

NMC	Niet-methaancutter
PDP	Verdringerpomp
% FS	Percentage van het volledige schaalbereik (FS)
PFS	Partiële-stroomsysteem
SSV	Subsonische venturi
VGT	Variabele geometrische turbine

4. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

Het motorsysteem moet zodanig zijn ontworpen, gebouwd en geassembleerd dat de motor bij normaal gebruik gedurende zijn nuttige levensduur, zoals gedefinieerd in dit reglement, aan de voorschriften van deze bijlage kan voldoen, ook na installatie in het voertuig.

5. PRESTATIE-EISEN

5.1. Emissie van verontreinigende gassen en deeltjes

De emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door de motor wordt vastgesteld door de WHTC- en WHSC-testcycli zoals beschreven in punt 7. De meetsystemen moeten voldoen aan de lineariteits-eisen in punt 9.2 en de specificaties in punt 9.3 (meting van de gasvormige emissies), punt 9.4 (deeltjesmeting) en aanhangsel 3.

Andere systemen of analyseapparatuur kunnen door de typegoedkeuringsinstantie worden goedgekeurd, indien wordt aangetoond dat zij gelijkwaardige resultaten opleveren overeenkomstig punt 5.1.1.

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.

De „resultaten” hebben betrekking op de gewogen emissiewaarde bij een specifieke cyclus. De correlatietest moet worden uitgevoerd in hetzelfde laboratorium, in dezelfde meetcel en op dezelfde motor en bij voorkeur gelijktijdig. De gelijkwaardigheid van de gemiddelden van de monsterparen wordt vastgesteld aan de hand van F-test- en t-teststatistieken zoals beschreven in aanhangsel 4, punt A.4.3, en verkregen in dezelfde laboratoriummeetcel en op dezelfde motor zoals hierboven beschreven. Uitschieters worden vastgesteld overeenkomstig ISO 5725 en worden niet in het gegevensbestand opgenomen. De systemen die voor de correlatietest worden gebruikt, moeten door de typegoedkeuringsinstantie worden goedgekeurd.

5.2. Motorfamilie

5.2.1. Algemeen

Een motorfamilie wordt gekenmerkt door ontwerpparameters. Deze moeten voor alle motoren binnen deze familie dezelfde zijn. De motorfabrikant kan zelf beslissen welke motoren tot een bepaalde motorfamilie behoren, zolang hij de hiervoor in punt 5.2.3 opgesomde criteria maar in acht neemt. De motorfamilie wordt door de typegoedkeuringsinstantie goedgekeurd. De fabrikant verstrekt de typegoedkeuringsinstantie relevante informatie over de emissiewaarden van de leden van de motorfamilie.

5.2.2. Bijzondere gevallen

In sommige gevallen kan er interactie optreden tussen de parameters. Hiermee moet rekening worden gehouden om ervoor te zorgen dat alleen motoren met vergelijkbare uitlaatemissie-eigenschappen tot één motorfamilie worden gerekend. De fabrikant moet deze gevallen omschrijven en de typegoedkeuringsinstantie hiervan op de hoogte stellen. Hiermee zal vervolgens rekening worden gehouden als criterium bij het opstellen van een nieuwe motorfamilie.

Indien inrichtingen of kenmerken die niet in punt 5.2.3 zijn vermeld sterk van invloed zijn op het emissieniveau, moet de fabrikant deze apparatuur op basis van goede ingenieurspraktijk identificeren en de typegoedkeuringsinstantie hiervan op de hoogte stellen. Hiermee zal vervolgens rekening worden gehouden als criterium bij het opstellen van een nieuwe motorfamilie.

Naast de in punt 5.2.3 genoemde parameters kan de fabrikant ook aanvullende criteria opgeven op basis waarvan families van kleinere omvang kunnen worden gedefinieerd. Dat zijn niet noodzakelijkerwijs parameters die van invloed zijn op het emissieniveau.

5.2.3. Parameters die de motorfamilie bepalen

5.2.3.1. Verbrandingscyclus:

- a) tweetaktcyclus;
- b) viertaktcyclus;
- c) rotatiemotor;
- d) overige.

5.2.3.2. Opstelling van de cilinders

5.2.3.2.1. Positie van de cilinders in het blok:

- a) V;
- b) in lijn;
- c) stervormig;
- d) overige (F, W enz.).

5.2.3.2.2. Relatieve positie van de cilinders

Motoren met hetzelfde blok mogen tot dezelfde familie behoren mits de hart-op-hartverhoudingen van de boringen hetzelfde zijn.

5.2.3.3. Voornaamste koelmiddel:

- a) lucht;
- b) water;
- c) olie.

5.2.3.4. Afzonderlijke zuigerverplaatsing

5.2.3.4.1. Motoren met een totale zuigerverplaatsing $\geq 0,75 \text{ dm}^3$

Motoren met een totale zuigerverplaatsing $\geq 0,75 \text{ dm}^3$ kunnen alleen tot dezelfde motorfamilie behoren als het grootste verschil tussen de afzonderlijke zuigerverplaatsingen niet groter is dan 15 % van de grootste afzonderlijke zuigerverplaatsing binnen de familie.

5.2.3.4.2. Motoren met een totale zuigerverplaatsing $< 0,75 \text{ dm}^3$

Motoren met een totale zuigerverplaatsing $< 0,75 \text{ dm}^3$ kunnen alleen tot dezelfde motorfamilie behoren als het grootste verschil tussen de afzonderlijke zuigerverplaatsingen niet groter is dan 30 % van de grootste afzonderlijke zuigerverplaatsing binnen de familie.

5.2.3.4.3. Motoren met andere grenswaarden voor de zuigerverplaatsing

Motoren met een afzonderlijke zuigerverplaatsing die de grenswaarden in de punten 5.2.3.4.1 en 5.2.3.4.2 overschrijdt, kunnen met goedkeuring van de typegoedkeuringsinstantie tot dezelfde familie behoren. Deze goedkeuring moet worden gebaseerd op technische elementen (berekeningen, simulaties, experimentele resultaten enz.) die aantonen dat het overschrijden van de grenswaarden geen noemenswaardige invloed uitoefent op de uitlaatemissies.

5.2.3.5. Methode van luchtaanzuiging:

- a) natuurlijke aanzuiging;
- b) drukvulling;
- c) drukvulling met tussenkoeler.

5.2.3.6. Brandstoftype:

- a) diesel;
- b) aardgas;
- c) vloeibaar petroleumgas (lpg);
- d) ethanol.

5.2.3.7. Type verbrandingskamer:

- a) open kamer;
- b) gedeelde kamer;
- c) overige typen.

5.2.3.8. Ontstekingstype:

- a) elektrische ontsteking;
- b) compressieontsteking.

5.2.3.9. Klep- en poorteigenschappen:

- a) configuratie;
- b) aantal kleppen per cilinder.

5.2.3.10. Type brandstoftoevoer:

- a) type toevoer vloeibare brandstof:
 - i) pomp, (hogedruk)leiding en verstuiver;
 - ii) in de leiding geplaatste pomp of verdelerpomp;
 - iii) unitpomp of -verstuiver;
 - iv) common rail;
 - v) carburateur(s);
 - vi) overige;

- b) type toevoer brandstofgas:
 - i) in gasvorm;
 - ii) vloeistof;
 - iii) menseenheden;
 - iv) overige;
- c) overige typen.

5.2.3.11. Overige inrichtingen:

- a) uitlaatgasrecirculatie (EGR);
- b) waterinspuiting;
- c) luchtinspuiting;
- d) overige.

5.2.3.12. Elektronische regelstrategie

Het wel of niet aanwezig zijn van een elektronische regeleenheid (ECU) in de motor wordt als een van de basisparameters van een familie beschouwd.

In het geval van elektronisch gestuurde motoren moet de fabrikant de technische elementen verstrekken die verklaren waarom deze motoren tot dezelfde familie behoren, d.w.z. waarom deze motoren naar verwachting aan dezelfde emissievoorschriften zullen voldoen.

Voorbeelden van deze elementen zijn berekeningen, simulaties, schattingen, beschrijvingen van inspuutparameters en experimentele resultaten.

Voorbeelden van gestuurde kenmerken zijn:

- a) timing;
- b) inspuutdruk;
- c) meervoudige inspuutingen;
- d) aanjaagdruk;
- e) VGT;
- f) EGR.

5.2.3.13. Uitlaatgasnabehandelingsystemen

De functie en combinatie van de volgende inrichtingen worden beschouwd als criteria om te bepalen of een motor tot een bepaalde motorfamilie behoort:

- a) oxidatiekatalysator;
- b) driewegkatalysator;
- c) NO_x-verwijderingssysteem met selectieve reductie van NO_x (aanvullend reductiemiddel);
- d) andere NO_x-verwijderingsystemen;

- e) deeltjesvanger met passieve regeneratie;
- f) deeltjesvanger met actieve regeneratie;
- g) overige deeltjesvangers;
- h) overige systemen.

Als een motor zonder nabehandelingssysteem is gecertificeerd, hetzij als basismotor, hetzij als lid van een motorfamilie, mag deze motor, als deze van een oxidatiekatalysator wordt voorzien, lid blijven van dezelfde motorfamilie, mits er geen andere brandstofeisen worden gesteld.

Als er wel specifieke brandstofeisen worden gesteld (bijv. deeltjesvangers die speciale additieven aan de brandstof toevoegen om het regeneratieproces zeker te stellen), moet het besluit om de motor tot dezelfde familie te laten behoren worden genomen op basis van de technische elementen die de fabrikant heeft verstrekt. Deze elementen moeten aantonen dat het verwachte emissieniveau van de motor met uitbreiding aan dezelfde grenswaarde voldoet als de motor zonder uitbreiding.

Als een motor met nabehandelingssysteem is gecertificeerd, hetzij als basismotor, hetzij als lid van een motorfamilie waarvan de basismotor met hetzelfde nabehandelingssysteem is uitgerust, mag deze motor, als deze niet van een nabehandelingssysteem wordt voorzien, niet aan dezelfde motorfamilie worden toegevoegd.

5.2.4. Keuze van de basismotor

5.2.4.1. Compressieontstekingsmotoren

Nadat een motorfamilie door de typegoedkeuringsinstantie is goedgekeurd, wordt de basismotor gekozen op basis van het hoofdcriterium van de hoogste brandstofopbrengst per slag bij het opgegeven toerental voor het maximumkoppel. Indien twee of meer motoren volgens dit hoofdcriterium overeenstemmen, wordt de basismotor gekozen aan de hand van een tweede criterium, namelijk de hoogste brandstoftoevoer per slag bij het nominaal vermogen.

5.2.4.2. Elektrische-ontstekingsmotoren

Nadat een motorfamilie door de typegoedkeuringsinstantie is goedgekeurd, wordt de basismotor gekozen op basis van het hoofdcriterium van de grootste verplaatsing. Indien twee of meer motoren volgens dit hoofdcriterium overeenstemmen, wordt de basismotor gekozen aan de hand van een tweede criterium in deze volgorde:

- a) de hoogste brandstoftoevoer per slag bij het toerental voor het opgegeven nominaal vermogen;
- b) het vroegste ontstekingstijdstip;
- c) de laagste EGR-graad.

5.2.4.3. Opmerkingen bij de keuze van de basismotor

De typegoedkeuringsinstantie kan concluderen dat de ongunstigste emissiewaarde van een familie het beste kan worden vastgesteld door extra motoren te testen. De motorfabrikant moet in dit geval informatie verstrekken aan de hand waarvan kan worden vastgesteld welke motoren van de familie waarschijnlijk de hoogste emissiewaarden zullen hebben.

Indien motoren binnen de familie andere kenmerken hebben die geacht kunnen worden van invloed te zijn op de uitlaatemissies, moeten die kenmerken eveneens worden bepaald en bij de keuze van de basismotor in aanmerking worden genomen.

Indien motoren binnen de familie aan dezelfde emissiewaarden voldoen, terwijl hun nuttige levensduur verschilt, wordt dit bij de keuze van de basismotor ook in aanmerking genomen.

6. TESTVOORWAARDEN

6.1. Omstandigheden van de laboratoriumtests

De absolute temperatuur (T_a) van de inlaatlucht van de motor, uitgedrukt in Kelvin, en de droge atmosferische druk (p_s), uitgedrukt in kPa, moeten worden gemeten en de parameter f_a moet op de volgende wijze worden berekend. Bij motoren met meerdere cilinders die afzonderlijke groepen inlaatspruitstukken hebben, zoals V-motoren, wordt de gemiddelde temperatuur van de afzonderlijke groepen genomen. De parameter f_a moet in de testresultaten worden vermeld. Voor een betere herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid van de testresultaten wordt aanbevolen dat de parameter f_a zodanig is dat: $0,93 \leq f_a \leq 1,07$.

a) Compressieontstekingsmotoren:

Motoren met natuurlijke aanzuiging en mechanische drukvulling:

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

Motoren met drukvulling met of zonder koeling van de inlaatlucht:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5} \quad (2)$$

b) Elektrische-ontstekingsmotoren:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,6} \quad (3)$$

6.2. Motoren met tussenkoeling

De vulluchttemperatuur moet worden geregistreerd en moet bij het nominaal toerental en vollast binnen ± 5 K liggen van de maximumvulluchttemperatuur, zoals opgegeven door de fabrikant. De temperatuur van het koelmiddel moet ten minste 293 K (20 °C) bedragen.

Indien een laboratoriumsysteem of externe aanjager wordt gebruikt, moet de koelvloeistofstroom zo worden ingesteld dat de vulluchttemperatuur binnen ± 5 K van de maximumvulluchttemperatuur ligt, zoals opgegeven door de fabrikant voor het nominaal toerental en vollast. De koelvloeistofstroom en koelvloeistofstroom van de tussenkoeler op het hierboven genoemde instelpunt mogen gedurende de gehele testcyclus niet worden gewijzigd, tenzij dit leidt tot niet-representatieve overmatige koeling van de vullucht. Het volume van de tussenkoeler moet zijn gebaseerd op goede ingenieurspraktijk en representatief zijn voor de installatie bij een in gebruik zijnde productiemotor. Het laboratoriumsysteem moet zo zijn ontworpen dat zo min mogelijk condensvorming optreedt. Eventueel condens moet worden afgevoerd en alle afvoergaten moeten volledig worden gesloten voordat met de emissietest wordt begonnen.

Als de motorfabrikant drukvalgrenswaarden voor het volledige tussenkoelingsstelsel opgeeft, moet de drukval in het volledige tussenkoelingsstelsel bij de door de fabrikant gespecificeerde motoromstandigheden binnen die grenswaarden liggen. De drukval moet op de door de fabrikant opgegeven plaatsen worden gemeten.

6.3. Motorvermogen

De specifieke emissiemeting wordt verricht op basis van het motorvermogen en de cyclusarbeid, zoals bepaald overeenkomstig de punten 6.3.1 tot en met 6.3.5.

6.3.1. Algemene installatie van de motor

De motor moet worden getest met de in aanhangsel 7 vermelde apparatuur en hulpapparatuur.

Als de apparatuur en hulpapparatuur niet op de voorgeschreven wijze zijn geïnstalleerd, moet overeenkomstig de punten 6.3.2 tot en met 6.3.5 rekening worden gehouden met het vermogen ervan.

6.3.2. Voor de emissietest te monteren apparatuur en hulpapparatuur

Als het onwenselijk is de overeenkomstig aanhangsel 7 vereiste apparatuur en hulpapparatuur op de testbank te monteren, wordt voor het gehele motortoerentalgebied van de WHTC en voor de testtoerentallen van de WHSC het door deze apparatuur opgenomen vermogen bepaald en van het gemeten motorvermogen (referentie- en werkelijk motorvermogen) afgetrokken.

6.3.3. Voor de test te verwijderen apparatuur en hulpapparatuur

Als de overeenkomstig aanhangsel 7 niet vereiste apparatuur en hulpapparatuur niet kan worden verwijderd, mag voor het gehele motortoerentalgebied van de WHTC en voor de testtoerentallen van de WHSC het door deze apparatuur opgenomen vermogen worden bepaald en bij het gemeten motorvermogen (referentie- en werkelijk motorvermogen) worden opgeteld. Als deze waarde meer dan 3 % van het maximumvermogen bij het testtoerental bedraagt, moet zij aan de typegoedkeuringsinstantie worden aangetoond.

6.3.4. Bepaling van het vermogen van de hulpapparatuur

Het door de apparatuur en hulpapparatuur opgenomen vermogen moet alleen worden bepaald:

- a) als de overeenkomstig aanhangsel 7 vereiste apparatuur niet op de motor is gemonteerd
- en/of
- b) als de overeenkomstig aanhangsel 7 niet vereiste apparatuur op de motor is gemonteerd.

De waarden van het vermogen van de hulpapparatuur en de wijze waarop deze zijn gemeten of berekend moeten voor het gehele werkingsgebied van de testcycli door de motorfabrikant worden ingediend en door de typegoedkeuringsinstantie worden goedgekeurd.

6.3.5. Cyclusarbeid van de motor

De berekening van de referentie- en werkelijke cyclusarbeid (zie punten 7.4.8 en 7.8.6) moet worden gebaseerd op het motorvermogen overeenkomstig punt 6.3.1. In dit geval bedragen P_f en P_r uit vergelijking 4 nul, en is P gelijk aan P_m .

Als overeenkomstig de punten 6.3.2 en/of 6.3.3 apparatuur of hulpapparatuur is geïnstalleerd, moet het daardoor opgenomen vermogen worden gebruikt om elke momentane cyclusarbeidswaarde $P_{m,i}$ als volgt te corrigeren:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (4)$$

waarin:

$P_{m,i}$ het gemeten motorvermogen (kW);

$P_{f,i}$ het door de te monteren apparatuur of hulpapparatuur opgenomen vermogen (kW);

$P_{r,i}$ het door de te verwijderen apparatuur of hulpapparatuur opgenomen vermogen (kW).

6.4. Luchtinlaatsysteem van de motor

Er moet gebruik worden gemaakt van een luchtinlaatsysteem of een laboratoriumsysteem met een luchtinlaatrestrictie binnen ± 300 Pa van de door de fabrikant opgegeven maximumwaarde voor een schoon luchtfilter bij het nominaal toerental en vollast. Het statische drukverschil van de restrictie moet op de door de fabrikant opgegeven plaats worden gemeten.

6.5. Uitlaatsysteem van de motor

Er moet gebruik worden gemaakt van een motoruitlaatsysteem of een laboratoriumsysteem met een uitlaattegendruk binnen 80-100 % van de door de fabrikant opgegeven maximumwaarde bij het nominaal vermogen en vollast. Als de maximale restrictie 5 kPa of minder bedraagt, mag het instelpunt niet minder dan 1,0 kPa van het maximum afliggen. Het uitlaatsysteem moet voldoen aan de voorschriften voor uitlaatgasbemonstering in de punten 9.3.10 en 9.3.11.

6.6. Motor met uitlaatgasnabehandelingssysteem

Indien de motor met een uitlaatgasnabehandelingssysteem is uitgerust, moet de uitlaatpijp over een lengte van ten minste vier pijpdiameters vóór het expansiegedeelte waarin het nabehandelingssysteem is aangebracht, dezelfde diameter hebben als in de praktijk wordt aangetroffen of door de fabrikant is gespecificeerd. De afstand tussen de flens van het uitlaatspruitstuk of de turbocompressoruitlaat en het uitlaatgasnabehandelingssysteem moet dezelfde zijn als bij de configuratie in het voertuig of moet binnen de afstandspecificaties van de fabrikant liggen. De uitlaattegendruk of -restrictie moet aan dezelfde criteria voldoen als hierboven en mag met een klep worden ingesteld. Voor nabehandelingssystemen met variabele restrictie wordt de maximale uitlaatgasrestrictie aangegeven in de door de fabrikant gespecificeerde nabehandelingvoorwaarden („degreening”/veroudering en regeneratie-/verontreinigingsniveau). Als de maximale restrictie 5 kPa of minder bedraagt, mag het instelpunt niet minder dan 1,0 kPa van het maximum afliggen. Het nabehandelingssysteem mag tijdens dummytests en bij het bepalen van de motorkarakteristiek worden verwijderd en worden vervangen door een gelijkwaardig gedeelte met een niet-werkzame katalysatorconstructie.

De tijdens de testcyclus gemeten emissies moeten representatief zijn voor de emissies in de praktijk. In het geval van een motor met een uitlaatgasnabehandelingssysteem op basis van een verbruiksreagens moet het voor alle tests gebruikte reagens door de fabrikant worden opgegeven.

Voor motoren met een uitlaatgasnabehandelingssysteem met continue regeneratie is geen speciale testprocedure vereist, maar het regeneratieproces moet wel overeenkomstig punt 6.6.1 worden aangetoond.

Voor motoren met een uitlaatgasnabehandelingssysteem dat periodiek wordt geregenereerd, zoals beschreven in punt 6.6.2, moeten de emissieresultaten worden gecorrigeerd om rekening te houden met regeneraties. In dit geval is de gemiddelde emissie afhankelijk van de frequentie van de regeneraties uitgedrukt in het gedeelte van de tests waarbinnen een regeneratie plaatsvindt.

6.6.1. Continue regeneratie

De emissies worden gemeten bij een gestabiliseerd nabehandelingssysteem, zodat reproduceerbare emissieresultaten worden verkregen. Het regeneratieproces moet ten minste één keer tijdens de WHTC-warmestarttest plaatsvinden en de fabrikant moet aangeven onder welke normale omstandigheden de regeneratie plaatsvindt (roetgehalte, temperatuur, uitlaattegendruk enz.).

Om aan te tonen dat het regeneratieproces continu is, moet er ten minste driemaal een WHTC-warmestarttest worden uitgevoerd. Hiervoor wordt de motor overeenkomstig punt 7.4.1 opgewarmd, overeenkomstig punt 7.6.3 geïmpregneerd en wordt de eerste WHTC-warmestarttest uitgevoerd. De daaropvolgende warmestarttests worden uitgevoerd nadat de motor overeenkomstig punt 7.6.3 is geïmpregneerd. Tijdens de tests worden de uitlaattemperatuur en -druk geregistreerd (temperatuur voor en achter het nabehandelingssysteem, uitlaattedruk enz.).

Als de door de fabrikant opgegeven voorwaarden zich tijdens de tests voordoen en de resultaten van de drie (of meer) WHTC-warmestarttests niet meer dan $\pm 25\%$ of $0,005 \text{ g/kWh}$ van elkaar afwijken (de hoogste waarde is van toepassing), wordt het nabehandelingssysteem beschouwd als een systeem met continue regeneratie en zijn de algemene testbepalingen van punt 7.6 (WHTC) en punt 7.7 (WHSC) van toepassing.

Indien het uitlaatgasnabehandelingssysteem een veiligheidsstand heeft die op periodieke regeneratie overschakelt, moet het overeenkomstig punt 6.6.2 worden gecontroleerd. In dat specifieke geval kunnen de toepasselijke emissiegrenswaarden worden overschreden en worden ze niet gewogen.

6.6.2. Periodieke regeneratie

In het geval van een uitlaatgasnabehandelingssysteem op basis van een periodiek regeneratieproces worden de emissies gemeten bij ten minste drie WHTC-warmestarttests (één met en twee zonder regeneratieproces) bij een gestabiliseerd nabehandelingssysteem; de resultaten worden overeenkomstig vergelijking 5 gewogen.

Tijdens de WHTC-warmestarttest moet het regeneratieproces ten minste een keer plaatsvinden. De motor mag voorzien zijn van een schakelaar waarmee het regeneratieproces mogelijk of onmogelijk kan worden gemaakt, op voorwaarde dat deze operatie de oorspronkelijke motorkalibratie niet beïnvloedt.

De fabrikant geeft aan bij welke normale parameters het regeneratieproces plaatsvindt (roetgehalte, temperatuur, uitlaattedruk enz.) en hoelang het duurt. De fabrikant vermeldt ook de frequentie van de regeneraties uitgedrukt in het aantal tests waarbij regeneratie plaatsvindt in vergelijking tot het aantal tests zonder regeneratie. De precieze procedure waarmee deze frequentie wordt bepaald, berust op gegevens uit de praktijk en goede ingenieursinzichten, en moet door de typegoedkeurings- of certificeringsinstantie worden goedgekeurd.

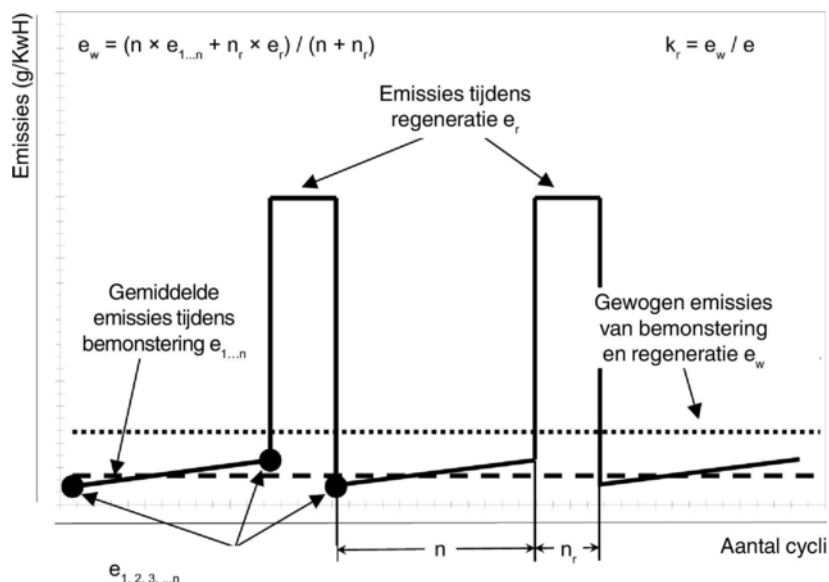
De fabrikant verstrekt een nabehandelingssysteem dat zodanig is belast dat tijdens een WHTC-test een regeneratie plaatsvindt. Voor deze test wordt de motor overeenkomstig punt 7.4.1 opgewarmd, overeenkomstig punt 7.6.3 geïmpregneerd en wordt de WHTC-warmestarttest uitgevoerd. Tijdens het opwarmen van de motor mag geen regeneratie plaatsvinden.

De gemiddelde specifieke emissies tussen de regeneratiefasen worden bepaald aan de hand van het rekenkundig gemiddelde van verschillende ongeveer op gelijke afstand in de tijd gelegen resultaten van WHTC-warmestarttests (g/kWh). De minimale eis is dat ten minste één WHTC-warmestarttest zo kort mogelijk vóór een regeneratietest en één WHTC-warmestarttest onmiddellijk na een regeneratietest wordt uitgevoerd. In plaats daarvan kan de fabrikant ook gegevens verstrekken waaruit blijkt dat de emissies tussen de regeneratiefasen constant blijven ($\pm 25\%$ of $0,005 \text{ g/kWh}$; de grootste waarde is van toepassing). In dat geval mogen de emissies van slechts één WHTC-warmestarttest worden gebruikt.

Tijdens de regeneratietest worden alle gegevens geregistreerd die nodig zijn om de regeneratie waar te nemen (emissie van CO of NO_x , temperatuur voor en achter het nabehandelingssysteem, uitlaattedruk enz.).

Tijdens de regeneratietest kunnen de toepasselijke emissiegrenswaarden worden overschreden.

De testprocedure is in figuur 2 schematisch weergegeven.



Figuur 2

Schema van het periodieke regeneratieproces

De WHTC-warmstartemissies worden als volgt gewogen:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (5)$$

waarin:

- n het aantal WHTC-warmstarttests zonder regeneratie;
- n_r het aantal WHTC-warmstarttests met regeneratie (ten minste één test);
- \bar{e} de gemiddelde specifieke emissie zonder regeneratie (g/kWh);
- \bar{e}_r de gemiddelde specifieke emissie met regeneratie (g/kWh).

Voor het bepalen van \bar{e}_r geldt het volgende:

- a) als voor de regeneratie meer dan één WHTC-warmstarttest nodig is, worden opeenvolgende volledige WHTC-warmstarttests uitgevoerd en worden de emissies voortdurend gemeten zonder impregneren en zonder de motor af te zetten, totdat de regeneratie voltooid is, en wordt het gemiddelde van de WHTC-warmstarttests berekend;
- b) als de regeneratie tijdens een WHTC-warmstarttest is voltooid, wordt de test voortgezet totdat de volledige duur verstreken is.

In overleg met de typegoedkeuringsinstantie mogen de regeneratieaanpassingsfactoren multiplicatief (punt c)) of additief (punt d)) worden toegepast op basis van een goede ingenieursanalyse.

- c) De multiplicatieve aanpassingsfactoren worden als volgt berekend:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \text{ (naar boven)} \quad (6)$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \text{ (naar beneden)} \quad (6a)$$

- d) De additieve aanpassingsfactoren worden als volgt berekend:

$$k_{r,u} = e_w - e \text{ (naar boven)} \quad (7)$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \text{ (naar beneden)} \quad (8)$$

Voor de berekening van de specifieke emissies in punt 8.6.3 worden de regeneratieaanpassingsfactoren als volgt toegepast:

- e) voor een test zonder regeneratie wordt $k_{r,u}$ vermenigvuldigd met of opgeteld bij, respectievelijk, de specifieke emissie e in vergelijking 69 of 70;
- f) voor een test met regeneratie wordt $k_{r,d}$ vermenigvuldigd met of afgetrokken van, respectievelijk, de specifieke emissie e in vergelijking 69 of 70.

Op verzoek van de fabrikant kunnen de regeneratieaanpassingsfactoren:

- g) ook op andere leden van dezelfde motorfamilie worden toegepast,
- h) ook worden toegepast op andere motorfamilies met hetzelfde nabehandelingssysteem, indien de typegoedkeurings- of certificeringsinstantie vooraf toestemming heeft verleend op basis van door de fabrikant geleverd technische bewijs dat de emissies gelijkwaardig zijn.

6.7. Koelsysteem

Er moet gebruik worden gemaakt van een motorkoelsysteem met voldoende capaciteit om de motor op de normale door de fabrikant voorgeschreven temperaturen te houden.

6.8. Smeerolie

De smeerolie moet door de fabrikant worden gespecificeerd en dient representatief te zijn voor in de handel verkrijgbare smeerolie; de specificaties van de smeerolie die tijdens de test wordt gebruikt, moeten worden vastgelegd en bij de testresultaten worden vermeld.

6.9. Specificaties van de referentiebrandstof

De referentiebrandstof is beschreven in aanhangsel 2 van deze bijlage voor compressieontstekingsmotoren en in de bijlagen 6 en 7 voor motoren op CNG of lpg.

De brandstoftemperatuur moet overeenkomen met de aanbevelingen van de fabrikant.

6.10. Carteremissies

Er mogen geen carteremissies rechtstreeks in de omgevingsatmosfeer worden uitgestoten, met de volgende uitzondering: motoren die zijn uitgerust met turbocompressoren, pompen, ventilatoren of hogedrukcompressoren voor luchtinductie mogen carteremissies in de omgevingsatmosfeer uitstoten als deze emissies bij alle emissietests bij de uitlaatgasemissies worden opgeteld (fysisch of mathematisch). Fabrikanten die gebruikmaken van deze uitzondering, moeten de motoren zo installeren dat alle carteremissies in het emissiebemonsteringssysteem kunnen worden geleid.

Voor de toepassing van dit punt worden carteremissies die in alle werkingstoestanden vóór de uitlaatgasnabehandeling in de uitlaatgasstroom worden geleid, niet beschouwd als emissies die rechtstreeks in de omgevingsatmosfeer worden uitgestoten.

Open carteremissies moeten voor de emissiemeting op de volgende wijze in het uitlaatsysteem worden geleid:

- a) de buizen moeten gladde wanden hebben en vervaardigd zijn van elektrisch geleidende materialen die niet reageren met de carteremissies. De buislengten moeten zo klein mogelijk zijn;
- b) de laboratoriumcarterbuizen moeten zo min mogelijk bochten hebben en als er bochten noodzakelijk zijn, moeten deze een zo groot mogelijke straal hebben;
- c) de laboratoriumcarteruitlaatbuizen moeten worden verwarmd, dunwandig of geïsoleerd zijn en aan de specificaties van de motorfabrikant voor cartertegendruk beantwoorden;
- d) de carteruitlaatbuizen moeten op het ruwe uitlaatgas worden aangesloten voorbij het eventuele nabehandelingssysteem, voorbij de eventueel geïnstalleerde uitlaatgasrestrictie en op voldoende afstand vóór de eventuele bemonsteringssondes om de carteremissies voor de bemonstering volledig met de emissies van de motor te laten vermengen. Om grenslaageffecten te voorkomen en de vermenging te bevorderen, moet de carteruitlaatbuis zich uitstrekken in de vrije uitlaatgasstroom. De uitgang van de carteruitlaatbuis mag ten opzichte van de stroom van het ruwe uitlaatgas in iedere richting worden geplaatst.

7. TESTPROCEDURES

7.1. Beginselen van emissiemeting

Voor de meting van de specifieke emissies ondergaat de motor de in de punten 7.2.1 en 7.2.2 beschreven testcycli. Voor de meting van de specifieke emissies moeten de massa van de uitlaatgascomponenten en de overeenkomstige cyclusarbeid van de motor worden bepaald. De componenten worden bepaald met de in de punten 7.1.1 en 7.1.2 beschreven bemonsteringsmethoden.

7.1.1. Continue bemonstering

Bij continue bemonstering wordt de concentratie van een bestanddeel continu gemeten in ruw of verdund uitlaatgas. Deze concentratie wordt vermenigvuldigd met de continue stroomsnelheid van het (ruwe of verdunde) uitlaatgas op de plaats van bemonstering om het massadebiet van het bestanddeel te bepalen. De emissie van het bestanddeel wordt gedurende de testcyclus voortdurend opgeteld. Deze som is de totale massa van het uitgestoten bestanddeel.

7.1.2. Partijbemonstering

Bij partijbemonstering wordt continu een monster van het ruwe of verdunde uitlaatgas genomen, dat voor latere meting wordt bewaard. Het genomen monster moet evenredig zijn met de stroomsnelheid van het ruwe of verdunde uitlaatgas. Voorbeelden van partijbemonstering zijn het verzamelen van verdunde gasvormige bestanddelen in een zak en het verzamelen van deeltjesmateriaal op een filter. De concentraties in een partijmonster worden vermenigvuldigd met de totale massa of het massadebiet van het (ruwe of verdunde) uitlaatgas waaruit het tijdens de testcyclus is genomen. Dit product is de totale massa of het totale massadebiet van het uitgestoten bestanddeel. Om de concentratie van deeltjesmateriaal te berekenen, wordt het op een filter achtergebleven deeltjesmateriaal uit het evenredige uitlaatgasmonster gedeeld door de hoeveelheid gefilterd uitlaatgas.

7.1.3. Meetprocedures

In deze bijlage worden twee meetprocedures toegepast die functioneel gelijkwaardig zijn. Beide procedures kunnen zowel voor de WHTC- als voor de WHSC-testcyclus worden gebruikt:

- a) de gasvormige bestanddelen worden voortdurend bemonsterd in het ruwe uitlaatgas, en de deeltjes worden bepaald met een partiële-stroomverduunningssysteem;
- b) de gasvormige bestanddelen en de deeltjes worden bepaald met een volledige-stroomverduunningssysteem (CVS-systeem).

Een combinatie van beide beginselen (bijv. ruw-uitlaatgasmeting en volledige-stroomverduunningssysteem) is toegestaan.

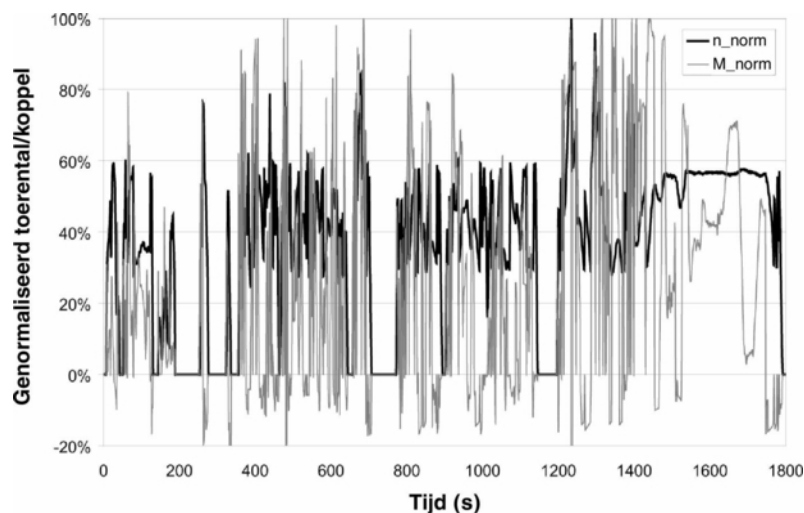
7.2. Testcycli

7.2.1. Transiënte testcyclus (WHTC)

De transiënte testcyclus (WHTC) wordt in aanhangsel 1 per seconde omschreven als een serie genormaliseerde waarden voor het toerental en het koppel. Als deze test op een motormeetcel wordt uitgevoerd, moeten de genormaliseerde waarden geconverteerd worden naar de werkelijke waarden van de specifieke motor die wordt getest, gebaseerd op de motorkarakteristiek. Deze conversie wordt denormalisering genoemd en de testcyclus verloopt als de referentiecycclus van de motor die moet worden getest. De cyclus wordt met deze referentiewaarden voor toerental en koppel bij de meetcel uitgevoerd en de werkelijke waarden voor toerental, koppel en vermogen worden geregistreerd. Ter validatie van de testresultaten moet er na het beëindigen van de test een regressieanalyse worden uitgevoerd tussen de referentiewaarden en de werkelijke waarden voor toerental, koppel en vermogen.

Om de specifieke emissies op de testbank te berekenen moet de werkelijke cyclusarbeid worden berekend door het werkelijke motorvermogen tijdens de hele cyclus te integreren. Ter validatie van de cyclus moet de werkelijke cyclusarbeid zich binnen de voorgeschreven grenswaarden van de referentiecyclusarbeid bevinden.

Voor verontreinigende gassen kan zowel continue bemonstering (van ruw of verdund uitlaatgas) of partijbemonstering (van verdund uitlaatgas) worden toegepast. Het deeltjesmonster moet worden verdund met een voorbehandelde verdunningsmiddel (zoals omgevingslucht) en op één geschikt filter worden verzameld. De WHTC is in figuur 3 schematisch weergegeven.



Figuur 3

WHTC-testcyclus

7.2.2. Testcyclus van statische toestanden met overgangen (WHSC)

De testcyclus van statische toestanden met overgangen (WHSC) bestaat uit een reeks testfasen met een genormaliseerd toerental en belasting, die moeten worden geconverteerd naar de referentiewaarden van de specifieke motor die wordt getest, gebaseerd op de motorkarakteristiek. De motor moet gedurende de voorgeschreven tijd in elke fase lopen, waarbij motortoerental en belasting binnen 20 ± 1 seconden lineair worden veranderd. Ter validatie van de testresultaten moet er na het beëindigen van de test een regressieanalyse worden uitgevoerd tussen de referentiewaarden en de werkelijke waarden voor toerental, koppel en vermogen.

De concentratie van elk verontreinigend gas, de uitlaatgasstroom en het afgegeven vermogen moeten over de hele testcyclus worden bepaald. De verontreinigende gassen kunnen continu worden geregistreerd of in een bemonsteringszak worden opgevangen. Het deeltjesmonster moet worden verdund met een voorbehandeld verdunningsmiddel (zoals omgevingslucht). Tijdens de hele testprocedure wordt één monster genomen en verzameld op één geschikt filter.

Om de specifieke emissies op de testbank te berekenen moet de werkelijke cyclusarbeid worden berekend door het werkelijke motorvermogen tijdens de hele cyclus te integreren.

De WHSC is in tabel 1 weergegeven. Elke fase, met uitzondering van fase 1, begint bij het begin van de overgang uit de vorige fase.

Tabel 1

WHSC-testcyclus

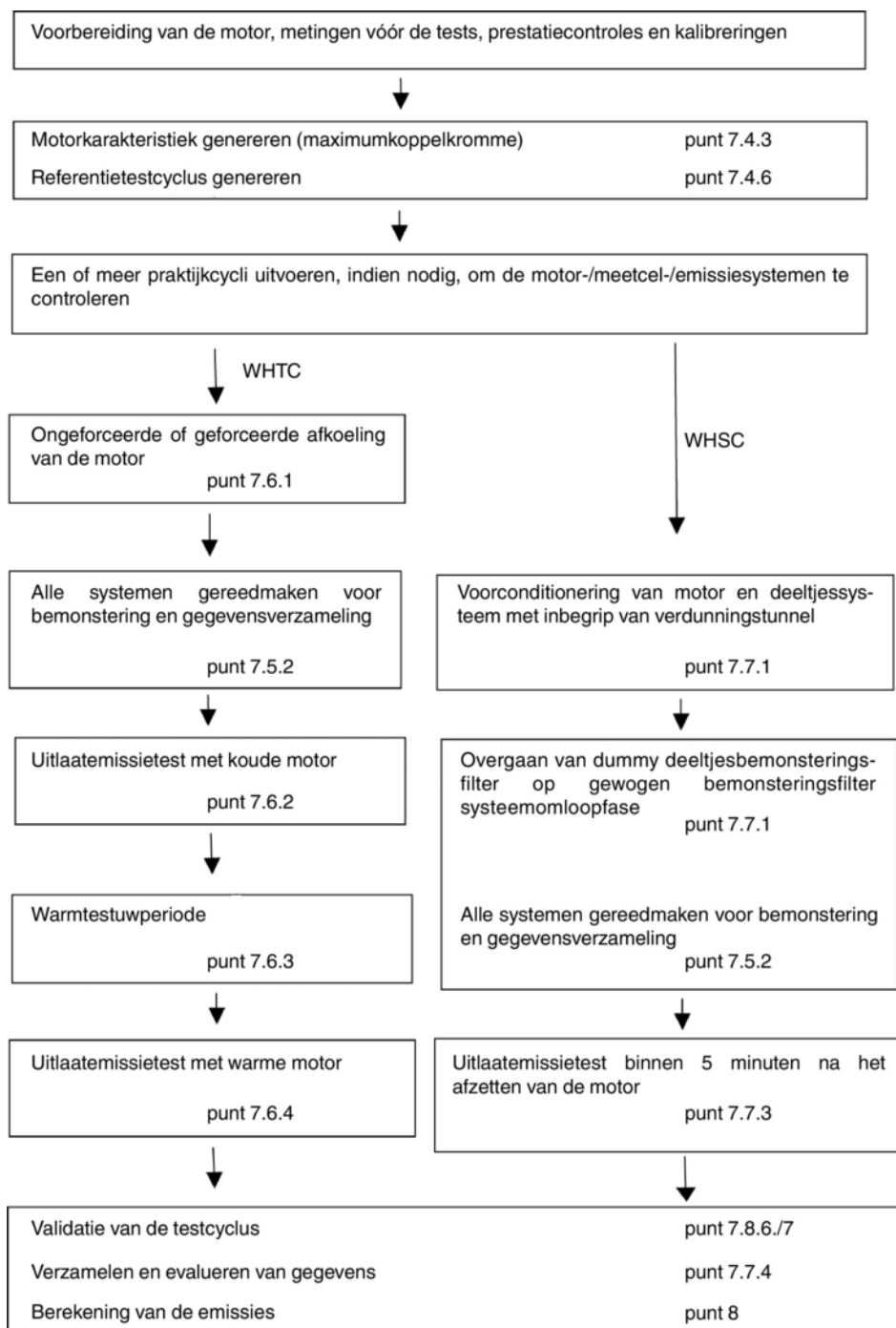
Fase	Genormaliseerd toerental (%)	Genormaliseerd koppel (%)	Tijdsduur van de fase (s) incl. overgang van 20 s
1	0	0	210
2	55	100	50
3	55	25	250
4	55	70	75
5	35	100	50
6	25	25	200
7	45	70	75
8	45	25	150
9	55	50	125
10	75	100	50
11	35	50	200
12	35	25	250
13	0	0	210
Som			1 895

7.3. Algemene testreeks

In het onderstaande stroomschema staan algemene richtlijnen die bij het testen gevolgd moeten worden. De details van iedere stap worden in de desbetreffende punten beschreven. Indien van toepassing is het toegestaan van de richtlijnen af te wijken, maar de specifieke voorschriften in de desbetreffende punten zijn verplicht.

De procedure voor de WHTC-test bestaat uit een koudstarttest na een ongeforceerde of geforceerde afkoeling van de motor, een warmtestuwperiode en een warmstarttest.

De procedure voor de WHSC-test bestaat uit een warmstarttest na voorconditionering van de motor in fase 9 van de WHSC-test.



7.4. Motorkarakteristiek en referentiecycclus

Overeenkomstig de algemene testreeks die in punt 7.3 is weergegeven, moeten voorafgaand aan de procedure voor het bepalen van de motorkarakteristiek en voorafgaand aan de tests metingen aan de motor, controles van de motorprestaties en systeemkalibraties worden uitgevoerd.

Als grondslag voor het vaststellen van de WHTC- en WHSC-referentiecycclus worden bij vollast de toerental-maximumkoppelkromme en de toerental-maximumvermogenkromme van de motor bepaald. De motorkarakteristiek wordt gebruikt om het motortoerental (punt 7.4.6) en het motor-koppel (punt 7.4.7) te denormaliseren.

7.4.1. Opwarmen van de motor

De motor moet worden opgewarmd bij 75 tot 100 % van het maximumvermogen of overeenkomstig de aanbeveling van de fabrikant en op basis van goede ingenieursinzichten. Tegen het eind van de warmlooppfase moet de motor gedurende ten minste 2 minuten, of totdat de motorthermostaat de motortemperatuur regelt, draaien om de temperatuur van het motorkoelmiddel en de motorolie te stabiliseren binnen ± 2 % van de gemiddelde waarden ervan.

7.4.2. Bepaling van het toerentalgebied

De minimum- en maximumtoerentallen zijn als volgt:

Minimumtoerental = stationair toerental

Maximumtoerental = $n_{hi} \times 1,02$ of toerental waarbij het koppel bij vollast nul wordt (de laagste waarde is van toepassing).

7.4.3. Motorkarakteristiek

Na stabilisatie van de motor overeenkomstig punt 7.4.1 moet de motorkarakteristiek als volgt worden bepaald:

- a) de motor wordt niet belast en draait stationair;
- b) de motor draait bij maximale vraag van de operator en het minimumtoerental;
- c) het motortoerental wordt verhoogd van het minimum- tot het maximumtoerental met een gemiddeld tempo van $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$, of met een zodanig constant tempo dat het 4 tot 6 min duurt om van het minimum- naar de maximumtoerental te gaan. Het motortoerental en het koppel worden met een bemonsteringsfrequentie van ten minste één punt per seconde vastgelegd.

Als optie b) van punt 7.4.7 wordt gekozen om het negatieve referentiekoppel te bepalen, kan de motorkarakteristiek direct worden voortgezet van het maximum- naar het minimumtoerental bij minimale vraag van de operator.

7.4.4. Alternatieve bepaling van de motorkarakteristiek

Indien een fabrikant meent dat bovenbeschreven techniek voor een bepaalde motor onveilig of niet representatief is, mag een alternatieve techniek worden toegepast. Deze alternatieve technieken moeten voldoen aan de bedoeling van de gespecificeerde procedure, namelijk de bepaling van het maximaal beschikbare koppel bij alle tijdens de testcyclus bereikte toerentallen. Afwijkingen van de in dit punt bedoelde technieken uit veiligheids- of representativiteitsoverwegingen moeten door de typegoedkeuringsinstantie worden goedgekeurd en de redenen ervoor moeten worden aangegeven. Voor geregelde motoren of turbomotoren mag echter in geen geval de koppelkromme worden bepaald op basis van een test met dalend motortoerental.

7.4.5. Herhaalde tests

Een motor hoeft niet voor elke testcyclus aan een karakteristiekbepaling te worden onderworpen. De karakteristiek van een motor wordt voor een testcyclus echter opnieuw bepaald indien:

- a) overeenkomstig een op de goede ingenieursinzichten gebaseerd oordeel een onredelijk lange periode is verlopen sinds dit de laatste keer heeft plaatsgevonden, of
- b) fysieke veranderingen of herkalibraties aan de motor hebben plaatsgevonden die de motorprestaties kunnen beïnvloeden.

7.4.6. Denormalisering van het motortoerental

Om de referentiecycli te genereren, moeten de genormaliseerde toerentallen van aanhangsel 1 (WHTC) en tabel 1 (WHSC) worden gedeneormaliseerd met de volgende vergelijking:

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{norm}} \times (0,45 \times n_{\text{lo}} + 0,45 \times n_{\text{pref}} + 0,1 \times n_{\text{hi}} - n_{\text{idle}}) \times 2,0327 + n_{\text{idle}} \quad (9)$$

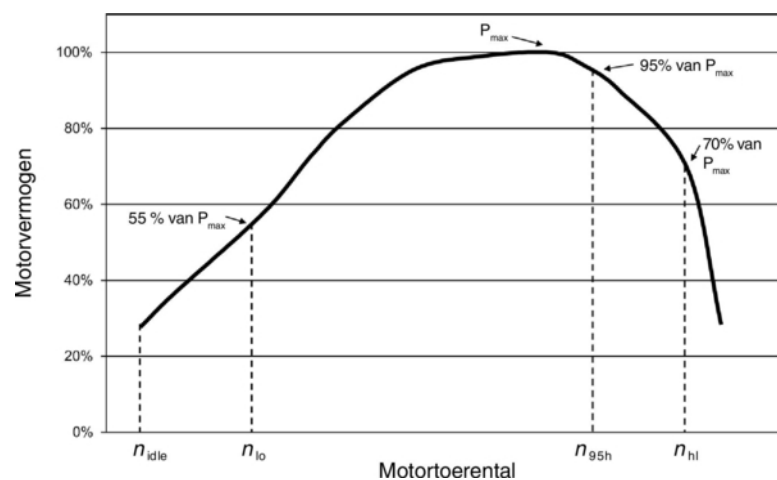
Om n_{pref} te bepalen, moet de integraal van het maximumkoppel tussen n_{idle} en n_{95h} worden berekend uit de in punt 7.4.3 bepaalde motorkarakteristiek.

De motortoerentallen in de figuren 4 en 5 zijn als volgt gedefinieerd:

- n_{lo} het laagste toerental waarbij het vermogen 55 % van het maximumvermogen bedraagt;
- n_{pref} het motortoerental waarbij de integraal van het maximumkoppel 51 % van de volledige integraal tussen n_{idle} en n_{95h} bedraagt;
- n_{hi} het hoogste toerental waarbij het vermogen 70 % van het maximumvermogen bedraagt;
- n_{idle} het stationair toerental;
- n_{95h} het hoogste toerental waarbij het vermogen 95 % van het maximumvermogen bedraagt.

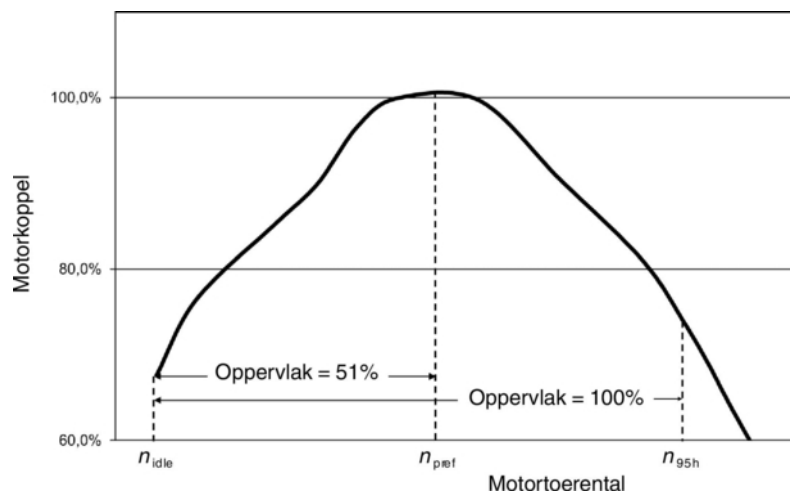
Voor motoren (hoofdzakelijk elektrische-ontstekingsmotoren) waarvan de reguleur een steile toerentalkromme oplevert en de brandstof wordt afgesloten voordat de motor een toerental van n_{hi} of n_{95h} heeft bereikt, gelden de volgende bepalingen:

- n_{hi} in vergelijking 9 wordt vervangen door $n_{\text{pmax}} \times 1,02$;
- n_{95h} wordt vervangen door $n_{\text{pmax}} \times 1,02$.



Figuur 4

Bepaling van de testtoerentallen



Figuur 5

Bepaling van n_{pref}

7.4.7. Denormalisering van het motorkoppel

De koppelwaarden van het motordynamometerschema van aanhangsel 1 (WHTC) en tabel 1 (WHSC) zijn genormaliseerd naar het maximumkoppel bij het respectieve toerental. Om de referentiecycli te genereren, moeten de koppelwaarden voor elke afzonderlijke referentietoerentalwaarde, zoals bepaald in punt 7.4.6, worden gedeneormaliseerd met behulp van de in punt 7.4.3 omschreven kromme, en wel als volgt:

$$M_{ref,i} = \frac{M_{norm,i}}{100} \times M_{max,i} + M_{f,i} - M_{r,i} \quad (10)$$

waarin:

- $M_{norm,i}$ het genormaliseerde koppel (%);
- $M_{max,i}$ het maximumkoppel uit de motorkarakteristiek (Nm);
- $M_{f,i}$ het door de te monteren apparatuur of hulpapparatuur opgenomen koppel (Nm);
- $M_{r,i}$ het door de te verwijderen apparatuur of hulpapparatuur opgenomen koppel (Nm).

Als overeenkomstig punt 6.3.1 en aanhangsel 7 apparatuur of hulpapparatuur is gemonteerd, bedragen M_f en M_r nul.

Voor de vaststelling van de referentiecycclus krijgen de negatieve koppelwaarden van de motoringpunten (m in aanhangsel 1) referentiewaarden die op een van de volgende manieren worden berekend:

- a) negatieve 40 % van het positieve koppel dat beschikbaar is bij het bijbehorende toerentalpunt;
- b) uitzetten van het negatieve koppel dat vereist is om de motor van het maximum- naar het minimumtoerental te brengen;
- c) bepaling van het vereiste negatieve koppel om de motor stationair te doen draaien en van het koppel bij n_{hi} en lineaire interpolatie tussen beide punten.

7.4.8. Berekening van de referentiecycclusarbeid

De referentiecycclusarbeid moet over de hele testcyclus worden bepaald door synchrone berekening van de momentane waarden voor het motorvermogen op grond van het referentietoerental en het referentiekoppel, zoals bepaald in de punten 7.4.6 en 7.4.7. De momentane waarden voor het motorvermogen worden over de testcyclus geïntegreerd om de referentiecycclusarbeid W_{ref} te berekenen (kWh). Als geen hulpapparatuur overeenkomstig punt 6.3.1 is gemonteerd, moeten de momentane vermogenswaarden met behulp van vergelijking 4 in punt 6.3.5 worden gecorrigeerd.

Dezelfde methode wordt gebruikt voor de integratie van het referentie- en het werkelijke motorvermogen. Wanneer waarden moeten worden bepaald tussen naast elkaar liggende referentie- of meetwaarden, wordt lineaire interpolatie gebruikt. Bij de integratie van de werkelijke cycclusarbeid, worden alle negatieve koppelwaarden op nul gezet en meegenomen. Indien de integratie verloopt met een frequentie van minder dan 5 Hz en indien, gedurende een bepaald tijdsinterval, de koppelwaarde van teken verandert, wordt het negatieve gedeelte berekend en op nul gezet. Het positieve gedeelte wordt opgenomen in de geïntegreerde waarde.

7.5. Procedures voorafgaand aan de test

7.5.1. Installatie van de meetapparatuur

De instrumenten en de bemonsteringssondes moeten volgens de voorschriften worden aangebracht. De uitlaatpijp wordt op het volledige-stroomverduunningssysteem aangesloten (indien van toepassing).

7.5.2. Voorbereiding van de meetapparatuur voor bemonstering

Alvorens met de emissiebemonstering wordt begonnen, worden de volgende stappen gezet:

- a) binnen 8 uur voor de emissiebemonstering worden overeenkomstig punt 9.3.4 controles op lekken uitgevoerd;
- b) in geval van partijbemonstering worden schone opslagmiddelen, zoals lege zakjes, aangebracht;
- c) alle meetinstrumenten worden overeenkomstig de instructies van de fabrikant van het instrument en volgens goede ingenieursinzichten gestart;
- d) de verduunningssystemen, de bemonsteringspompen, de ventilatoren en het gegevensverzamel-systeem worden gestart;
- e) het bemonsteringsdebiet wordt ingesteld op de gewenste niveaus, waarbij eventueel een omloopgasstroom kan worden gebruikt;
- f) warmtewisselaars in het bemonsteringssysteem worden voorverwarmd of voorgekoeld om ze binnen het voor een test voorgeschreven temperatuursbereik te brengen;
- g) verwarmde of gekoelde elementen, zoals bemonsteringsleidingen, filters, koelers en pompen, worden op de bedrijfstemperatuur gestabiliseerd;
- h) het uitlaatgasverduunningssysteem wordt ten minste 10 minuten voor een testreeks in werking gesteld;
- i) eventuele elektronische integreerapparatuur wordt voor het begin van een testperiode op nul (terug)gezet.

7.5.3. Controle van de gasanalysatoren

Het meetbereik van de gasanalysator wordt gekozen. Emissieanalysatoren met automatische en handmatige meetbereikschakelaar zijn beide toegestaan. Tijdens de testcyclus mag het meetbereik van de emissieanalysatoren niet worden veranderd. Ook de output van analoge operationele versterkers van de analysator mag tijdens de testcyclus niet worden veranderd.

De nul- en de ijkgasrespons moeten voor alle analysatoren worden bepaald met internationaal traceerbare gassen die aan de specificaties van punt 9.3.3 beantwoorden. Het meetbereik van vlamionisatiedetectoren (FID-analysatoren) wordt op basis van een koolstofgetal van één (C1) ingesteld.

7.5.4. Gereedmaken van het deeltjesbemonsteringsfilter

Ten minste een uur voor de test wordt het filter in een petrischaaltje geplaatst dat tegen stof is beschermd en lucht binnenlaat, waarna het geheel in een weegkamer wordt gezet om te stabiliseren. Aan het einde van de stabiliseringsperiode wordt het filter gewogen en wordt het tarragewicht genoteerd. Het filter wordt vervolgens in een gesloten petrischaaltje of filterhouder bewaard totdat het nodig is voor de test. Nadat het filter uit de weegkamer is gehaald, wordt het binnen acht uur gebruikt.

7.5.5. Afstelling van het verdunningssysteem

De totale verdunde uitlaatgassen van een volledige-stroomverdunningssysteem of de verdunde uitlaatgassen door een partiële-stroomverdunningssysteem worden zo afgesteld, dat watercondensatie in het systeem wordt vermeden en dat de filteroppervlaktetemperatuur tussen 315 K (42 °C) en 325 K (52 °C) blijft.

7.5.6. Starten van het deeltjesbemonsteringssysteem

Het deeltjesbemonsteringssysteem wordt in werking gesteld en bediend via een omloopsysteem. Het deeltjesachtergrondniveau van het verdunningsmiddel kan worden vastgesteld door bemonstering van het verdunningsmiddel voordat het uitlaatgas de verdunningstunnel ingaat. Deze meting kan voor of na de test worden uitgevoerd. Indien er zowel aan het begin als aan het einde van de cyclus metingen worden verricht, mag de gemiddelde waarde ervan worden bepaald. Bij gebruik van een ander bemonsteringssysteem voor de achtergrondmeting moet de meting gelijktijdig met de testcyclus plaatsvinden.

7.6. Uitvoering van de WHTC-testcyclus

7.6.1. Afkoeling van de motor

Een niet geforceerde of geforceerde afkoelingsprocedure kan worden gebruikt. Bij geforceerde afkoeling moeten de systemen om koellucht langs de motor leiden, gekoelde olie door het motorsmeersysteem te leiden, de koelvloeistof door het motorkoelsysteem te koelen, en het uitlaatgasnabehandelingssysteem te koelen, worden opgesteld op basis van goede ingenieursinzichten. Bij geforceerde afkoeling van het nabehandelingssysteem mag koellucht pas worden gebruikt na afkoeling van het systeem tot onder de activeringstemperatuur van de katalysator. Afkoelingsprocedures die leiden tot niet-representatieve emissies, zijn niet toegestaan.

7.6.2. Koudestarttest

De koudestarttest wordt pas gestart als de temperatuur van zowel het smeermiddel, de koelvloeistof, als de nabehandelingssystemen tussen 293 K (20 °C) en 303 K (30 °C) ligt. De motor wordt op een van de volgende manieren opgestart:

- a) de motor wordt gestart op de in de gebruikershandleiding aanbevolen manier, met gebruikmaking van een standaardstartmotor en een voldoende geladen accu of een geschikte energiebron, of
- b) de motor wordt gestart met een dynamometer. De motor moet binnen ± 25 % draaien van zijn in de praktijk gebruikelijke toerental bij het aanslingeren. Met aanslingeren wordt gestopt binnen 1 seconde nadat de motor loopt. Als de motor na 15 seconden aanslingeren niet wil starten, wordt gestopt met aanslingeren en wordt vastgesteld waarom de motor niet wil starten, tenzij de gebruikershandleiding of het onderhoudshandboek aangeeft dat een langere aanslingertijd normaal is.

7.6.3. Warmestuwperiode

Onmiddellijk na beëindiging van de koudestarttest wordt de motor voor de warmestarttest geconditioneerd middels een warmestuwperiode van 10 ± 1 minuten.

7.6.4. Warmestarttest

De motor wordt aan het eind van de warmtestuwperiode, zoals gedefinieerd in punt 7.6.3, gestart met de in punt 7.6.2 genoemde methoden.

7.6.5. Testreeks

De testreeks van zowel de koudestart- als de warmestarttest begint met het starten van de motor. Nadat de motor loopt, wordt de motorwerking zodanig geregeld dat het eerste instelpunt van de cyclus wordt bereikt.

De WHTC wordt uitgevoerd overeenkomstig de referenticyclus zoals beschreven in punt 7.4. De motortoerental- en koppelinsteelpunten worden ingesteld op 5 Hz of hoger (10 Hz wordt aanbevolen). De instelpunten worden berekend door lineaire interpolatie tussen de instelpunten van 1 Hz van de referenticyclus. De werkelijke waarden voor motortoerental en koppel worden tijdens de testcyclus ten minste eenmaal per seconde (1 Hz) geregistreerd en de signalen mogen elektronisch worden gefilterd.

7.6.6. Verzameling van voor de emissie relevante gegevens

Bij het begin van de testreeks wordt de meetapparatuur gestart en worden gelijktijdig de volgende metingen verricht:

- a) verzameling of analyse van het verdunningsmiddel, bij gebruik van een volledige-stroomverdunningsstelsel;
- b) verzameling of analyse van ruw of verdund uitlaatgas, afhankelijk van de gebruikte methode;
- c) meting van de hoeveelheid verdund uitlaatgas en van de vereiste temperaturen en drukken;
- d) registratie van het uitlaatgasmassadebiet, bij analyse van het ruwe uitlaatgas;
- e) registratie van de feedbackgegevens van dynamometertoerental en -koppel.

Bij meting van het ruwe uitlaatgas worden de emissieconcentraties ((NM)HC, CO en NO_x) en het uitlaatgasmassadebiet continu gemeten en met een frequentie van ten minste 2 Hz in een computersysteem opgeslagen. Alle overige gegevens kunnen worden geregistreerd met een bemonsteringsfrequentie van ten minste 1 Hz. In het geval van analoge analysatoren wordt de respons geregistreerd; de kalibratiegegevens mogen tijdens de evaluatie van de gegevens online of offline worden toegepast.

Bij gebruik van een volledige-stroomverdunningsstelsel moeten HC en NO_x continu in de verdunningstunnel worden gemeten met een frequentie van ten minste 2 Hz. De gemiddelde concentraties worden bepaald door de analysesignalen te integreren over de hele testcyclus. De responstijd van het systeem mag niet groter zijn dan 20 s en wordt zo nodig gecoördineerd met de CVS-flowfluctuaties en de bemonsteringstijd/testcyclus-offsets. CO, CO₂ en NMHC mogen worden bepaald door integratie van continue-metingsignalen of door analyse van de concentraties in de bemonsteringszak die tijdens de cyclus zijn verzameld. De concentraties van de verontreinigende gassen in het verdunningsmiddel worden vóór het punt waar het uitlaatgas de verdunningstunnel binnenkomt bepaald door integratie of door verzameling in de bemonsteringszak voor het achtergrondniveau. Alle andere te meten parameters worden ten minste eenmaal per seconde vastgelegd (1 Hz).

7.6.7. Deeltjesbemonstering

Bij het starten van de testreeks wordt het deeltjesbemonsteringssysteem van de omloop- naar de deeltjesopvangstand overgeschakeld.

Bij gebruik van een partiële-stroomverduunningssysteem worden de bemonsteringspomp of -pompen zo geregeld dat de stroomsnelheid via de deeltjesbemonsteringssonde of de verbindingsleiding evenredig blijft met het volgens punt 9.4.6.1 bepaalde uitlaatgasmassadebiet.

Bij gebruik van een volledige-stroomverduunningssysteem worden de bemonsteringspomp of -pompen zo afgesteld dat de stroomsnelheid door de deeltjesbemonsteringssonde of de verbindingsleiding steeds binnen $\pm 2,5\%$ van de ingestelde stroomsnelheid ligt. Wanneer stroomcompensatie (d.w.z. proportionele regeling van de bemonsteringsstroom) wordt gebruikt, moet worden aangetoond dat de verhouding van de stroom in de hoofdleiding tot de bemonsteringsstroom niet met meer dan $\pm 2,5\%$ van de ingestelde waarde afwijkt (met uitzondering van de eerste 10 bemonsteringsseconden). De gemiddelde temperatuur en druk bij de inlaat van de gasmeter(s) of de stroominstrumentatie worden geregistreerd. Indien wegens het invangen van een te groot aantal deeltjes op het filter de stroomsnelheid niet over de hele cyclus binnen $\pm 2,5\%$ kan worden gehandhaafd, is de test ongeldig. De test wordt dan herhaald met een lagere stroomsnelheid.

7.6.8. Afslaan van de motor en apparatuurstoring

Indien de motor tijdens de koudestarttest afslaat, is de test ongeldig. De motor wordt voorgeconditioneerd en opnieuw gestart overeenkomstig punt 7.6.2 en de test wordt herhaald.

Indien de motor tijdens de warmestarttest afslaat, is de test ongeldig. De motor wordt geïmpregneerd overeenkomstig punt 7.6.3, en de warmestarttest wordt herhaald. In dit geval hoeft de koudestarttest niet te worden herhaald.

Bij storing in de testapparatuur tijdens de testcyclus is de test ongeldig en wordt deze overeenkomstig bovenstaande bepalingen herhaald.

7.7. Uitvoering van de WHSC-testcyclus

7.7.1. Voorconditionering van het verdunningssysteem en de motor

Het verdunningssysteem en de motor worden gestart en overeenkomstig punt 7.4.1 opgewarmd. Na het opwarmen worden de motor en het bemonsteringssysteem voorgeconditioneerd door de motor ten minste tien minuten in fase 9 te laten draaien (zie punt 7.2.2, tabel 1), terwijl tegelijkertijd het verdunningssysteem in werking is. Er mogen dummy-deeltjesemissiemonsters worden afgenomen. Deze bemonsteringsfilters hoeven niet te worden gestabiliseerd of gewogen en mogen worden weggegooid. De debieten worden ingesteld op de voor de test bij benadering gekozen debieten. De motor wordt na de voorconditionering uitgeschakeld.

7.7.2. Starten van de motor

5 ± 1 minuten na beëindiging van de voorconditionering in fase 9, zoals beschreven in punt 7.7.1, moet de motor worden gestart overeenkomstig de in de gebruikershandleiding aanbevolen startprocedure met gebruikmaking van hetzij een standaardstartmotor, hetzij de dynamometer overeenkomstig punt 7.6.2.

7.7.3. Testreeks

De testreeks begint nadat de motor loopt en binnen een minuut nadat de werking van de motor zodanig is geregeld dat deze overeenkomt met fase 1 van de cyclus (stationair draaien).

De WHSC wordt uitgevoerd in de volgorde van de testfasen zoals vermeld in tabel 1 van punt 7.2.2.

7.7.4. Verzameling van voor de emissie relevante gegevens

Bij het begin van de testreeks wordt de meetapparatuur gestart en worden gelijktijdig de volgende metingen verricht:

- a) verzameling of analyse van het verdunningsmiddel, bij gebruik van een volledige-stroomverdunningsstelsel;
- b) verzameling of analyse van ruw of verdund uitlaatgas, afhankelijk van de gebruikte methode;
- c) meting van de hoeveelheid verdund uitlaatgas en van de vereiste temperaturen en drukken;
- d) registratie van het uitlaatgasmassadebiet, bij analyse van het ruwe uitlaatgas;
- e) registratie van de feedbackgegevens van dynamometertoerental en -koppel.

Bij meting van het ruwe uitlaatgas worden de emissieconcentraties ((NM)HC, CO en NO_x) en het uitlaatgasmassadebiet continu gemeten en met een frequentie van ten minste 2 Hz in een computersysteem opgeslagen. Alle overige gegevens kunnen worden geregistreerd met een bemonsteringsfrequentie van ten minste 1 Hz. In het geval van analoge analysatoren wordt de respons geregistreerd; de kalibratiegegevens mogen tijdens de evaluatie van de gegevens online of offline worden toegepast.

Bij gebruik van een volledige-stroomverdunningsstelsel moeten HC en NO_x continu in de verdunningstunnel worden gemeten met een frequentie van ten minste 2 Hz. De gemiddelde concentraties worden bepaald door de analysesignalen te integreren over de hele testcyclus. De responstijd van het systeem mag niet groter zijn dan 20 s en wordt zo nodig gecoördineerd met de CVS-flowfluctuaties en de bemonsteringstijd/testcyclus-offsets. CO, CO₂ en NMHC mogen worden bepaald door integratie van continue-metingsignalen of door analyse van de concentraties in de bemonsteringszak die tijdens de cyclus zijn verzameld. De concentraties van de verontreinigende gassen in het verdunningsmiddel worden vóór het punt waar het uitlaatgas de verdunningstunnel binnenkomt bepaald door integratie of door verzameling in de bemonsteringszak voor het achtergrondniveau. Alle andere te meten parameters worden ten minste eenmaal per seconde vastgelegd (1 Hz).

7.7.5. Deeltjesbemonstering

Bij het starten van de testreeks wordt het deeltjesbemonsteringssysteem van de omloop- naar de deeltjesopvangstand overgeschakeld. Bij gebruik van een partiële-stroomverdunningsstelsel worden de bemonsteringspomp of -pompen zo geregeld dat de stroomsnelheid via de deeltjesbemonsteringssonde of de verbindingsleiding evenredig blijft met het volgens punt 9.4.6.1 bepaalde uitlaatgasmassadebiet.

Bij gebruik van een volledige-stroomverdunningsstelsel worden de bemonsteringspomp of -pompen zo afgesteld dat de stroomsnelheid door de deeltjesbemonsteringssonde of de verbindingsleiding steeds binnen $\pm 2,5$ % van de ingestelde stroomsnelheid ligt. Wanneer stroomcompensatie (d.w.z. proportionele regeling van de bemonsteringsstroom) wordt gebruikt, moet worden aangetoond dat de verhouding van de stroom in de hoofdleiding tot de bemonsteringsstroom niet meer dan $\pm 2,5$ % van de ingestelde waarde afwijkt (met uitzondering van de eerste 10 bemonsteringsseconden). De gemiddelde temperatuur en druk bij de inlaat van de gasmeter(s) of de stroominstrumentatie worden geregistreerd. Indien wegens het invangen van een te groot aantal deeltjes op het filter de stroomsnelheid niet over de hele cyclus binnen $\pm 2,5$ % kan worden gehandhaafd, is de test ongeldig. De test wordt dan herhaald met een lagere stroomsnelheid.

7.7.6. Afslaan van de motor en apparatuurstoring

Indien de motor tijdens de cyclus afslaat, is de test ongeldig. De motor wordt overeenkomstig punt 7.7.1 voorgeconditioneerd en opnieuw gestart overeenkomstig punt 7.7.2 en de test wordt herhaald.

Bij storing in de testapparatuur tijdens de testcyclus is de test ongeldig en wordt deze overeenkomstig bovenstaande bepalingen herhaald.

7.8. Na de test te volgen procedures

7.8.1. Handelingen na de test

Aan het eind van de test worden de meting van het uitlaatgasmassadebiet en van het volume van de verdunde uitlaatgassen, de gasstroom in de bemonsteringszakken en de deeltjesbemonsteringspomp stopgezet. Wanneer een integrerend analysesysteem wordt gebruikt, wordt de bemonstering voortgezet tot na het verstrijken van de responstijd van het systeem.

7.8.2. Controle van proportionele bemonstering

Van ieder proportioneel partijmonster, zoals een in een zak verzameld monster of een monster van deeltjesmateriaal, moet worden gecontroleerd of het monster overeenkomstig de punten 7.6.7 en 7.7.5 proportioneel is. Monsters die niet aan de voorschriften beantwoorden, zijn ongeldig.

7.8.3. Conditioneren en wegen van deeltjesmateriaal

Het deeltjesfilter wordt in afgesloten of verzegelde recipiënten geplaatst of de filterhouders worden gesloten, om de bemonsteringsfilters tegen verontreiniging uit de omgeving te beschermen. Het aldus beschermde filter wordt in de weegkamer teruggeplaatst. Het filter wordt ten minste gedurende een uur geconditioneerd en vervolgens gewogen overeenkomstig punt 9.4.5. De brutomassa van het filter wordt vastgelegd.

7.8.4. Controle van het verloop

Zo spoedig mogelijk na afloop van de testcyclus, en in geen geval meer dan 30 minuten daarna, of tijdens de impregneerperiode, worden de nul- en ijkgasresponsen van het gebruikte meetbereik van de gasanalysator bepaald. Voor de toepassing van dit punt wordt de volgende testcyclus gevolgd:

- a) voor de WHTC: de volledige reeks koud — impregneren — warm;
- b) voor de WHTC-warmestarttest (punt 6.6): de reeks impregneren — warm;
- c) voor de WHTC-warmestarttest met meervoudige regeneratie (punt 6.6): het totale aantal warmestarttests;
- d) voor de WHSC: de testcyclus.

De volgende bepalingen gelden voor het verloop van de analysator:

- a) de nul- en ijkgasresponsen van voor en na de test kunnen direct in vergelijking 66 van punt 8.6.1 worden gebruikt, zonder dat eerst het verloop hoeft te worden bepaald;
- b) als het verloop tussen de resultaten voor en na de test minder dan 1 % van de volledige schaal bedraagt, mogen de gemeten concentraties ongecorrigeerd worden gebruikt of overeenkomstig punt 8.6.1 voor het verloop worden gecorrigeerd;
- c) als het verloop tussen de resultaten voor en na de test ten minste 1 % van de volledige schaal bedraagt, is de test ongeldig of moeten de gemeten concentraties overeenkomstig punt 8.6.1 voor het verloop worden gecorrigeerd.

7.8.5. Analyse van gas in bemonsteringszak

Zo spoedig mogelijk moet het volgende worden verricht:

- a) gasmonsters in zakken moeten uiterlijk 30 minuten na afloop van de warmstarttest, of tijdens de impregneerperiode voor de koudstarttest, worden geanalyseerd;
- b) achtergrondmonsters moeten uiterlijk 60 minuten na afloop van de warmstarttest worden geanalyseerd.

7.8.6. Validering van cyclusarbeid

Alvorens de werkelijke cyclusarbeid te berekenen moeten alle tijdens het starten van de motor geregistreerde punten worden weggelaten. Voor de bepaling van de werkelijke cyclusarbeid gedurende de testcyclus worden momentane waarden voor het motorvermogen berekend door synchroon gebruik te maken van de waarden voor het werkelijke toerental en het werkelijke koppel. De momentane waarden voor het motorvermogen worden over de testcyclus geïntegreerd om de werkelijke cyclusarbeid W_{act} te berekenen (kWh). Als geen apparatuur of hulpapparatuur overeenkomstig punt 6.3.1 is gemonteerd, moeten de momentane vermogenswaarden met behulp van vergelijking 4 in punt 6.3.5 worden gecorrigeerd.

De in punt 7.4.8 beschreven methode wordt ook gebruikt voor het integreren van het werkelijke motorvermogen.

De werkelijke cyclusarbeid W_{act} wordt gebruikt ter vergelijking met de referenticyclusarbeid W_{ref} en voor de berekening van de specifieke emissies op de testbank (zie punt 8.6.3).

W_{act} moet liggen tussen 85 % en 105 % van W_{ref} .

7.8.7. Validering van de gegevens van de testcyclus

Voor zowel de WHTC als de WHSC wordt een lineaire regressie van de werkelijke waarden (n_{act} , M_{act} , P_{act}) op de referentiewaarden (n_{ref} , M_{ref} , P_{ref}) uitgevoerd.

Om de biaseffecten van het tijdsverschil tussen de werkelijke en de referenticycluswaarden te minimaliseren mag de hele werkelijke signaalreeks van het motortoerental en -koppel vroeger of later gesteld worden ten opzichte van de referentietoerental- en referentiekoppelreeks. Wanneer de feitelijke signalen worden verschoven, moeten zowel het toerental als het koppel eenzelfde hoeveelheid in dezelfde richting worden verschoven.

Er wordt gebruikgemaakt van de kleinste-kwadratenmethode en van de best passende vergelijking met de vorm:

$$y = a_1 x + a_0 \quad (11)$$

waarin:

- y werkelijke waarde van toerental (min^{-1}), koppel (Nm) of vermogen (kW);
- a_1 helling van de regressierechte;
- x referentiewaarde van toerental (min^{-1}), koppel (Nm) of vermogen (kW);
- a_0 y-afsnijpunt van de regressierechte.

Voor elke regressierechte worden de standaardafwijking van de schattingswaarde (SEE) van y over x en de determinatiecoëfficiënt (r^2) berekend.

Aanbevolen wordt deze analyse uit te voeren met een frequentie van 1 Hz. Een test is geldig wanneer aan de criteria van tabel 2 (WHTC) of tabel 3 (WHSC) is voldaan.

Tabel 2

Regressierechte-toleranties voor de WHTC

	Toerental	Koppel	Vermogen
Standaardafwijking van de schattingswaarde (SEE) van y over x	Maximaal 5 % van maximumtoerental van de test	Maximaal 10 % van het maximumkoppel van de motor	Maximaal 10 % van het maximumvermogen van de motor
Helling van de regressierechte, a_1	0,95 tot 1,03	0,83 - 1,03	0,89 - 1,03
Determinatiecoëfficiënt, r^2	Minimaal 0,970	Minimaal 0,850	Minimaal 0,910
y-afsnijpunt van de regressierechte, a_0	Maximaal 10 % van stationair toerental	± 20 Nm of ± 2 % van het maximumkoppel (grootste waarde is van toepassing)	± 4 kW of ± 2 % van het maximumvermogen (grootste waarde is van toepassing)

Tabel 3

Regressierechte-toleranties voor de WHSC

	Toerental	Koppel	Vermogen
Standaardafwijking van de schattingswaarde (SEE) van y over x	Maximaal 1 % van maximumtoerental van de test	Maximaal 2 % van het maximumkoppel van de motor	Maximaal 2 % van het maximumvermogen van de motor
Helling van de regressierechte, a_1	0,99 tot 1,01	0,98 - 1,02	0,98 - 1,02
Determinatiecoëfficiënt, r^2	Minimaal 0,990	Minimaal 0,950	Minimaal 0,950
y-afsnijpunt van de regressierechte, a_0	Maximaal 1 % van maximumtoerental van de test	± 20 Nm of ± 2 % van het maximumkoppel (grootste waarde is van toepassing)	± 4 kW of ± 2 % van het maximumvermogen (grootste waarde is van toepassing)

Alleen voor regressiedoeleinden is het vóór de berekening van de regressie toegestaan punten te schrappen, mits dit in tabel 4 is aangegeven. Dergelijke punten mogen echter niet worden geschrapt bij het berekenen van de cyclusarbeid en de emissies. Het schrappen van punten kan voor de hele cyclus of voor een gedeelte ervan worden toegepast.

Tabel 4

Punten die in de regressieanalyse mogen worden geschrapt

Gebeurtenis	Voorwaarden	Toegestane schrapping van punten
Minimale vraag van de operator (stationair punt)	$n_{ref} = 0$ % en $M_{ref} = 0$ % en $M_{act} > (M_{ref} - 0,02 M_{max. \text{ mapped torque}})$ en $M_{act} < (M_{ref} + 0,02 M_{max. \text{ mapped torque}})$	toerental en vermogen
Minimale vraag van de operator (motorringpunt)	$M_{ref} < 0$ %	vermogen en koppel

Gebeurtenis	Voorwaarden	Toegestane schraping van punten
Minimale vraag van de operator	$n_{act} \leq 1,02 n_{ref}$ en $M_{act} > M_{ref}$ of $n_{act} > n_{ref}$ en $M_{act} \leq M_{ref}$ of $n_{act} > 1,02 n_{ref}$ en $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$	vermogen en hetzij koppel, hetzij toerental
Maximale vraag van de operator	$n_{act} < n_{ref}$ en $M_{act} \geq M_{ref}$ of $n_{act} \geq 0,98 n_{ref}$ en $M_{act} < M_{ref}$ of $n_{act} < 0,98 n_{ref}$ en $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$	vermogen en hetzij koppel, hetzij toerental

8. BEREKENING VAN DE EMISSIE

Het definitieve testresultaat wordt in één stap afgerond op het aantal cijfers achter de komma dat is vermeld in de toepasselijke emissienorm plus één extra significant cijfer, overeenkomstig ASTM E 29-06B. Het is niet toegestaan tussentijdse testwaarden die bij de berekening van het definitieve testresultaat van de specifieke emissie op de testbank worden gebruikt, af te ronden.

In aanhangsel 6 worden voorbeelden van de berekeningsprocedures gegeven.

Met voorafgaande toestemming van de typegoedkeuringsinstantie mogen de emissies, overeenkomstig bijlage 7 bij mondiaal technisch reglement nr. [xx] betreffende het testprotocol voor de uitlaat-emissies van niet voor de weg bestemde mobiele machines, op molaire basis worden berekend.

8.1. Droog/natcorrectie

Bij meting op droge basis wordt de gemeten concentratie aan de hand van de volgende vergelijking omgezet in een concentratie op natte basis:

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (12)$$

waarin:

c_d de droge concentratie in ppm of vol.-%;

k_w de droog/natcorrectiefactor ($k_{w,a}$, $k_{w,e}$ of $k_{w,d}$ afhankelijk van de gebruikte vergelijking).

8.1.1. Ruw uitlaatgas

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) \times 1,008 \quad (13)$$

of

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) / \left(1 - \frac{p_r}{p_b} \right) \quad (14)$$

of

$$k_{w,a} = \left(\frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \quad (15)$$

waarin:

$$k_{f,w} = 0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (16)$$

en

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)} \quad (17)$$

waarin:

H_a de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht);

w_{ALF} het waterstofgehalte van de brandstof (massa-%);

$q_{mf,i}$ het momentane brandstofmassadebiet (kg/s);

$q_{mad,I}$ het momentane massadebiet van de droge inlaatlucht (kg/s);

p_r de waterdampdruk na koelbad (kPa);

p_b de totale luchtdruk (kPa);

w_{DEL} het stikstofgehalte van de brandstof (massa-%);

w_{EPS} het zuurstofgehalte van de brandstof (massa-%);

α de molaire waterstofverhouding van de brandstof;

c_{CO_2} de droge concentratie CO_2 (%);

c_{CO} de droge concentratie CO (%).

De vergelijkingen 13 en 14 zijn vrijwel identiek; de factor 1,008 in de vergelijkingen 13 en 15 is een benadering van de meer exacte noemer in vergelijking 14.

8.1.2. Verdund uitlaatgas

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \times c_{CO_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1,008 \quad (18)$$

of

$$k_{w,e} = \left[\left(\frac{1 - k_{w2}}{1 + \frac{\alpha \times c_{CO_2d}}{200}} \right) \right] \times 1,008 \quad (19)$$

waarin:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \frac{1}{D} \right]}{1000 + \left\{ 1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

waarin:

- a de molaire waterstofverhouding van de brandstof;
 $c_{\text{CO}_2\text{w}}$ de natte concentratie CO_2 (%);
 $c_{\text{CO}_2\text{d}}$ de droge concentratie CO_2 (%);
 H_{d} de vochtigheidsgraad van het verdunningsmiddel (g water per kg droge lucht);
 H_{a} de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht);
 D de verdunningsfactor (zie punt 8.5.2.3.2).

8.1.3. Verdunningsmiddel

$$k_{\text{w,d}} = (1 - k_{\text{w3}}) \times 1,008 \quad (21)$$

waarin:

$$k_{\text{w3}} = \frac{1,608 \times H_{\text{d}}}{1000 + (1,608 \times H_{\text{d}})} \quad (22)$$

waarin:

- H_{d} de vochtigheidsgraad van het verdunningsmiddel (g water per kg droge lucht).

8.2. Vochtigheidscorrectie voor NO_x

Aangezien de NO_x -emissie afhangt van de toestand van de omgevingslucht, moet de NO_x -concentratie voor vochtigheid worden gecorrigeerd met behulp van de in de punten 8.2.1 en 8.2.2 genoemde factoren. De vochtigheidsgraad van de inlaatlucht H_{a} mag met algemeen aanvaarde vergelijkingen worden afgeleid van de meting van de relatieve vochtigheid, het dauwpunt, de dampdruk of de droge-/nattebol.

8.2.1. Compressieontstekingsmotoren

$$k_{\text{h,D}} = \frac{15,698 \times H_{\text{a}}}{1000} + 0,832 \quad (23)$$

waarin:

- H_{a} de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht).

8.2.2. Elektrische-ontstekingsmotoren

$$k_{\text{h,G}} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_{\text{a}} - 0,862 \times 10^{-3} \times H_{\text{a}}^2 \quad (24)$$

waarin:

- H_{a} de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht).

8.3. Correctie voor opwaartse druk van het deeltjesfilter

De massa van het bemonsteringsfilter moet worden gecorrigeerd voor de opwaartse druk van de lucht. De correctie voor opwaartse druk is afhankelijk van de dichtheid van het bemonsteringsfilter, de luchtdichtheid en de dichtheid van het kalibratiegewicht van de balans, en er wordt geen rekening gehouden met de opwaartse druk van het deeltjesmateriaal zelf. De correctie voor opwaartse druk moet zowel voor de tarramassa als voor de brutomassa van het filter worden toegepast.

Indien de dichtheid van het filtermateriaal onbekend is, worden de volgende dichtheden gebruikt:

- a) met teflon gecoat glasvezelfilter: 2 300 kg/m³;
- b) mebraanfilters van teflon: 2 144 kg/m³;
- c) membraanfilter van teflon met ondersteuningsring van polymethylpenteen: 920 kg/m³.

Voor kalibratiegewichten van roestvrij staal wordt een dichtheid van 8 000 kg/m³ gebruikt. Indien het kalibratiegewicht van een ander materiaal is, moet de dichtheid ervan bekend zijn.

De te gebruiken vergelijking is als volgt:

$$m_f = m_{\text{uncor}} \times \left(\frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (25)$$

waarin:

$$\rho_a = \frac{p_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a} \quad (26)$$

waarin:

m_{uncor}	de ongecorrigeerde massa van het deeltjesfilter (mg);
ρ_a	de dichtheid van de lucht (kg/m ³);
ρ_w	de dichtheid van het kalibratiegewicht van de balans (kg/m ³);
ρ_f	de dichtheid van het deeltjesbemonsteringsfilter (kg/m ³);
p_b	de totale luchtdruk (kPa);
T_a	de luchttemperatuur in de omgeving van de balans (K);
28,836	de molaire massa van de lucht bij de referentievochtigheid (282,5 K) (g/mol);
8,3144	de molaire gasconstante.

De massa m_p van het deeltjesmonster die in de punten 8.4.3 en 8.5.3 wordt gebruikt, wordt als volgt berekend:

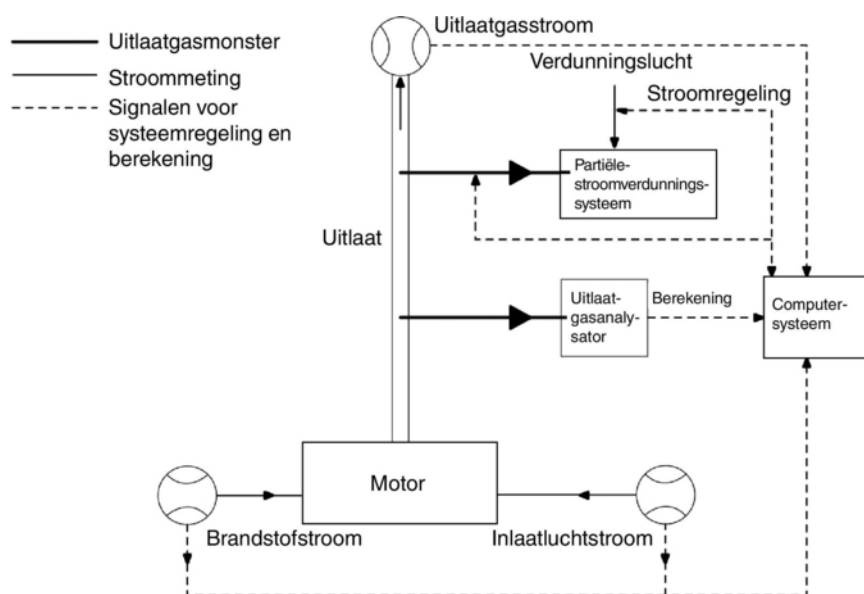
$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

waarin:

$m_{f,G}$	de voor opwaartse druk gecorrigeerde brutomassa van het deeltjesfilter (mg);
$m_{f,T}$	de voor opwaartse druk gecorrigeerde tarramassa van het deeltjesfilter (mg).

8.4. Partiele-stroomverduunning (PFS) en ruw-uitlaatgasmeting

Om de massa-emissies te berekenen worden de momentane concentratiesignalen van de gasvormige bestanddelen vermenigvuldigd met het momentane uitlaatgasmassadebiet. Het uitlaatgasmassadebiet kan rechtstreeks worden gemeten, of worden berekend met de methode voor inlaatlucht- en brandstofstroommeting, indicatorgasmethode of meting van inlaatlucht en lucht/brandstofverhouding. Bijzondere aandacht moet worden gegeven aan de responstijden van de verschillende instrumenten. Met deze verschillen moet rekening worden gehouden via tijdsalignering van de signalen. Bij deeltjes worden de signalen van het uitlaatgasmassadebiet gebruikt om het partiële-stroomverduunningssysteem zo te regelen dat het verkregen monster evenredig is met het uitlaatgasmassadebiet. De evenredigheid wordt gecontroleerd met regressieanalyse tussen monster en uitlaatgasstroom overeenkomstig punt 9.4.6.1. De volledige testopstelling is in figuur 6 schematisch weergegeven.



Figuur 6

Schema van een meetstelsel voor ruwe/partiële stroom

8.4.1. Bepaling van het uitlaatgasmassadebiet

8.4.1.1. Inleiding

Om de emissies in het ruwe uitlaatgas te kunnen berekenen en het partiële-stroomverduunningssysteem te kunnen controleren, is het noodzakelijk het uitlaatgasmassadebiet te kennen. Om het uitlaatgasmassadebiet te bepalen mag een van de in de punten 8.4.1.3 tot en met 8.4.1.7 beschreven methoden worden gebruikt.

8.4.1.2. Responstijd

Voor het berekenen van de emissies mag de responstijd van de in punten 8.4.1.3 tot en met 8.4.1.7 beschreven methoden niet langer zijn dan de in punt 9.3.5 voorgeschreven responstijd van de analyzer (≤ 10 s).

Voor de controle van een partiële-stroomverduunningssysteem is een snellere respons vereist. Voor partiële-stroomverduunningssystemen met onlinecontrole moet de responstijd $\leq 0,3$ s zijn. Voor partiële-stroomverduunningssystemen met anticiperende controle op basis van een vooraf vastgelegde testprocedure moet de responstijd van het uitlaatgasdebietmeetstelsel ≤ 5 s met een stijgtijd van ≤ 1 s zijn. De systeemresponstijd wordt gespecificeerd door de fabrikant van het instrument. De gecombineerde responstijdvoorschriften voor het uitlaatgasdebiet en partiële-stroomverduunningssysteem zijn vermeld in punt 9.4.6.1.

8.4.1.3. Directe meting

Voor de directe meting van het momentane uitlaatgasdebiet moet een systeem worden gebruikt, bijvoorbeeld:

- a) apparaten die op basis van drukverschil werken, zoals een stroomkop (zie verder ISO 5167);
- b) ultrasone debietmeter;
- c) vortex debietmeter.

Er moeten maatregelen worden genomen om meetfouten die van invloed zijn op de emissiewaarden, te voorkomen. Zo moet de apparatuur zorgvuldig in het uitlaatsysteem van de motor worden geïnstalleerd volgens de aanbevelingen van de fabrikant van het instrument en goede ingenieurspraktijk. Met name mogen de prestaties en de emissies van de motor door de installatie van de apparatuur niet worden beïnvloed.

De debietmeters moeten voldoen aan de lineariteitseisen in punt 9.2.

8.4.1.4. Meting van het lucht- en brandstofdebiet

Bij deze methode worden het lucht- en het brandstofdebiet gemeten met geschikte debietmeters. Het momentane uitlaatgasmassadebiet wordt als volgt berekend:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (28)$$

waarin:

- $q_{mew,i}$ het momentane uitlaatgasmassadebiet (kg/s);
 $q_{maw,i}$ het momentane inlaatluchtmassadebiet (kg/s);
 $q_{mf,i}$ het momentane brandstofmassadebiet (kg/s).

De debietmeters moeten voldoen aan de lineariteitseisen in punt 9.2, maar moeten ook nauwkeurig genoeg zijn om aan de lineariteitseisen voor het uitlaatgasdebiet te voldoen.

8.4.1.5. Meting van een indicatorgas

Bij deze methode wordt de concentratie van een indicatorgas in de uitlaat gemeten.

Een bekende hoeveelheid van een inert gas (bijv. zuiver helium) wordt als indicator in de uitlaatgasstroom gespoten. Het gas wordt vermengd en verdund door het uitlaatgas, maar zal in de uitlaatpijp niet reageren. Vervolgens wordt de concentratie van het gas in het uitlaatgasmonster gemeten.

Om ervoor te zorgen dat het indicatorgas volledig vermengd wordt, wordt de uitlaatgasbemonsteringssonde ten minste 1 m of 30 keer de diameter van de uitlaatpijp (de grootste waarde is van toepassing) voorbij het inspuitspunt van het indicatorgas aangebracht. De bemonsteringssonde mag dicht bij het inspuitspunt worden geplaatst als wordt toegezien op de complete vermenging door de concentratie van het indicatorgas te vergelijken met de referentieconcentratie wanneer het indicatorgas vóór de motor wordt ingespoten.

Het indicatorgasdebiet moet zo zijn ingesteld dat de concentratie van het indicatorgas bij stationair toerental na vermenging kleiner wordt dan het volledige schaalbereik van de indicatorgasanalysator.

Het uitlaatgasmassadebiet wordt als volgt berekend:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_b)} \quad (29)$$

waarin:

- $q_{mew,i}$ het momentane uitlaatgasmassadebiet (kg/s);
 q_{vt} het indicatorgasdebiet (cm³/min);
 $c_{mix,i}$ de momentane concentratie van het indicatorgas na vermenging (ppm);
 ρ_e de dichtheid van het uitlaatgas (kg/m³) (zie tabel 4);
 c_b de achtergrondconcentratie van het indicatorgas in de inlaatlucht (ppm).

De achtergrondconcentratie van het indicatorgas (c_b) kan worden vastgesteld door het gemiddelde te nemen van de achtergrondconcentratie gemeten onmiddellijk vóór de testprocedure en na de testprocedure.

Wanneer de achtergrondconcentratie minder dan 1 % bedraagt van de concentratie van het indicatorgas na vermenging ($c_{mix,i}$) bij maximaal uitlaatgasdebiet, mag de achtergrondconcentratie worden verwaarloosd.

Het hele systeem moet voldoen aan de lineariteitseisen voor de uitlaatgasstroom in punt 9.2.

8.4.1.6. Meting van het luchtdebiet en de lucht-brandstofverhouding

Bij deze methode wordt de uitlaatgasmassa berekend aan de hand van het luchtdebiet en de lucht-brandstofverhouding. Het momentane uitlaatgasmassadebiet wordt als volgt berekend:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i} \right) \quad (30)$$

waarin:

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} \quad (31)$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{COd} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}}} \right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})} \quad (32)$$

waarin:

- $q_{maw,i}$ het momentane inlaatluchtmassadebiet (kg/s);
 A/F_{st} de stoichiometrische lucht-brandstofverhouding (kg/kg);
 λ_i de momentane overmaat lucht;
 c_{CO2d} de droge concentratie CO₂ (%);
 c_{COd} de droge concentratie CO (ppm);
 c_{HCw} de natte concentratie HC (ppm).

Luchtdebietmeters en analysatoren moeten voldoen aan de lineariteitseisen van punt 9.2 en het hele systeem moet voldoen aan de lineariteitseisen voor de uitlaatgasstroom van punt 9.2.

Indien meetapparatuur voor de lucht-brandstofverhouding zoals een zirkoniumsensor wordt gebruikt om de overmaat lucht te meten, moet deze voldoen aan de specificaties van punt 9.3.2.7.

8.4.1.7. Koolstofbalansmethode

Bij deze methode wordt de uitlaatgasmassa berekend aan de hand van de brandstofstroom en de gasvormige bestanddelen van het uitlaatgas die koolstof bevatten. Het momentane uitlaatgasmassa-debiet wordt als volgt berekend:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times \left(\frac{w_{BET}^2 \times 1,4}{(1,0828 \times w_{BET} + k_{fd} \times k_c)} \times k_c \left(1 + \frac{H_a}{1000} \right) + 1 \right) \quad (33)$$

waarin:

$$k_c = (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) \times 0,5441 + \frac{c_{COd}}{18,522} + \frac{c_{HCw}}{17,355} \quad (34)$$

en

$$k_{fd} = -0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (35)$$

waarin:

- $q_{mf,i}$ het momentane brandstofmassadebiet (kg/s);
- H_a de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht);
- w_{BET} het koolstofgehalte van de brandstof (massa-%);
- w_{ALF} het waterstofgehalte van de brandstof (massa-%);
- w_{DEL} het stikstofgehalte van de brandstof (massa-%);
- w_{EPS} het zuurstofgehalte van de brandstof (massa-%);
- c_{CO2d} de droge concentratie CO₂ (%);
- $c_{CO2d,a}$ de concentratie van droge CO₂ in de inlaatlucht (%);
- c_{CO} de droge concentratie CO (ppm);
- c_{HCw} de natte concentratie HC (ppm).

8.4.2. Bepaling van de gasvormige bestanddelen

8.4.2.1. Inleiding

De gasvormige bestanddelen in het door de te testen motor geproduceerde ruwe uitlaatgas moeten worden gemeten met de meet- en bemonsteringssystemen die in punt 9.3 en aanhangsel 3 worden beschreven. De gegevensvaluatie wordt beschreven in punt 8.4.2.2.

Er worden twee berekeningsprocedures beschreven in de punten 8.4.2.3 en 8.4.2.4, die voor de referentiebrandstof in aanhangsel 2 gelijkwaardig zijn. De procedure in punt 8.4.2.3 is eenvoudiger aangezien deze getabelleerde u-waarden gebruikt voor de verhouding tussen de dichtheid van het bestanddeel en die van het uitlaatgas. De procedure in punt 8.4.2.4 is nauwkeuriger voor brandstof-eigenschappen die afwijken van de specificaties in aanhangsel 2, maar veronderstelt wel een elementaire analyse van de brandstofsamenstelling.

8.4.2.2. Evaluatie van de gegevens

De voor de emissie relevante gegevens worden overeenkomstig punt 7.6.6 vastgelegd en bewaard.

Voor de berekening van de massa-emissie van de gasvormige bestanddelen worden de diagrammen van de vastgelegde concentraties en het diagram van het uitlaatgasmassadebiet gealigneerd aan de hand van de omzettingstijd, zoals bepaald in punt 3.1.30. Daarom wordt de responstijd van elke analysator van gasvormige emissies en van het uitlaatgasmassadebietsysteem bepaald volgens punt 8.4.1.2 respectievelijk punt 9.3.5 en vervolgens vastgelegd.

8.4.2.3. Berekening van massa-emissie gebaseerd op getabelleerde waarden

De massa van de verontreinigende stoffen (g/test) wordt bepaald door het berekenen van de momentane massa-emissies uit de ruwe concentraties van de verontreinigende stoffen en het uitlaatgasmassadebiet gealigneerd voor de omzettingstijd zoals bepaald in punt 8.4.2.2, door deze momentane waarden te integreren over de hele cyclus en de geïntegreerde waarden te vermenigvuldigen met de u -waarden uit tabel 5. Indien op droge basis is gemeten, moet op de momentane concentraties een droog/natcorrectie worden toegepast overeenkomstig punt 8.1, alvorens andere berekeningen worden uitgevoerd.

Voor de berekening van de NO_x moet de massa-emissie, indien van toepassing, worden vermenigvuldigd met de vochtigheidscorrectiefactor $k_{h,D}$ of $k_{h,G}$, zoals bepaald overeenkomstig punt 8.2.

De volgende vergelijking moet worden gebruikt:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/test}) \quad (36)$$

waarin:

- u_{gas} de waarde van het uitlaatgasbestanddeel uit tabel 5;
- $c_{\text{gas},i}$ de momentane concentratie van het bestanddeel in het uitlaatgas (ppm);
- $q_{\text{mew},i}$ het momentane uitlaatgasmassadebiet (kg/s);
- f de bemonsteringsfrequentie (Hz);
- n het aantal metingen.

Tabel 5

De u -waarden van het ruwe uitlaatgas en de dichtheden van de bestanddelen

Brandstof	ρ_e	Gas					
		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		ρ_{gas} [kg/m ³]					
		2,053	1,250	(^a)	1,9636	1,4277	0,716
u_{gas} (^b)							
Diesel	1,2943	0,001586	0,000966	0,000479	0,001517	0,001103	0,000553
Ethanol	1,2757	0,001609	0,000980	0,000805	0,001539	0,001119	0,000561
CNG (^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

(^a) afhankelijk van de brandstof.

(^b) met $\lambda = 2$, droge lucht, 273 K, 101,3 kPa.

(^c) u met een nauwkeurigheid van 0,2 % en een massasamenstelling van: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.

(^d) NMHC op basis van CH_{2,93} (gebruik de u_{gas} -coëfficiënt van CH₄ voor totaal HC).

(^e) u met een nauwkeurigheid van 0,2 % en een massasamenstelling van: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %.

8.4.2.4. Berekening van massa-emissie gebaseerd op exacte vergelijkingen

De massa van de verontreinigende stoffen (g/test) wordt bepaald door het berekenen van de momentane massa-emissies uit de ruwe concentraties van de verontreinigende stoffen, de u -waarden en het uitlaatgasmassadebiet gealigneerd voor de omzettingstijd zoals bepaald in punt 8.4.2.2 en door deze momentane waarden te integreren over de hele cyclus. Indien op droge basis is gemeten, moet op de momentane concentraties een droog/natcorrectie worden toegepast overeenkomstig punt 8.1, alvorens andere berekeningen worden uitgevoerd.

Voor de berekening van de NO_x moet de massa-emissie worden vermenigvuldigd met de vochtigheidscorrectiefactor $k_{h,D}$ of $k_{h,G}$, zoals bepaald overeenkomstig punt 8.2.

De volgende vergelijking moet worden gebruikt:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{gas},i} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/test}) \quad (37)$$

waarin:

- $u_{\text{gas},i}$ wordt berekend met vergelijking 38 of 39;
- $c_{\text{gas},i}$ de momentane concentratie van het bestanddeel in het uitlaatgas (ppm);
- $q_{\text{mew},i}$ het momentane uitlaatgasmassadebiet (kg/s);
- f de bemonsteringsfrequentie (Hz);
- n het aantal metingen.

De momentane u -waarden worden als volgt berekend:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \times 1000) \quad (38)$$

of

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \times 1000) \quad (39)$$

waarin:

$$\rho_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} / 22,414 \quad (40)$$

waarin:

- M_{gas} de molaire massa van het gasbestanddeel (g/mol; vgl. aanhangsel 6);
- $M_{e,i}$ de momentane molaire massa van het uitlaatgas (g/mol);
- ρ_{gas} de dichtheid van het gasbestanddeel (kg/m³);
- $\rho_{e,i}$ de momentane dichtheid van het uitlaatgas (kg/m³).

De molaire massa van het uitlaatgas M_e moet voor een algemene brandstofsamenstelling $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$ als volgt worden afgeleid, uitgaande van volledige verbranding:

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} + \frac{\frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \times 10^{-3}}} \quad (41)$$

waarin:

- $q_{maw,i}$ het momentane inlaatluchtmassadebiet op natte basis (kg/s);
- $q_{mf,i}$ het momentane brandstofmassadebiet (kg/s);
- H_a de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht);
- M_a de molaire massa van de droge inlaatlucht (= 28,965 g/mol).

De dichtheid van het uitlaatgas ρ_e wordt als volgt afgeleid:

$$\rho_{e,i} = \frac{1000 + H_a + 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \times H_a + k_{fw} \times 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \quad (42)$$

waarin:

- $q_{mad,i}$ het momentane inlaatluchtmassadebiet op droge basis (kg/s);
- $q_{mf,i}$ het momentane brandstofmassadebiet (kg/s);
- H_a de vochtigheidsgraad van de inlaatlucht (g water per kg droge lucht);
- k_{fw} de brandstofspectifieke factor van nat uitlaatgas (vergelijking 16) in punt 8.1.1.

8.4.3. Deeltjesbepaling

8.4.3.1. Evaluatie van de gegevens

De deeltjesmassa wordt met vergelijking 27 van punt 8.3 berekend. Voor de evaluatie van de deeltjesconcentratie wordt de totale monstermassa (m_{sep}) door het filter gedurende de testcyclus geregistreerd.

Met voorafgaande goedkeuring van de typegoedkeuringsinstantie mag de deeltjesmassa worden gecorrigeerd voor het deeltjesniveau van het verdunningsmiddel, zoals bepaald in punt 7.5.6, overeenkomstig goede ingenieurspraktijk en de specifieke kenmerken van het gebruikte deeltjesmeetsysteem.

8.4.3.2. Berekening van massa-emissie

Afhankelijk van het systeem wordt de deeltjesmassa (g/test) berekend volgens een van de methoden in de punten 8.4.3.2.1 of 8.4.3.2.2 na de correctie voor opwaartse druk van de massa van het deeltjesfilter overeenkomstig punt 8.3.

8.4.3.2.1. Berekening volgens bemonsteringsverhouding

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1000) \quad (43)$$

waarin:

- m_p de gedurende de cyclus bemonsterde deeltjesmassa (mg);
- r_s de gemiddelde bemonsteringsverhouding gedurende de testcyclus;

en:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (44)$$

waarin:

- m_{se} de monstermassa gedurende de cyclus (kg);
- m_{ew} het totale uitlaatgasmassadebiet gedurende de cyclus (kg);
- m_{sep} de massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt (kg);
- m_{sed} de massa van het verdunde uitlaatgas dat door de verdunningstunnel stroomt (kg).

In het geval van totale bemonstering zijn m_{sep} en m_{sed} identiek.

8.4.3.2.2. Berekening volgens verdunningsverhouding

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{edf}}}{1000} \quad (45)$$

waarin:

- m_{p} de gedurende de cyclus bemonsterde deeltjesmassa (mg);
 m_{sep} de massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt (kg);
 m_{edf} de massa van equivalent verdund uitlaatgas gedurende de cyclus (kg).

De totale massa van equivalent verdund uitlaatgas gedurende de cyclus wordt als volgt bepaald:

$$m_{\text{edf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{\text{medf},i} \times \frac{1}{f} \quad (46)$$

$$q_{\text{medf},i} = q_{\text{mew},i} \times r_{\text{d},i} \quad (47)$$

$$r_{\text{d},i} = \frac{q_{\text{mdew},i}}{(q_{\text{mdew},i} - q_{\text{mdw},i})} \quad (48)$$

waarin:

- $q_{\text{medf},i}$ het momentaan massadebiet van equivalent verdund uitlaatgas (kg/s);
 $q_{\text{mew},i}$ het momentane uitlaatgasmassadebiet (kg/s);
 $r_{\text{d},i}$ de momentane verdunningsverhouding;
 $q_{\text{mdew},i}$ het momentane verdunde uitlaatgasmassadebiet (kg/s);
 $q_{\text{mdw},i}$ het momentane massadebiet van het verdunningsmiddel (kg/s);
 f de bemonsteringsfrequentie (Hz);
 n het aantal metingen.

8.5. Meting van volledige-stroomverdunning (CVS)

Om de massa-emissies te berekenen worden de via integratie of bemonstering met zakken verkregen concentratiesignalen van de gasvormige bestanddelen vermenigvuldigd met het verdunde uitlaatgasmassadebiet. Het uitlaatgasmassadebiet moet worden gemeten door een bemonsteringssysteem met constant volume (CVS), dat samen met een verdringerpomp (PDP), een venturibuis met kritische stroming (CFV) of een subsonische venturi (SSV) met of zonder stroomcompensatie gebruikt mag worden.

Voor bemonstering met zakken of voor deeltjesbemonstering moet een proportioneel monster worden genomen uit het verdunde uitlaatgas van het CVS-systeem. Voor een systeem zonder stroomcompensatie mag de verhouding van de bemonsteringsstroom tot de CVS-stroom niet meer dan $\pm 2,5\%$ van het instelpunt van de test afwijken. Voor een systeem met stroomcompensatie moet ieder afzonderlijk debiet constant binnen $\pm 2,5\%$ van zijn respectieve doeldebiet blijven.

Bij gebruik van een systeem met stroomcompensatie (d.w.z. zonder warmtewisselaar), wordt de momentane massa-emissie berekend en geïntegreerd over de cyclus. In dat geval wordt de momentane massa van het verdunde uitlaatgas als volgt berekend:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times V_0 \times n_{p,i} \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (50)$$

waarin:

$n_{p,i}$ het totaal aantal omwentelingen van de pomp per tijdsinterval.

8.5.1.3. CFV-CVS-systeem

Wanneer met een warmtewisselaar de temperatuur van het verdunde uitlaatgas gedurende de cyclus binnen ± 11 K wordt gehouden, wordt de massastroom gedurende de cyclus als volgt berekend:

$$m_{ed} = 1,293 \times t \times K_V \times p_p / T^{0,5} \quad (51)$$

waarin:

t de cyclustijd (s);

K_V de kalibratiecoëfficiënt van de venturibuis met kritische stroming onder standaardomstandigheden;

p_p de absolute druk bij de inlaat van de venturibuis (kPa);

T de absolute temperatuur bij de inlaat van de venturibuis (K).

Bij gebruik van een systeem met stroomcompensatie (d.w.z. zonder warmtewisselaar), wordt de momentane massa-emissie berekend en geïntegreerd over de cyclus. In dat geval wordt de momentane massa van het verdunde uitlaatgas als volgt berekend:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_p / T^{0,5} \quad (52)$$

waarin:

Δt_i het tijdsinterval (s).

8.5.1.4. SSV-CVS-systeem

Wanneer de temperatuur van het verdunde uitlaatgas gedurende de cyclus met een warmtewisselaar binnen ± 11 K wordt gehouden, wordt de massastroom gedurende de cyclus als volgt berekend:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \quad (53)$$

waarin:

$$Q_{SSV} = A_0 d_V^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_{D/p}^{4,4286}} \right) \right]} \quad (54)$$

waarin:

$$A_0 \quad 0,006111 \text{ in SI-eenheden van } \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{K^2}{\text{kPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

d_V de diameter van de SSV-hals (m);

C_d de afvoercoëfficiënt van de SSV;

p_p de absolute druk bij de inlaat van de venturibuis (kPa);

- T de temperatuur bij de inlaat van de venturibuis (K);
- r_p de verhouding van de SSV-hals tot de absolute statische druk aan de inlaat, $1 - \frac{\Delta p}{P_a}$;
- r_D de verhouding van de diameter van de SSV-hals d tot de binnendiameter van de inlaat D .

Bij gebruik van een systeem met stroomcompensatie (d.w.z. zonder warmtewisselaar), wordt de momentane massa-emissie berekend en geïntegreerd over de cyclus. In dat geval wordt de momentane massa van het verdunde uitlaatgas als volgt berekend:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i \quad (55)$$

waarin:

Δt_i het tijdsinterval (s).

De real time-berekening wordt gestart met hetzij een redelijke waarde voor C_d , bijvoorbeeld 0,98, hetzij een redelijke waarde voor Q_{SSV} . Als de berekening wordt gestart met Q_{SSV} , dan wordt de initiële waarde van Q_{SSV} gebruikt om het Reynoldsgetal te evalueren.

Tijdens alle emissietests moet het getal van Reynolds aan de SSV-hals binnen het bereik liggen van de getallen van Reynolds die zijn gebruikt om de kalibratiekromme in punt 9.5.4 af te leiden.

8.5.2. Bepaling van de gasvormige bestanddelen

8.5.2.1. Inleiding

De gasvormige bestanddelen in het door de te testen motor geproduceerde ruwe uitlaatgas moeten worden gemeten volgens de in aanhangsel 3 beschreven methoden. Het uitlaatgas moet worden verdund met gefilterde omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof. De doorstromingscapaciteit van het volledige-stroomsysteem moet groot genoeg zijn om condensatie van water in de verdunnings- en de bemonsteringssystemen volledig uit te sluiten. De gegevensevaluatie en berekeningsprocedures worden beschreven in de punten 8.5.2.2 en 8.5.2.3.

8.5.2.2. Evaluatie van de gegevens

De voor de emissie relevante gegevens worden overeenkomstig punt 7.6.6 vastgelegd en bewaard.

8.5.2.3. Berekening van massa-emissie

8.5.2.3.1. Systemen met constante massastroom

Voor systemen met een warmtewisselaar wordt de massa van de verontreinigende stoffen bepaald aan de hand van de volgende vergelijking:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed} \text{ (in g/test)} \quad (56)$$

waarin:

- u_{gas} de waarde van het uitlaatgasbestanddeel uit tabel 6;
- c_{gas} de gemiddelde voor de achtergrond gecorrigeerde concentratie van het bestanddeel (ppm);
- m_{ed} de totale massa van het verdunde uitlaatgas gedurende de cyclus (kg).

Bij meting op droge basis moet de droog/natcorrectie overeenkomstig punt 8.1 worden toegepast.

Voor de berekening van de NO_x moet de massa-emissie, indien van toepassing, worden vermenigvuldigd met de vochtigheidscorrectiefactor $k_{h,D}$ of $k_{h,G}$, zoals bepaald overeenkomstig punt 8.2.

De u -waarden staan in tabel 6. Bij het berekenen van de u_{gas} -waarden is aangenomen dat de dichtheid van het verdunde uitlaatgas gelijk is aan de luchtdichtheid. De u_{gas} -waarden zijn daarom gelijk voor elke gascomponent, maar verschillend voor HC.

Tabel 6

De u -waarden van het verdunde uitlaatgas en de dichtheden van de bestanddelen

Brandstof	ρ_{de}	Gas					
		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		ρ_{gas} [kg/m ³]					
		2,053	1,250	(^a)	1,9636	1,4277	0,716
u_{gas} (^b)							
Diesel	1,293	0,001588	0,000967	0,000480	0,001519	0,001104	0,000553
Ethanol	1,293	0,001588	0,000967	0,000795	0,001519	0,001104	0,000553
CNG (^c)	1,293	0,001588	0,000967	0,000517 (^d)	0,001519	0,001104	0,000553
Propaan	1,293	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,001104	0,000553
Butaan	1,293	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,001104	0,000553
Lpg (^e)	1,293	0,001588	0,000967	0,000505	0,001519	0,001104	0,000553

(^a) afhankelijk van de brandstof.

(^b) met $\lambda = 2$, droge lucht, 273 K, 101,3 kPa.

(^c) u met een nauwkeurigheid van 0,2 % en een massasamenstelling van: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.

(^d) NMHC op basis van CH_{2,93} (gebruik de u_{gas} -coëfficiënt van CH₄ voor totaal HC).

(^e) u met een nauwkeurigheid van 0,2 % en een massasamenstelling van: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %.

In plaats hiervan mogen de u -waarden ook als volgt worden berekend met de exacte berekeningsmethode waarvan in punt 8.4.2.4 een algemene beschrijving is gegeven:

$$u_{\text{gas}} = \frac{M_{\text{gas}}}{M_{\text{d}} \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{\text{e}} \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (57)$$

waarin:

M_{gas} de molaire massa van het gasbestanddeel (g/mol; vgl. aanhangsel 6);

M_{e} de molaire massa van het uitlaatgas (g/mol);

M_{d} de molaire massa van het verdunningsmiddel (=28,965 g/mol);

D de verdunningsfactor (zie punt 8.5.2.3.2).

8.5.2.3.2. Bepaling van de voor de achtergrond gecorrigeerde concentraties

De gemiddelde achtergrondconcentratie van gasvormige verontreinigingen in het verdunningsmiddel moet van de gemeten concentraties worden afgetrokken om de nettoconcentratie van de verontreinigende stoffen te krijgen. De gemiddelde waarde van de achtergrondconcentraties kan worden bepaald via de bemonsteringszakmethode of via continue meting met integratie. De te gebruiken vergelijking is als volgt:

$$c_{\text{gas}} = c_{\text{gas,e}} - c_{\text{d}} \times (1 - (1 / D)) \quad (58)$$

waarin:

$c_{\text{gas,e}}$ de concentratie van het in het verdunde uitlaatgas gemeten bestanddeel (ppm);

c_{d} de concentratie van het in het verdunningsmiddel gemeten bestanddeel (ppm);

D de verdunningsfactor.

De verdunningsfactor wordt als volgt berekend:

a) voor diesel- en lpg-motoren:

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{HC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (59)$$

b) voor aardgasmotoren:

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{NMHC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (60)$$

waarin:

- $c_{\text{CO}_2,e}$ de natte concentratie van CO_2 in het verdunde uitlaatgas (vol.-%);
- $c_{\text{HC},e}$ de natte concentratie van HC in het verdunde uitlaatgas (ppm C1);
- $c_{\text{NMHC},e}$ de natte concentratie van NMHC in het verdunde uitlaatgas (ppm C1);
- $c_{\text{CO},e}$ de natte concentratie van CO in het verdunde uitlaatgas (ppm);
- F_S de stoichiometrische factor.

De stoichiometrische factor wordt als volgt berekend:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (61)$$

waarin:

α de molaire waterstofverhouding van de brandstof (H/C).

Indien de brandstofsamenstelling niet bekend is, mag de volgende stoichiometrische factor worden gebruikt:

F_S (diesel)	=	13,4
F_S (lpg)	=	11,6
F_S (aardgas)	=	9,5

8.5.2.3.3. Systemen met stroomcompensatie

Bij systemen zonder warmtewisselaar wordt de massa van de verontreinigende stoffen (g/test) bepaald door de momentane massaemissies te berekenen en deze momentane waarden te integreren over de hele cyclus. Verder wordt de achtergrondcorrectie direct op de momentane concentraties toegepast. De volgende vergelijking moet worden gebruikt:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^n (m_{\text{ed},i} \times c_{\text{gas},e} \times u_{\text{gas}}) - [(m_{\text{ed}} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{\text{gas}})] \quad (62)$$

waarin:

- $c_{\text{gas},e}$ de concentratie van het in het verdunde uitlaatgas gemeten bestanddeel (ppm);
- c_d de concentratie van het in het verdunningsmiddel gemeten bestanddeel (ppm);
- $m_{\text{ed},i}$ de momentane massa van het verdunde uitlaatgas (kg);
- m_{ed} de totale massa van het verdunde uitlaatgas gedurende de cyclus (kg);
- u_{gas} de getabelleerde waarde uit tabel 6;
- D de verdunningsfactor.

8.5.3. Deeltjesbepaling

8.5.3.1. Berekening van massa-emissie

De deeltjesmassa (g/test) wordt na de correctie voor opwaartse druk van het deeltjesbemonsteringsfilter overeenkomstig punt 8.3 op de volgende manier berekend:

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{ed}}}{1000} \quad (63)$$

waarin:

- m_{p} de gedurende de cyclus bemonsterde deeltjesmassa (mg);
- m_{sep} de massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt (kg);
- m_{ed} de massa van verdund uitlaatgas gedurende de cyclus (kg);

en:

$$m_{\text{sep}} = m_{\text{set}} - m_{\text{ssd}} \quad (64)$$

waarin:

- m_{set} de massa van het dubbel verdunde uitlaatgas door het deeltjesfilter (kg);
- m_{ssd} de massa van het secundaire verdunningsmiddel (kg).

Wanneer het deeltjesachtergrondniveau van het verdunningsmiddel is bepaald overeenkomstig punt 7.5.6, kan de deeltjesmassa voor deze achtergrond worden gecorrigeerd. In dat geval wordt de deeltjesmassa (g/test) als volgt berekend:

$$m_{\text{PM}} = \left[\frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} - \left(\frac{m_{\text{b}}}{m_{\text{sd}}} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{\text{ed}}}{1000} \quad (65)$$

waarin:

- m_{sep} de massa van het verdunde uitlaatgas dat door de deeltjesopvangfilters stroomt (kg);
- m_{ed} de massa van verdund uitlaatgas gedurende de cyclus (kg);
- m_{sd} de massa van het verdunningsmiddel, bemonsterd door het bemonsteringssysteem voor achtergronddeeltjes (kg);
- m_{b} de massa van de verzamelde achtergronddeeltjes in het verdunningsmiddel (mg);
- D de verdunningsfactor, zoals bepaald in punt 8.5.2.3.2.

8.6. Algemene berekeningen

8.6.1. Correctie voor verloop

Voor de controle van het verloop in punt 7.8.4 wordt de gecorrigeerde concentratiewaarde als volgt berekend:

$$c_{\text{cor}} = c_{\text{ref},z} + (c_{\text{ref},s} - c_{\text{ref},z}) \left(\frac{2 \cdot c_{\text{gas}} - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})}{(c_{\text{pre},s} + c_{\text{post},s}) - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})} \right) \quad (66)$$

waarin:

- $c_{\text{ref},z}$ de referentieconcentratie van het nulgas (gewoonlijk nul; ppm);
- $c_{\text{ref},s}$ de referentieconcentratie van het ijkgas (ppm);

$c_{\text{pre,z}}$	de voor de test gemeten concentratie van het nulgas (ppm);
$c_{\text{pre,s}}$	de voor de test gemeten concentratie van het ijkgas (ppm);
$c_{\text{post,z}}$	de na de test gemeten concentratie van het nulgas (ppm);
$c_{\text{post,s}}$	de concentratie van het monstergas (ppm).

Voor elk bestanddeel worden overeenkomstig punt 8.6.3 twee reeksen specifieke emissieresultaten berekend, na toepassing van de eventuele andere correcties. Bij de berekening van de ene reeks worden de ongecorrigeerde concentraties gebruikt en bij de berekening van de andere de met vergelijking 66 voor verloop gecorrigeerde concentraties.

Afhankelijk van het gebruikte meetsysteem en de toegepaste berekeningsmethode worden de ongecorrigeerde emissieresultaten berekend met vergelijking 36, 37, 56, 57 of 62. Voor de berekening van de gecorrigeerde emissies wordt c_{gas} in de vergelijkingen 36, 37, 56, 57 of 62 vervangen door c_{cor} van vergelijking 66. Als in de vergelijking de momentane concentratiewaarden $c_{\text{gas,i}}$ worden gebruikt, wordt de gecorrigeerde waarde ook toegepast als momentane waarde $c_{\text{cor,i}}$. In vergelijking 57 wordt de correctie op zowel de gemeten concentratie als de achtergrondconcentratie toegepast.

De vergelijking wordt gemaakt als percentage van de ongecorrigeerde resultaten. Het verschil tussen de ongecorrigeerde en de gecorrigeerde specifieke emissiewaarden op de testbank moet binnen $\pm 4\%$ van de ongecorrigeerde specifieke emissiewaarden op de testbank liggen of binnen $\pm 4\%$ van de desbetreffende grenswaarde (grootste waarde is van toepassing). Als het verloop meer dan 4% bedraagt, is de test ongeldig.

Als voor het verloop wordt gecorrigeerd, worden bij de rapportage van emissies uitsluitend de voor verloop gecorrigeerde emissiewaarden gebruikt.

8.6.2. Berekening van NMHC en CH₄

De berekening van NMHC en CH₄ hangt af van de toegepaste kalibreringsmethode. De vlamionisatiedetector voor de meting zonder NMC (onderste traject van aanhangsel 3, figuur 11) moet met propaan worden gekalibreerd. Voor de kalibrering van de vlamionisatiedetector in reeksen met NMC (bovenste traject van aanhangsel 3, figuur 11) mogen de volgende methoden worden gebruikt:

- kalibratiegas: propaan; propaan wordt langs NMC geleid;
- kalibratiegas: methaan; methaan stroomt door NMC.

De concentratie van NMHC en CH₄ wordt voor punt a) als volgt berekend:

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (67)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}}}{E_E - E_M} \quad (68)$$

De concentratie van NMHC en CH₄ wordt voor punt b) als volgt berekend:

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (67a)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68a)$$

waarin:

- $c_{\text{HC(w/NMC)}}$ de HC-concentratie, als het bemonsteringsgas door de NMC stroomt (ppm);
 $c_{\text{HC(w/oNMC)}}$ de HC-concentratie, als het bemonsteringsgas niet door de NMC stroomt (ppm);
 r_h de methaanresponsfactor, zoals bepaald overeenkomstig punt 9.3.7.2;
 E_M de doelmatigheid van de methaanconversie, zoals bepaald overeenkomstig punt 9.3.8.1;
 E_E de doelmatigheid van de ethaanconversie, zoals bepaald overeenkomstig punt 9.3.8.2.

Als $r_h < 1,05$, mag deze factor in de vergelijkingen 67, 67a en 68a worden weggelaten.

8.6.3. Berekening van de specifieke emissies

De specifieke emissies e_{gas} of e_{PM} (g/kWh) worden voor elk afzonderlijk bestanddeel op de volgende manieren berekend, afhankelijk van het type testcyclus.

Voor de WHSC, de warme WHTC of de koude WHTC wordt de volgende vergelijking gebruikt:

$$e = \frac{m}{W_{\text{act}}} \quad (69)$$

waarin:

- m de massa-emissie van het bestanddeel (g/test);
 W_{act} de werkelijke cyclusarbeid, zoals bepaald overeenkomstig punt 7.8.6 (kWh).

Voor de WHTC is het definitieve testresultaat een gewogen gemiddelde van de koudestarttest en de warmestarttest volgens de volgende vergelijking:

$$e = \frac{(0,14 \times m_{\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})} \quad (70)$$

waarin:

- m_{cold} de massa-emissie van het bestanddeel bij de koudestarttest (g/test);
 m_{hot} de massa-emissie van het bestanddeel bij de warmestarttest (g/test);
 $W_{\text{act,cold}}$ de werkelijke cyclusarbeid bij de koudestarttest (kWh);
 $W_{\text{act,hot}}$ de werkelijke cyclusarbeid bij de warmestarttest (kWh).

Als periodieke regeneratie overeenkomstig punt 6.6.2 plaatsvindt, moeten de regeneratie-aanpassingsfactoren $k_{r,u}$ of $k_{r,d}$ worden vermenigvuldigd met, respectievelijk worden opgeteld bij het specifieke emissieresultaat e , zoals bepaald met de vergelijkingen 69 en 70.

9. SPECIFICATIES EN VERIFICATIE VAN DE APPARATUUR

In deze bijlage staan geen nadere gegevens over apparatuur of systemen voor het meten van stroming, druk of temperatuur. In plaats daarvan worden in punt 9.2 alleen de lineariteitseisen gegeven waaraan dergelijke apparatuur of systemen voor emissietests moeten voldoen.

9.1. Specificaties van de dynamometer

Voor de uitvoering van de in de punten 7.2.1 en 7.2.2 beschreven testcycli wordt een motor-dynamometer met adequate kenmerken gebruikt.

De meetapparatuur voor het koppel en het toerental moet in staat zijn het asvermogen zo nauwkeurig te meten dat kan worden voldaan aan de criteria voor cyclusvalidatie. Er kunnen aanvullende berekeningen nodig zijn. De nauwkeurigheid van de meetapparatuur moet dusdanig zijn dat de lineariteitseisen in tabel 7 van punt 9.2 niet worden overschreden.

9.2. Lineariteitseisen

De kalibrering van de meetapparatuur en meetsystemen moet voldoen aan nationale (internationale) normen. De meetapparatuur en meetsystemen moeten voldoen aan de lineariteitseisen vermeld in tabel 7. De lineariteitscontrole volgens punt 9.2.1 moet voor de gasanalysatoren ten minste om de drie maanden plaatsvinden, en na iedere systeemreparatie of -wijziging die van invloed zou kunnen zijn op de kalibratie. Voor de andere apparatuur en systemen geldt dat de lineariteitscontrole moet worden uitgevoerd overeenkomstig de interne inspectieprocedures van de fabrikant van de apparatuur of overeenkomstig de ISO 9000-voorschriften.

Tabel 7

Lineariteitseisen voor apparatuur en meetsystemen

Meetsysteem	$ x_{\min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 $	Helling a_1	Standaardafwijking SEE	Determinatie- coëfficiënt r^2
Motortoerental	max. ≤ 0,05 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Motorkoppel	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Brandstofstroom	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Luchtstroom	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Uitlaatgasstroom	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Verdunningsmiddelstroom	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Verdunde uitlaatgasstroom	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Bemonsteringsstroom	max. ≤ 1 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Gasanalysatoren	max. ≤ 0,5 %	0,99 - 1,01	max. ≤ 1 %	≥ 0,998
Gasverdelers	max. ≤ 0,5 %	0,98 - 1,02	max. ≤ 2 %	≥ 0,990
Temperatuur	max. ≤ 1 %	0,99 - 1,01	max. ≤ 1 %	≥ 0,998
Druk	max. ≤ 1 %	0,99 - 1,01	max. ≤ 1 %	≥ 0,998
PM-balans	max. ≤ 1 %	0,99 - 1,01	max. ≤ 1 %	≥ 0,998

9.2.1. Lineariteitscontrole

9.2.1.1. Inleiding

Voor ieder meetsysteem in tabel 7 moet een lineariteitscontrole worden uitgevoerd. Hierbij worden, tenzij anders is gespecificeerd, ten minste 10 referentiewaarden in het meetsysteem ingevoerd en worden de gemeten waarden met deze referentiewaarden vergeleken aan de hand van lineaire regressie volgens de kleinste-kwadratenmethode overeenkomstig vergelijking 11. De grenswaarden in tabel 6 verwijzen naar de tijdens het testen te verwachten maxima.

9.2.1.2. Algemene eisen

De meetsystemen moeten overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant worden opgewarmd. De meetsystemen moeten worden gebruikt bij hun gespecificeerde temperatuur, druk en stroom.

9.2.1.3. Procedure

De lineariteitscontrole wordt binnen elk normale werkingsgebied uitgevoerd in de volgende stappen:

- a) het instrument wordt op nul gezet door middel van een nulsignaal. Voor gasanalysatoren wordt hiervoor gezuiverde synthetische lucht (of stikstof) direct door de analysatorpoort geleid;
- b) het meetbereik van het instrument wordt geijkt door middel van een ijksignaal. Voor gasanalysatoren wordt hiervoor een passend ijkgas direct door de analysatorpoort geleid;
- c) de nulprocedure van stap a) wordt herhaald;
- d) de controle wordt uitgevoerd door ten minste 10 referentiewaarden (waaronder nul) tussen nul en de te verwachten hoogste waarden van de emissietests in te voeren. Voor gasanalysatoren worden bekende gasconcentraties overeenkomstig punt 9.3.3.2 direct door de analysatorpoort geleid;
- e) met een registratiefrequentie van ten minste 1 Hz worden 30 s lang de referentiewaarden gemeten en de gemeten waarden vastgelegd;
- f) aan de hand van de rekenkundige gemiddelden tijdens deze 30 seconden worden de parameters van de lineaire regressie volgens de kleinste-kwadratenmethode berekend volgens vergelijking 11 in punt 7.8.7;
- g) de parameters van de lineaire regressie moeten voldoen aan de eisen van tabel 7 in punt 9.2;
- h) zo nodig wordt de nulinstelling opnieuw gecontroleerd en de controleprocedure herhaald.

9.3. Meet- en bemonsteringssysteem voor gasvormige emissies

9.3.1. Specificaties van de analysator

9.3.1.1. Algemeen

De analysatoren moeten een zodanig meetbereik en zodanige responstijd hebben dat de vereiste nauwkeurigheid van de meting van de uitlaatgasbestanddelen onder stabiele en veranderende omstandigheden is gewaarborgd.

De elektromagnetische compatibiliteit (EMC) van de apparatuur moet voldoende zijn om extra fouten tot een minimum te beperken.

9.3.1.2. Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid, gedefinieerd als de mate waarin de afgelezen waarde van de analysator afwijkt van de referentiewaarde, mag niet meer bedragen dan $\pm 2\%$ van de afgelezen waarde of $\pm 0,3\%$ van het volledige schaalbereik (de grootste waarde is van toepassing).

9.3.1.3. Precisie

De precisie, gedefinieerd als 2,5 maal de standaardafwijking van tien herhaalde responsen op een bepaald kalibratie- of ijkgas, mag niet meer bedragen dan 1 % van de uiterste concentratie op de schaal voor elk gebied boven 155 ppm (of ppm C) of 2 % van elk gebied beneden 155 ppm (of ppm C).

9.3.1.4. Ruis

Het maximumafleesverschil over een willekeurige periode van tien seconden bij gebruik van een nulgas en een kalibratie- of ijkgas mag voor elk meetbereik niet groter zijn dan 2 % van de volledige schaal.

9.3.1.5. Nulpuntsverloop

Het verloop van de nulgasrespons wordt gespecificeerd door de fabrikant van het instrument.

9.3.1.6. Meetbereikverloop

Het verloop van de ijkgasrespons wordt gespecificeerd door de fabrikant van het instrument.

9.3.1.7. Stijgtijd

De stijgtijd van de analysator in het meetsysteem mag niet meer dan 2,5 s bedragen.

9.3.1.8. Gasdroging

Uitlaatgassen mogen op natte of droge basis worden gemeten. Bij gebruik van een gasdroogapparaat moet dit een minimale invloed hebben op de samenstelling van de gemeten gassen. Chemische drogers zijn niet aanvaardbaar voor het verwijderen van water uit het monster.

9.3.2. Gasanalysatoren

9.3.2.1. Inleiding

In de punten 9.3.2.2 tot en met 9.3.2.7 worden de toe te passen meetbeginselen beschreven. Een uitvoerige beschrijving van de meetsystemen is opgenomen in aanhangsel 3. De te meten gassen worden geanalyseerd met de volgende instrumenten. Bij niet-lineaire analyseapparatuur mogen lineariseringsschakelingen worden toegepast.

9.3.2.2. Analyse van koolmonoxide (CO)

Voor de analyse van koolmonoxide wordt een niet-dispersieve analysator met absorptie in het infraroodgebied (NDIR) gebruikt.

9.3.2.3. Analyse van kooldioxide (CO₂)

Voor de analyse van kooldioxide wordt een niet-dispersieve analysator met absorptie in het infraroodgebied (NDIR) gebruikt.

9.3.2.4. Analyse van koolwaterstoffen (HC)

Voor de analyse van koolwaterstoffen wordt een verwarmde vlamionisatiedetector (HFID) gebruikt met verwarmde detector, kleppen, leidingen enz. om de temperatuur van het gas op 463 ± 10 K (190 ± 10 °C) te houden. Desgewenst mag bij aardgas- of elektrische-ontstekingsmotoren voor de analyse van koolwaterstoffen een niet-verwarmde vlamionisatiedetector (FID) worden gebruikt, afhankelijk van de gehanteerde methode (zie aanhangsel 3, punt A.3.1.3).

9.3.2.5. Analyse van methaan (CH₄) en andere koolwaterstoffen (NMHC)

De uit methaan en andere koolwaterstoffen bestaande fractie wordt bepaald met een verwarmde niet-methaancutter (NMC) en twee FID's overeenkomstig aanhangsel 3, punten A.3.1.4 en A.3.1.5. De concentratie van de bestanddelen wordt overeenkomstig punt 8.6.2 bepaald.

9.3.2.6. Analyse van stikstofoxiden (NO_x)

Voor de NO_x-meting zijn twee meetinstrumenten gespecificeerd, die beide gebruikt mogen worden mits het instrument aan de criteria in punt 9.3.2.6.1, respectievelijk punt 9.3.2.6.2 beantwoordt. Voor het vaststellen van de systeemgelijkwaardigheid van een alternatieve meetprocedure overeenkomstig punt 5.1.1 is alleen de CLD toegestaan.

9.3.2.6.1. Chemiluminescentiedetector (CLD)

Indien op droge basis wordt gemeten, wordt voor de analyse van stikstofoxiden gebruikgemaakt van een chemiluminescentiedetector (CLD) of een verwarmde chemiluminescentiedetector (HCLD) met een NO₂/NO-omzetter. Indien op natte basis wordt gemeten, wordt een HCLD gebruikt met een omzetter die op een temperatuur van 328 K (55 °C) of meer wordt gehouden, mits aan de controle van de waterdemping is voldaan (zie punt 9.3.9.2.2). Voor de CLD en de HCLD moet de wandtemperatuur van het bemonsteringstraject tot aan de omzetter voor de meting op droge basis en tot aan de analysator voor de meting op natte basis tussen 328 K (55 °C) en 473 K (200 °C) liggen.

9.3.2.6.2. Niet-dispersieve ultravioletdetector (NDUV)

Voor de meting van de NO_x-concentratie moet een niet-dispersieve ultravioletanalysator (NDUV) worden gebruikt. Als de NDUV-analysator uitsluitend NO meet, wordt vóór de NDUV-analysator een NO₂/NO-omzetter geplaatst. Om watercondensatie te voorkomen moet de NDUV-temperatuur worden gehandhaafd, tenzij vóór de analysator, en vóór de NO₂/NO-omzetter indien deze wordt gebruikt, een monsteroog is geïnstalleerd.

9.3.2.7. Meting van de lucht-brandstofverhouding

Om overeenkomstig punt 8.4.1.6 het uitlaatgasdebiet te meten wordt gebruikgemaakt van een lucht-brandstofverhoudingssensor met groot bereik of een zirkonium-lambdasensor. De sensor wordt rechtstreeks op de uitlaatpijp gemonteerd waar de temperatuur van de uitlaatgassen hoog genoeg is om watercondensatie tegen te gaan.

De nauwkeurigheid van de sensor met ingebouwde elektronica ligt in het volgende gebied:

- ± 3 % van de afgelezen waarde voor $\lambda < 2$
- ± 5 % van de afgelezen waarde voor $2 \leq \lambda < 5$
- ± 10 % van de afgelezen waarde voor $5 \leq \lambda$

Om aan bovenstaande nauwkeurigheidsvorschriften te voldoen, moet de sensor gekalibreerd zijn zoals aangegeven door de fabrikant van het instrument.

9.3.3. Gassen

De bewaartijd voor alle gassen moet worden gerespecteerd.

9.3.3.1. Zuivere gassen

De vereiste zuiverheidsgraad van de gassen is gedefinieerd door de hieronder vermelde grenswaarden voor de verontreiniging. De volgende gassen moeten voor gebruik beschikbaar zijn:

a) voor het ruwe uitlaatgas:

gezuiverde stikstof

(verontreiniging ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

gezuiverde zuurstof

(zuiverheid $> 99,5$ vol.-% O₂)

waterstof-heliummengsel (brandstof voor FID-brander)

(40 ± 1 % waterstof, rest helium)

(verontreiniging ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

gezuiverde synthetische lucht

(verontreiniging ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

(zuurstofgehalte tussen 18 en 21 vol.-%)

b) voor het verdunde uitlaatgas (facultatief voor het ruwe uitlaatgas):

gezuiverde stikstof

(verontreiniging $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)

gezuiverde zuurstof

(zuiverheid $> 99,5$ vol.-% O₂)

waterstof-heliummengsel (brandstof voor FID-brander)

(40 ± 1 % waterstof, rest helium)

(verontreiniging $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 10 ppm CO₂)

gezuiverde synthetische lucht

(verontreiniging $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)

(zuurstofgehalte tussen 20,5 en 21,5 vol.-%)

Als geen gasflessen beschikbaar zijn, mag een gasreiniger worden gebruikt, mits de verontreinigingsniveaus kunnen worden aangetoond.

9.3.3.2. Kalibratie- en ijkgasen

In voorkomend geval moeten gasmengsels met de volgende chemische samenstelling beschikbaar zijn. Andere gascombinaties zijn toegestaan mits de gasen niet met elkaar reageren. De door de fabrikant aangegeven houdbaarheidsdatum van de kalibratiegasen moet worden genoteerd.

C₃H₈ en gezuiverde synthetische lucht (zie punt 9.3.3.1);

CO en gezuiverde stikstof;

NO en gezuiverde stikstof;

NO₂ en gezuiverde synthetische lucht;

CO₂ en gezuiverde stikstof;

CH₄ en gezuiverde synthetische lucht;

C₂H₆ en gezuiverde synthetische lucht.

De werkelijke concentratie van een kalibratie- en ijkgas moet binnen ± 1 % van de nominale waarde liggen en voldoen aan nationale of internationale normen. Alle concentraties van het kalibratiegas zijn gebaseerd op het volume (volumeprocent of volume ppm).

9.3.3.3. Gasverdelers

De voor kalibratie en ijking gebruikte gassen mogen ook worden verkregen met behulp van gasverdelers (precisiemengapparatuur), waarbij verdund wordt met zuiver N₂ of met gezuiverde synthetische lucht. De nauwkeurigheid van de gasverdeler moet zodanig zijn dat de concentratie van de gemengde kalibratiegassen op ± 2 % na kan worden bepaald. Dit impliceert dat de samenstelling van de primaire gassen die voor mengen worden gebruikt, op ten minste ± 1 % nauwkeurig bekend moet zijn overeenkomstig nationale of internationale normen voor gassen. De controle wordt verricht door meting tussen 15 en 50 % van de volledige schaal voor iedere kalibratie waarbij een gasverdeler wordt gebruikt. Er mag nog een extra controle worden uitgevoerd met behulp van een ander kalibratiegas, indien de eerste controle mislukte.

Eventueel kan de mengvoorziening worden gecontroleerd met gebruikmaking van een instrument dat van nature lineair is, bijvoorbeeld NO-gas met een CLD. Het meetbereik van het instrument wordt afgesteld terwijl het ijkgas rechtstreeks op het instrument wordt aangesloten. De gasverdeler moet bij de gebruikte instellingen worden gecontroleerd en de nominale waarde dient te worden vergeleken met de gemeten concentratie van het instrument. Het verschil moet op elk punt binnen ± 1 % van de nominale waarde liggen.

Voor uitvoering van de lineariteitscontrole volgens punt 9.2.1 dient de gasverdeler een nauwkeurigheid te hebben van ± 1 %.

9.3.3.4. Controlegassen voor de interferentie door zuurstof

De controlegassen voor de interferentie door zuurstof zijn een mengsel van propaan, zuurstof en stikstof. Ze moeten propaan met 350 ppm C ± 75 ppm C koolwaterstof bevatten. De concentratiewaarde wordt met kalibratiegastoleranties bepaald via chromatografische analyse van alle koolwaterstoffen plus onzuiverheden of via dynamische menging. De benodigde zuurstofconcentraties voor het testen van motoren met elektrische ontsteking en met compressieontsteking staan vermeld in tabel 8, waarbij het restant gezuiverde stikstof is.

Tabel 8

Controlegassen voor de interferentie door zuurstof

Motor type	Concentratie O ₂ (%)
Compressieontsteking	21 (tussen 20 en 22)
Elektrische en compressieontsteking	10 (tussen 9 en 11)
Elektrische en compressieontsteking	5 (tussen 4 en 6)
Elektrische ontsteking	0 (tussen 0 en 1)

9.3.4. Controle op lekken

Het systeem moet op lekken worden gecontroleerd. De sonde wordt losgekoppeld van het uitlaatsysteem en het uiteinde wordt voorzien van een stop. De analysatorpomp wordt ingeschakeld. Indien er geen lek is, wijzen alle stroommeters na een stabiliseringsperiode ongeveer nul aan. Zo niet, dan worden de bemonsteringsleidingen gecontroleerd en de gebreken hersteld.

De maximaal toelaatbare lekstroom aan de vacuümzijde mag 0,5 % van de stroom bij normaal gebruik bedragen voor het gedeelte van het systeem dat wordt gecontroleerd. De stroom door de analyseapparatuur en de stroom in de omloopleiding mogen worden gebruikt om de stroomwaarde bij normaal gebruik te ramen.

Het systeem kan ook worden leeggepompt tot een druk van ten minste 20 kPa vacuüm (80 kPa absoluut). Na een stabiliseringsperiode mag de stijging van de druk Δp (kPa/min) in het systeem niet groter zijn dan:

$$\Delta p = p / V_s \times 0,005 \times q_{vs} \quad (71)$$

waarin:

V_s het systeemvolume (l);

q_{vs} de systeemstroom (l/min).

Bij een andere methode wordt de concentratie aan het begin van de bemonsteringsleiding abrupt veranderd door van het nulgas op het ijkgas over te schakelen. Indien de aflezing van een correct gekalibreerde analysator na een toereikende tijdsperiode $\leq 99\%$ van de toegevoerde concentratie is, wijst dit op een lekprobleem dat moet worden opgelost.

9.3.5. Controle van de responstijd van het analysesysteem

De systeeminstellingen moeten bij de controle van de responstijd precies dezelfde zijn als bij de meting tijdens de eigenlijke test (druk, stroom, filterinstellingen op de analysator en alle overige factoren die de responstijd beïnvloeden). De responstijd moet worden bepaald bij rechtstreekse gasomschakeling aan de inlaat van de bemonsteringssonde. De gasomschakeling moet binnen 0,1 s plaatsvinden. De voor de test gebruikte gassen moeten een concentratiewijziging van ten minste 60 % van de volledige schaaluitslag (FS) veroorzaken.

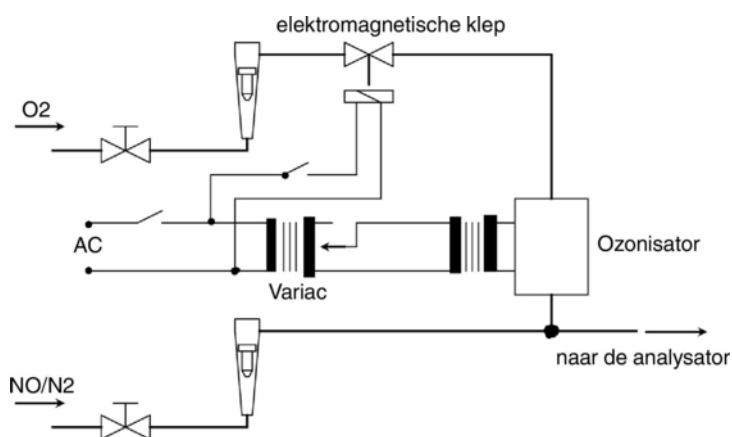
Het verloop van de concentratie van elke gascomponent moet worden geregistreerd. De responstijd wordt gedefinieerd als het verschil in tijd tussen de gasomschakeling en de corresponderende wijziging van de geregistreeerde concentratie. De systeemresponstijd (t_{90}) bestaat uit de reactietijd tot aan de meetdetector en de stijgtijd van de detector. De reactietijd wordt gedefinieerd als de tijd vanaf de wijziging (t_0) totdat de respons 10 % van de eindwaarde bedraagt (t_{10}). De stijgtijd wordt gedefinieerd als de tijd tussen de 10 %- en de 90 %-respons van de eindwaarde ($t_{90} - t_{10}$).

Bij tijdsaanpassing van de analyseapparatuur en de signalen van de uitlaatgasstroom wordt de omzettingstijd gedefinieerd als de tijd vanaf de wijziging (t_0) totdat de respons 50 % van de eindwaarde bedraagt (t_{50}).

De systeemresponstijd moet ≤ 10 s zijn met een stijgtijd van $\leq 2,5$ s overeenkomstig punt 9.3.1.7 voor alle beperkt aanwezige bestanddelen (CO , NO_x , HC of NMHC) en alle gasgroepen. Bij gebruik van een NMC voor het meten van de NMHC mag de systeemresponstijd groter zijn dan 10 s.

9.3.6. Doelmatigheidstest van de NO_x -omzetter

De doelmatigheid van de omzetter die wordt toegepast voor de omzetting van NO_2 in NO , wordt getest overeenkomstig de punten 9.3.6.1 tot en met 9.3.6.8 (zie figuur 8).



Figuur 8

Schema voor de controle van de doelmatigheid van de NO_2 -omzetter

9.3.6.1. Testopstelling

Aan de hand van de in figuur 8 schematisch afgebeelde testopstelling en de onderstaande procedure kan de doelmatigheid van de omzetter worden getest met een ozonisor.

9.3.6.2. Kalibratie

De CLD en de HCLD moeten worden gekalibreerd in het meest gebruikte werkgebied overeenkomstig de specificaties van de fabrikant en met gebruikmaking van een nulgas en een ijkgas (waarvan het NO-gehalte ongeveer 80 % van het werkgebied moet bedragen en de NO₂-concentratie van het gasmengsel minder dan 5 % van de NO-concentratie bedraagt). De NO_x-analysator moet in de NO-stand staan, zodat het ijkgas niet door de omzetter stroomt. De aangegeven concentratie moet worden genoteerd.

9.3.6.3. Berekening

Het percentage van de doelmatigheid van de omzetter wordt als volgt berekend:

$$E_{\text{NO}_x} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100 \quad (72)$$

waarin:

- a* de NO_x-concentratie overeenkomstig punt 9.3.6.6;
- b* de NO_x-concentratie overeenkomstig punt 9.3.6.7;
- c* de NO-concentratie overeenkomstig punt 9.3.6.4;
- d* de NO-concentratie overeenkomstig punt 9.3.6.5.

9.3.6.4. Toevoegen van zuurstof

Via een T-stuk wordt voortdurend zuurstof of referentielucht aan de gasstroom toegevoegd totdat de aangegeven concentratie 20 % minder bedraagt dan de in punt 9.3.6.2 aangegeven kalibratieconcentratie. (De analysator staat in de NO-stand.)

De aangegeven concentratie (*c*) wordt genoteerd. De ozonisator is gedurende het proces gedeactiveerd.

9.3.6.5. Activering van de ozonisator

De ozonisator wordt geactiveerd zodat genoeg ozon wordt geproduceerd om de NO-concentratie tot ongeveer 20 % (minimaal 10 %) van de in punt 9.3.6.2 aangegeven kalibratieconcentratie te verminderen. De aangegeven concentratie (*d*) wordt genoteerd (de analysator staat in de NO-stand).

9.3.6.6. NO_x-stand

De NO-analysator wordt in de NO_x-stand gezet, zodat het gasmengsel (bestaande uit NO, NO₂, O₂ en N₂) nu door de omzetter stroomt. De aangegeven concentratie (*a*) wordt genoteerd (de analysator staat in de NO_x-stand).

9.3.6.7. Deactivering van de ozonisator

De ozonisator wordt nu gedeactiveerd. Het in punt 9.3.6.6 beschreven gasmengsel stroomt via de omzetter de detector binnen. De aangegeven concentratie (*b*) wordt genoteerd (de analysator staat in de NO_x-stand).

9.3.6.8. NO-stand

De analysator wordt nu in de NO-stand gezet, waarbij de ozonisator wordt uitgeschakeld en de zuurstof- of synthetische-luchtstroom wordt afgesloten. De NO_x-aflezing van de analysator mag niet meer dan ± 5 % van de volgens punt 9.3.6.2 gemeten waarde afwijken (de analysator staat in de NO-stand).

9.3.6.9. Testfrequentie

De doelmatigheid van de omzetter wordt ten minste eenmaal per maand gecontroleerd.

9.3.6.10. Eisen ten aanzien van de doelmatigheid

De doelmatigheid E_{NOx} van de omzetter mag niet lager zijn dan 95 %.

Indien de ozonisator, met de analysator ingesteld voor het meest gebruikelijke meetbereik, geen vermindering van 80 tot 20 % kan teweegbrengen overeenkomstig punt 9.3.6.5, moet het hoogste meetbereik worden gebruikt waarbij deze vermindering wel mogelijk is.

9.3.7. Instelling van de FID

9.3.7.1. Optimalisering van de detectorrespons

De FID moet overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant worden afgesteld. Er moet gebruik worden gemaakt van een propaan/luchtmengsel als ijkgas voor de optimalisering van de respons in het meest gebruikte werkgebied.

Er wordt een ijkgas met een C-concentratie van 350 ± 75 ppm in het analyseapparaat gevoerd, waarbij de brandstof- en luchtstroom overeenkomstig de aanwijzingen van de fabrikant van het instrument worden afgesteld. De respons bij een bepaalde brandstofstroom wordt bepaald uit het verschil tussen de ijkgas- en de nulgasrespons. De brandstofstroom moet stapsgewijs worden bijgesteld onder en boven de specificatie van de fabrikant. De ijkgasrespons en de nulgasrespons bij beide brandstofstromen moeten worden genoteerd. Het verschil tussen de ijkgasrespons en de nulgasrespons moet worden uitgezet en de brandstofstroom moet worden bijgesteld naar de rijke kant van de kromme. Dit is de begininstelling voor het debiet, waarvoor wellicht verdere optimalisering nodig is afhankelijk van de resultaten van de koolwaterstofresponsfactoren en de zuurstofinterferentiecontrole overeenkomstig de punten 9.3.7.2 en 9.3.7.3. Indien de zuurstofinterferentie of de koolwaterstofresponsfactoren niet aan de volgende specificaties voldoen, moet de luchtstroom stapsgewijs worden bijgesteld onder en boven de specificaties van de fabrikant, waarbij punten 9.3.7.2 en 9.3.7.3 per stroom worden herhaald.

De optimalisering mag desgewenst worden uitgevoerd volgens de procedures vastgelegd in SAE-document nr. 770141.

9.3.7.2. Responsfactoren voor koolwaterstof

Er moet een lineariteitscontrole van de analysator worden uitgevoerd met propaan in lucht en gezuiverde synthetische lucht overeenkomstig punt 9.2.1.3.

De responsfactoren moeten worden bepaald bij eerste ingebruikneming van een analysator en na grote onderhoudsbeurten. De responsfactor (r_h) voor een bepaalde koolwaterstof is de verhouding tussen de FID C1-aflezing en de gasconcentratie in de cilinder uitgedrukt in ppm C1.

De concentratie van het testgas moet op een zodanig niveau zijn dat de respons ongeveer 80 % van de volledige schaal is. De concentratie moet bekend zijn met een nauwkeurigheid van ± 2 % ten opzichte van een gravimetrische standaard uitgedrukt in volume. Bovendien moet de gascilinder vooraf gedurende 24 uur op een temperatuur van 298 ± 5 K (25 ± 5 °C) worden geconditioneerd.

De te gebruiken testgassen en de relatieve responsfactorgebieden zijn als volgt:

- a) methaan en gezuiverde synthetische lucht: $1,00 \leq r_h \leq 1,15$;
- b) propyleen en gezuiverde synthetische lucht: $0,90 \leq r_h \leq 1,1$;
- c) toluen en gezuiverde synthetische lucht: $0,90 \leq r_h \leq 1,1$.

Dit zijn waarden ten opzichte van een r_h van 1 voor propaan en gezuiverde synthetische lucht.

9.3.7.3. Controle van de interferentie door zuurstof

Alleen bij ruw-uitlaatgasanalysatoren moet de zuurstofinterferentiecontrole uitgevoerd worden bij eerste ingebruikneming van een analysator en na grote onderhoudsbeurten.

Het meetbereik moet zodanig worden gekozen dat de controlegassen voor zuurstofinterferentie in de bovenste 50 % vallen. De test wordt uitgevoerd met de voorgeschreven oventemperatuur. De specificaties voor de controlegassen voor zuurstofinterferentie staan in punt 9.3.3.4.

- a) de analysator wordt op nul gezet;
- b) voor elektrische-ontstekingsmotoren wordt het meetbereik ingesteld met een mengsel met 0 % zuurstof. Voor compressieontstekingsmotoren wordt het meetbereik ingesteld met een mengsel met 21 % zuurstof;
- c) de nulgasrespons wordt opnieuw gecontroleerd. Indien deze meer dan 0,5 % van de volledige schaal is veranderd, worden de stappen a) en b) van dit punt herhaald;
- d) de controlegassen voor zuurstofinterferentie (5 % en 10 %) worden in de analysator gevoerd;
- e) de nulgasrespons wordt opnieuw gecontroleerd. Indien deze meer dan ± 1 % van de volledige schaal is veranderd, wordt de test herhaald;
- f) de interferentie door zuurstof E_{O_2} wordt voor elk mengsel in stap d) als volgt berekend:

$$E_{O_2} = (c_{\text{ref,d}} - c) \times 100 / c_{\text{ref,d}} \quad (73)$$

waarbij de analysatorrespons als volgt wordt berekend:

$$c = \frac{c_{\text{ref,b}} \times c_{\text{FS,b}}}{c_{\text{m,b}}} \times \frac{c_{\text{m,d}}}{c_{\text{FS,d}}} \quad (74)$$

waarin:

- $c_{\text{ref,b}}$ de referentieconcentratie van HC in stap b) (ppm C);
 - $c_{\text{ref,d}}$ de referentieconcentratie van HC in stap d) (ppm C);
 - $c_{\text{FS,b}}$ de concentratie van HC op de volledige schaal in stap b) (ppm C);
 - $c_{\text{FS,d}}$ de concentratie van HC op de volledige schaal in stap d) (ppm C);
 - $c_{\text{m,b}}$ de gemeten concentratie van HC in stap b) (ppm C);
 - $c_{\text{m,d}}$ de gemeten concentratie van HC in stap d) (ppm C);
- g) voorafgaand aan het testen moet voor alle vereiste controlegassen voor zuurstofinterferentie de interferentie door zuurstof E_{O_2} lager zijn dan $\pm 1,5$ %;
 - h) indien de zuurstofinterferentie E_{O_2} meer dan $\pm 1,5$ % bedraagt, mogen corrigerende maatregelen worden genomen door stapsgewijs de luchtstroom onder en boven de specificaties van de fabrikant, de brandstofstroom en de bemonsteringsstroom bij te stellen;
 - i) bij elke nieuwe afstelling moet de zuurstofinterferentie opnieuw worden bepaald.

9.3.8. Doelmatigheid van de niet-methaancutter (NMC)

De NMC wordt gebruikt voor het verwijderen van andere koolwaterstoffen dan methaan uit het gasmonster, namelijk door oxidering van alle koolwaterstoffen behalve methaan. In het ideale geval bedraagt de methaanconversie 0 % en loopt de conversie van de andere koolwaterstoffen, vertegenwoordigd door ethaan, op tot 100 %. Voor de nauwkeurige meting van de NMHC worden beide rendementen bepaald en gebruikt voor de meting van de NMHC-emissiemassastroom (zie punt 8.5.2).

9.3.8.1. Doelmatigheid van de methaanconversie

Het methaankalibratiegas wordt wel en niet via de NMC door de FID geleid en in beide gevallen wordt de concentratie gemeten. De doelmatigheid wordt dan als volgt bepaald:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}} \quad (75)$$

waarin:

$c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$ de HC-concentratie, als CH_4 door de NMC stroomt (ppm C);

$c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$ de HC-concentratie, als CH_4 niet door de NMC stroomt (ppm C).

9.3.8.2. Doelmatigheid van de ethaanconversie

Het ethaankalibratiegas wordt wel en niet via de NMC door de FID geleid en in beide gevallen wordt de concentratie gemeten. De doelmatigheid wordt dan als volgt bepaald:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}} \quad (76)$$

waarin:

$c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$ de HC-concentratie, als C_2H_6 door de NMC stroomt (ppm C);

$c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$ de HC-concentratie, als C_2H_6 niet door de NMC stroomt (ppm C).

9.3.9. Interferentie-effecten

Andere gassen dan het te analyseren gas kunnen de aflezing op verscheidene wijzen beïnvloeden. Positieve interferentie treedt op bij NDIR-instrumenten wanneer het storende gas hetzelfde effect heeft als het te meten gas, maar in mindere mate. Negatieve interferentie treedt op in NDIR-instrumenten doordat het interfererende gas de absorptieband van het te meten gas verbreedt en in CLD-instrumenten doordat het interfererende gas de reactie onderdrukt. De in de punten 9.3.9.1 en 9.3.9.3 bedoelde interferentiecontroles moeten worden uitgevoerd vóór de eerste ingebruikneming van een analysator en na grote onderhoudsbeurten.

9.3.9.1. Interferentiecontrole van de CO-analysator

Water en CO_2 kunnen de prestaties van de CO-analysator beïnvloeden. Daarom wordt een CO_2 -rijkgas met een concentratie van 80 tot 100 % van de volledige schaal in het maximumwerkgebied dat bij de test wordt gebruikt, door water op kamertemperatuur geleid en de respons van de analysator wordt genoteerd. De analysatorrespons mag niet meer dan 2 % van de tijdens de test verwachte gemiddelde CO-concentratie bedragen.

De interferentieprocedures voor CO_2 en H_2O kunnen ook afzonderlijk worden gevolgd. Als de gebruikte CO_2 - en H_2O -niveaus hoger zijn dan de tijdens de test verwachte maximumniveaus, wordt elke waargenomen interferentiewaarde verlaagd door deze waarde te vermenigvuldigen met het quotiënt van de verwachte maximumconcentratie en de bij deze procedure feitelijk gebruikte concentratie. Bij de afzonderlijke interferentieprocedures mogen H_2O -concentraties worden gebruikt die lager zijn dan de tijdens de test verwachte maximumniveaus, mits de waargenomen H_2O -interferentie wordt verhoogd door deze waarde te vermenigvuldigen met het quotiënt van de verwachte maximumconcentratie aan H_2O en de bij deze procedure feitelijk gebruikte concentratie. De som van de twee bijgestelde interferentiewaarden moet voldoen aan de in dit punt gespecificeerde tolerantie.

9.3.9.2. Dempingscontrole van de NO_x-analysator: CLD-analysator

De twee relevante gassen voor CLD- (en HCLD-)analysatoren zijn CO₂ en waterdamp. De dempingsresponsen op deze gassen zijn evenredig met de concentratie ervan. Er zijn derhalve testtechnieken nodig om de demping bij de verwachte hoogste concentraties tijdens de test te bepalen. Als de CLD-analysator gebruikmaakt van compensatiealgoritmen voor demping waarvoor meetinstrumenten voor H₂O en/of CO₂ worden gebruikt, wordt de demping beoordeeld terwijl deze instrumenten zijn ingeschakeld en de compensatiealgoritmen worden toegepast.

9.3.9.2.1. Dempingscontrole voor CO₂

Een CO₂-ijkgas met een concentratie van 80 tot 100 % van de volledige schaal van het maximumwerkgebied moet door de NDIR-analysator worden gevoerd en de CO₂-waarde moet worden vastgesteld als A. Vervolgens wordt het gas verdund met 50 % NO-ijkgas en door de NDIR en de CLD gevoerd, waarbij de CO₂- en NO-waarden respectievelijk worden genoteerd als B en C. De CO₂-toevoer wordt afgesloten en alleen het NO-ijkgas wordt door de (H)CLD geleid. De NO-waarde wordt als D genoteerd.

Het dempingspercentage wordt als volgt berekend:

$$E_{\text{CO}_2} = \left[1 - \frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right] \times 100 \quad (77)$$

waarin:

- A de met de NDIR gemeten onverdunde CO₂-concentratie (%);
- B de met de NDIR gemeten verdunde CO₂-concentratie (%);
- C de met de (H)CLD gemeten verdunde NO-concentratie (ppm);
- D de met de (H)CLD gemeten onverdunde NO-concentratie (ppm).

Met goedkeuring door de typegoedkeuringsinstantie zijn alternatieve methoden toegestaan voor het verdunnen van het CO₂- en NO-ijkgas en het kwantificeren van de concentratie ervan, bijvoorbeeld dynamisch mengen.

9.3.9.2.2. Controle van de waterdemping

Deze controle is uitsluitend van toepassing op de meting van natte-gasconcentraties. Voor de berekening van de waterdemping moet het NO-ijkgas met waterdamp worden verdund en moet de waterdampconcentratie van het mengsel stapsgewijs worden gebracht op de waarde die tijdens de test wordt verwacht.

Een NO-ijkgas met een concentratie van 80 tot 100 % van de volledige schaal in het normale werkgebied moet door de (H)CLD worden gevoerd en de NO-waarde moet als D worden genoteerd. Het NO-ijkgas moet door water op kamertemperatuur worden geleid en door de (H)CLD, waarbij de NO-waarde als C wordt genoteerd. De watertemperatuur moet worden vastgesteld en als F worden genoteerd. De verzadigde dampdruk van het mengsel bij de watertemperatuur van de bubbler (F) moet worden vastgesteld en als G worden genoteerd.

De waterdampconcentratie van het mengsel (in %) moet op de volgende wijze worden berekend:

$$H = 100 \times (G / p_b) \quad (78)$$

en als H worden genoteerd. De verwachte verdunde NO-ijkgasconcentratie (in waterdamp) moet als volgt worden berekend:

$$D_e = D \times (1 - H / 100) \quad (79)$$

en als D_e worden genoteerd. Voor dieseluitlaatgas moet, uitgaande van een verhouding H/C in de brandstof van 1,8:1, de tijdens de test verwachte maximumwaterdampconcentratie in het uitlaatgas worden geraamd (in %) op grond van de maximale CO₂-concentratie in het uitlaatgas A, en wel als volgt:

$$H_m = 0,9 \times A \quad (80)$$

en als H_m worden genoteerd.

Het waterdempingspercentage wordt als volgt berekend:

$$E_{H_2O} = 100 \times ((D_e - C) / D_e) \times (H_m / H) \quad (81)$$

waarin:

D_e de verwachte verdunde NO-concentratie (ppm);

C de gemeten verdunde NO-concentratie (ppm);

H_m de maximumwaterdampconcentratie (%);

H de werkelijke waterdampconcentratie (%).

9.3.9.2.3. Maximaal toelaatbare demping

De gecombineerde CO₂- en waterdemping mag niet meer dan 2 % van de volledige schaal bedragen.

9.3.9.3. Dempingscontrole van de NO_x-analysator: NDUV-analysator

Koolwaterstoffen en H₂O kunnen positief interfereren met een NDUV-analysator door een soortgelijke respons als NO_x te veroorzaken. Als de NDUV-analysator gebruikmaakt van compensatie-algoritmen waarvoor metingen van andere gassen worden gebruikt om deze interferentie te controleren, moeten deze metingen simultaan worden verricht om de algoritmen tijdens de controle van de interferentie van de analysator te testen.

9.3.9.3.1. Procedure

De NDUV-analysator wordt overeenkomstig de instructies van de fabrikant gestart, bediend, op nul gezet en geijkt. Aanbevolen wordt voor deze controle uitlaatgas aan de motor te onttrekken. Voor de kwantificering van de NO_x in het uitlaatgas wordt een CLD gebruikt. De CLD-respons wordt gebruikt als referentiewaarde. Ook moet de HC in het uitlaatgas worden gemeten met een FID-analysator. De FID-respons wordt gebruikt als referentiewaarde voor koolwaterstof.

Indien tijdens de test een monsterdroger wordt gebruikt, wordt het motoruitlaatgas vóór die droger in de NDUV-analysator geleid. De analysator wordt enige tijd met rust gelaten om de respons te laten stabiliseren. De tijd die nodig is om de verbindingbuis te reinigen en rekening te houden met de analysatorrespons, mag bij de stabilisatietijd worden gerekend. Terwijl alle analysatoren de concentratie van het monster meten, wordt 30 s van de bemonsterde gegevens vastgelegd en worden de rekenkundige gemiddelden voor de drie analysatoren berekend.

De gemiddelde waarde van de CLD wordt afgetrokken van de gemiddelde waarde van de NDUV. Dit verschil wordt vermenigvuldigd met het quotiënt van de verwachte gemiddelde HC-concentratie en de tijdens de controle gemeten HC-concentratie:

$$E_{HC/H_2O} = (c_{NO_x,CLD} - c_{NO_x,NDUV}) \times \left(\frac{c_{HC,e}}{c_{HC,m}} \right) \quad (82)$$

waarin

$c_{NO_x,CLD}$ de met de CLD gemeten NO_x-concentratie (ppm);

$c_{NO_x,NDUV}$ de met de NDUV gemeten NO_x-concentratie (ppm);

$c_{HC,e}$ de verwachte maximale HC-concentratie (ppm);

$c_{HC,m}$ de gemeten HC-concentratie (ppm).

9.3.9.3.2. Maximaal toelaatbare demping

De gecombineerde HC- en waterdemping mag niet meer dan 2 % van de tijdens de test verwachte NO_x -concentratie bedragen.

9.3.9.4. Monsterdroger

Met een monsterdroger wordt water verwijderd dat de NO_x -meting kan beïnvloeden.

9.3.9.4.1. Doelmatigheid van de monsterdroger

Voor droge CLD-analysatoren moet worden aangetoond dat de monsterdroger ervoor zorgt dat bij de hoogste verwachte waterdampconcentratie H_m (zie punt 9.3.9.2.2) de CLD-vochtigheid op ≤ 5 g water/kg droge lucht (of ongeveer 0,008 % H_2O) blijft, wat gelijk is aan 100 % relatieve vochtigheid bij 3,9 °C en 101,3 kPa. Dit is tevens gelijk aan ongeveer 25 % relatieve vochtigheid bij 25 °C en 101,3 kPa. Dit kan worden aangetoond door de temperatuur bij de uitlaat van een thermische ontvochtiger te meten of door de vochtigheid vlak voor de CLD te meten. Het is ook mogelijk de vochtigheid van de CLD-uitlaat te meten, zolang de enige stroom die de CLD binnengaat, afkomstig is van de ontvochtiger.

9.3.9.4.2. NO_2 -opname door monsterdroger

Door vloeibaar water dat in een verkeerd ontworpen monsterdroger achterblijft, kan NO_2 uit het monster worden verwijderd. Als een monsterdroger in combinatie met een NDUV-analysator wordt gebruikt, zonder dat voor de droger een NO_2/NO -omzetter is geplaatst, kan NO_2 uit het monster worden verwijderd vóór de NO_x -meting.

De monsterdroger moet zodanig zijn ontworpen dat bij de maximaal verwachte concentratie NO_2 ten minste 95 % van de totale NO_2 kan worden gemeten.

9.3.10. Bemonstering van ruwe gasvormige emissies, indien van toepassing

De sondes voor bemonstering van gasvormige emissies moeten ten minste 0,5 m of driemaal de diameter van de uitlaatpijp (de grootste waarde is van toepassing) vanaf het einde van het uitlaatsysteem en voldoende dicht bij de motor worden geplaatst, zodat de uitlaatgastemperatuur bij de sonde ten minste 343 K (70 °C) bedraagt.

Bij een motor met meerdere cilinders en een vertakt uitlaatspruitstuk moet de inlaat van de sonde ver genoeg in de uitlaat worden geplaatst, zodat het monster representatief is voor de gemiddelde uitlaatemissie uit alle cilinders. Bij motoren met meerdere cilinders die afzonderlijke spruitstukken hebben, zoals V-motoren, wordt aanbevolen de spruitstukken vóór de bemonsteringssonde te combineren. Indien dit niet praktisch is, mag een monster worden genomen van de groep met de hoogste CO_2 -emissie. Bij de berekening van de uitlaatemissie moet worden uitgegaan van de totale uitlaattmassastroom.

Indien de samenstelling van het uitlaatgas wordt beïnvloed door een nabehandelingsinstallatie, moet het uitlaatgasmonster voorbij die inrichting worden genomen.

9.3.11. Bemonstering van verdunde gasvormige emissies, indien van toepassing

De uitlaatpijp tussen de motor en het volledige-stroomverduunningssysteem moet overeenstemmen met de voorschriften van aanhangsel 3. De bemonsteringssonde(s) voor de gasvormige emissies wordt/worden in de verdunningstunnel geplaatst op een punt waar het verdunningsmiddel en het uitlaatgas goed vermengd zijn en dicht bij de deeltjesbemonsteringssonde.

In het algemeen kan de bemonstering op twee manieren gebeuren:

- de emissies worden tijdens de cyclus bemonsterd in een bemonsteringszak en na voltooiing van de test gemeten; voor HC moet de bemonsteringszak worden verhit tot 464 ± 11 K (191 ± 11 °C) en voor NO_x moet de temperatuur van de bemonsteringszak boven het dauwpunt liggen;
- de emissies worden continu bemonsterd en gedurende de cyclus geïntegreerd.

De achtergrondconcentratie wordt vóór de verdunningstunnel overeenkomstig punt a) of b) bepaald en overeenkomstig punt 8.5.2.3.2 van de emissieconcentratie afgetrokken.

9.4. Deeltjesmeet- en bemonsteringssysteem

9.4.1. Algemene specificaties

Om de massa van de deeltjes vast te stellen, zijn een deeltjesverdunnings- en bemonsteringssysteem, een deeltjesbemonsteringsfilter, een microgrambalans en een weegkamer met constante temperatuur en vochtigheid nodig. Het deeltjesbemonsteringssysteem moet een representatief monster van de deeltjes garanderen, evenredig met de uitlaatgasstroom.

9.4.2. Algemene voorschriften voor het verdunningssysteem

Voor het bepalen van de deeltjes moet het monster worden verdund met gefilterde omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof (het verdunningsmiddel). Het verdunningssysteem wordt als volgt ingesteld:

- a) verwijder alle watercondens uit het verdunnings- en bemonsteringssysteem;
- b) houdt de temperatuur van het verdunde uitlaatgas in een gebied van 20 cm vóór tot 20 cm na de filterhouder(s) tussen 315 K (42 °C) en 325 K (52 °C);
- c) de temperatuur van het verdunningsmiddel moet vlak bij de ingang van de verdunningstunnel tussen 293 K (20 °C) en 325 K (52 °C) liggen;
- d) de minimale verdunningsverhouding moet tussen 5:1 en 7:1 liggen en voor de primaire oplosfase ten minste 2:1 bedragen op basis van het maximale uitlaatgasdebiet van de motor;
- e) bij een partiële-stroomverdunningsstelsel moet de retentietijd in het systeem vanaf het punt waar het verdunningsmiddel in de filterhouder(s) wordt geleid, tussen 0,5 en 5 seconden bedragen;
- f) bij een volledige-stroomverdunningsstelsel moet de totale retentietijd in het systeem vanaf het punt waar het verdunningsmiddel in de filterhouder(s) wordt geleid, tussen 1 en 5 seconden bedragen; indien een secundair verdunningsstelsel wordt gebruikt, moet de retentietijd in dat systeem vanaf het punt waar het secundaire verdunningsmiddel in de filterhouder(s) wordt geleid, ten minste 0,5 seconden bedragen.

Het verdunningsmiddel mag vóór instroming in het verdunningssysteem worden gedroogd; dit is met name nuttig als het verdunningsmiddel een hoge vochtigheidsgraad heeft.

9.4.3. Deeltjesbemonstering

9.4.3.1. Partiële-stroomverdunningsstelsel

De deeltjesbemonsteringssonde moet vlak bij de sonde voor de bemonstering van de gasvormige emissies worden geplaatst, maar op voldoende afstand om geen storingen te veroorzaken. Daarom zijn de installatievoorschriften van punt 9.3.10 ook van toepassing op deeltjesbemonstering. De bemonsteringsleiding moet voldoen aan de voorschriften zoals vastgelegd in aanhangsel 3.

Bij een motor met meerdere cilinders en een vertakt uitlaatspruitstuk moet de inlaat van de sonde ver genoeg in de uitlaat worden geplaatst, zodat het monster representatief is voor de gemiddelde uitlaatemissie uit alle cilinders. Bij motoren met meerdere cilinders die afzonderlijke spruitstukken hebben, zoals V-motoren, wordt aanbevolen de spruitstukken vóór de bemonsteringssonde te combineren. Indien dit niet praktisch is, mag een monster van de groep met de hoogste deeltjesemissie worden genomen. Bij de berekening van de uitlaatemissie moet worden uitgegaan van de totale uitlaatmassastroom van het spruitstuk.

9.4.3.2. Volledige-stroomverduunningssysteem

De deeltjesbemonsteringssonde moet vlak bij de sonde voor de bemonstering van de gasvormige emissies in de verdunningstunnel worden geplaatst, maar op voldoende afstand om geen storingen te veroorzaken. Daarom zijn de installatievoorschriften van punt 9.3.11 ook van toepassing op deeltjesbemonstering. De bemonsteringsleiding moet voldoen aan de voorschriften zoals vastgelegd in aanhangsel 3.

9.4.4. Deeltjesbemonsteringsfilters

Het verdunde uitlaatgas wordt bemonsterd met een filter dat tijdens de testreeks aan de voorschriften van de punten 9.4.4.1 tot en met 9.4.4.3 voldoet.

9.4.4.1. Filterspecificaties

Alle filtertypen moeten een 0,3 µm-DOP-(dioctylftalaat)-opvangrendement van ten minste 99 % hebben. Het filter moet van een van de volgende materialen gemaakt zijn:

- a) met fluorkoolstof (PTFE) gecoate glasvezel, of
- b) een membraan van fluorkoolstof (PTFE).

9.4.4.2. Filtergrootte

Het filter moet rond zijn en een nominale diameter van 47 mm (tolerantie: $46,50 \pm 0,6$ mm) en een blootgestelde diameter (werkzame diameter) van ten minste 38 mm hebben.

9.4.4.3. Aanstroomsnelheid door het filter

De aanstroomsnelheid door het filter moet 0,90 tot 1,00 m/s bedragen en minder dan 5 % van de geregistreerde stroomsnelheden mag dit bereik overschrijden. Als de totale massa van het deeltjesmateriaal op het filter meer dan 400 µg bedraagt, mag de aanstroomsnelheid door het filter worden teruggebracht tot 0,50 m/s. De aanstroomsnelheid wordt berekend 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.

9.4.5. Specificaties van de weegkamer en de analytische balans

De atmosfeer in de kamer (of ruimte) moet vrij zijn van vuildeeltjes (zoals stof, aerosolen of halfvluchtig materiaal) die de deeltjesfilters kunnen verontreinigen. De weegkamer moet gedurende ten minste 60 min voorafgaand aan het wegen van de filters aan de specificaties beantwoorden.

9.4.5.1. Weegkameromstandigheden

De kamer (of ruimte) waarin de deeltjesfilters worden geconditioneerd en gewogen, moet gedurende het conditioneren en wegen van de filters op een temperatuur van 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) worden gehouden. De vochtigheid moet op een dauwpunt van $282,5 \pm 1$ K ($9,5 \pm 1$ °C) worden gehouden.

Als de stabilisatie in een andere omgeving plaatsvindt dan de weging, moet de temperatuur van de stabilisatieomgeving op 295 ± 3 K (22 ± 3 °C) worden gehouden; voor het dauwpunt geldt echter ook in dit geval het voorschrift van $282,5 \pm 1$ K ($9,5 \pm 1$ °C).

De vochtigheid en omgevingstemperatuur moeten worden vastgelegd.

9.4.5.2. Wegen van het referentiefilter

Er moeten ten minste twee ongebruikte referentiefilters worden gewogen binnen twaalf uur na maar bij voorkeur op hetzelfde tijdstip als de weging van het bemonsteringsfilter. De referentiefilters moeten van hetzelfde materiaal zijn als de bemonsteringsfilters. De wegingen moeten voor opwaartse druk worden gecorrigeerd.

Indien het gewicht van een van de referentiefilters tussen het wegen van de bemonsteringsfilters met meer dan 10 µg verandert, moeten alle bemonsteringsfilters worden verwijderd en wordt de emissietest herhaald.

De referentiefilters worden op basis van goede ingenieursinzichten periodiek vervangen, maar ten minste een keer per jaar.

9.4.5.3. Analytische balans

De voor het wegen van de filters gebruikte analytische balans moet voldoen aan de eisen voor lineariteitscontrole in tabel 7 van punt 9.2. Dat houdt in dat de nauwkeurigheid (standaarddeviatie) ten minste 2 µg en de resolutie ten minste 1 µg (1 cijfer = 1 µg) moet zijn.

Met het oog op een nauwkeurige weging van het filter wordt de volgende installatie van de balans aanbevolen:

- a) plaats de balans op een trillingsisolatieplatform om haar tegen geluiden en trillingen van buitenaf te beschermen;
- b) bescherm de balans met een elektrisch geaard tochtscherm met statische dissipatie tegen convectieve luchtstromen.

9.4.5.4. Eliminering van statische-elektriciteitseffecten

Het filter moet voor het wegen worden geneutraliseerd met bijvoorbeeld polonium of een andere voorziening met hetzelfde effect. Als een PTFE-membraanfilter wordt gebruikt, moet de statische elektriciteit worden gemeten en wordt aanbevolen deze binnen $\pm 2,0$ V van neutraal te houden.

In de omgeving van de balans moet de statische elektrische lading zo veel mogelijk worden beperkt. Hiervoor kunnen de volgende methoden worden toegepast:

- a) de balans moet elektrisch geaard zijn;
- b) als de deeltjesmonsters handmatig worden verplaatst, moeten pincetten van roestvrij staal worden gebruikt;
- c) de pincetten moeten van een aardingskabel voorzien zijn of de operateur moet met een aardingskabel worden verbonden, zodat de aardingskabel en de balans een gemeenschappelijke aarding hebben. De aardingskabels moeten van een behoorlijke weerstand voorzien zijn om de operateur tegen onbedoelde schokken te beschermen.

9.4.5.5. Aanvullende specificaties

Alle delen van het verdunningssysteem en het bemonsteringssysteem vanaf de uitlaatpijp tot en met de filterhouder die in contact zijn met het ruwe en het verdunde uitlaatgas, moeten zodanig zijn ontworpen dat afzetting of wijziging van de deeltjes tot een minimum wordt beperkt. Alle onderdelen moeten gemaakt zijn van elektrisch geleidende materialen die niet reageren met de uitlaatgasbestanddelen en moeten elektrisch worden geaard om elektrostatische effecten te voorkomen.

9.4.5.6. Kalibratie van de stroommeetinstrumenten

Elke in een deeltjesbemonsterings- of een partiële-stroomverdunningssysteem gebruikte stroommeter moet zo vaak als nodig is worden onderworpen aan de lineariteitscontrole van punt 9.2.1 om aan de nauwkeurigheidseisen van dit mondiaal technisch reglement te voldoen. Voor de debietreferentiewaarden moet een nauwkeurige stroommeter worden gebruikt die voldoet aan internationale en/of nationale normen. Zie punt 9.4.6.2 voor de kalibratie van de differentiaalstroommeting.

9.4.6. Speciale voorschriften voor het partiële-stroomverduunningssysteem

Het partiële-stroomverduunningssysteem moet zijn ontworpen om een proportioneel monster van het ruwe uitlaatgas uit de uitlaatgasstroom te kunnen nemen en aldus op de uitwijkingen in het uitlaatgasdebiet te reageren. Het is hiervoor van essentieel belang dat de verdunningsverhouding r_d of de bemonsteringsverhouding r_s zodanig wordt bepaald dat aan de nauwkeurigheidseisen van punt 9.4.6.2 wordt voldaan.

9.4.6.1. Systeemresponstijd

Voor de controle van een partiële-stroomverduunningssysteem is een snelle systeemrespons vereist. De omzettingstijd voor het systeem wordt bepaald volgens de procedure in punt 9.4.6.6. Indien de omzettingstijd van de uitlaatgasdebietmeting (zie punt 8.3.1.2) en het partiële-stroomsysteem gecombineerd 0,3 s of minder bedraagt, moet met onlinecontrole worden gewerkt. Indien de omzettingstijd meer dan 0,3 s bedraagt, moet gebruik worden gemaakt van anticiperende controle volgens een vooraf vastgelegde testprocedure. In dit geval moet de gecombineerde stijgtijd 1 s of minder zijn en de gecombineerde reactietijd 10 s of minder.

De totale systeemrespons moet een representatief monster van de deeltjes, $q_{mp,i}$, garanderen, evenredig met het uitlaatgasmassadebiet. Om de evenredigheid te bepalen, wordt een regressieanalyse van $q_{mp,i}$ versus $q_{mew,i}$ uitgevoerd met een gegevensverzamelingsnelheid van ten minste 5 Hz, waarbij aan de volgende criteria moet worden voldaan:

- de determinatiecoëfficiënt r^2 van de lineaire regressie tussen $q_{mp,i}$ en $q_{mew,i}$ bedraagt ten minste 0,95;
- de standaardafwijking van de schattingswaarde van $q_{mp,i}$ over $q_{mew,i}$ bedraagt maximaal 5 % van het maximum van q_{mp} ;
- het q_{mp} -afsnijpunt van de regressierechte bedraagt maximaal ± 2 % van het maximum van q_{mp} .

Anticiperende controle is vereist indien de omzettingstijd van het deeltjessysteem ($t_{50,P}$) en het uitlaatgasmassadebietsignaal ($t_{50,F}$) gecombineerd groter is dan 0,3 s. In dit geval moet een voortest worden uitgevoerd en het uitlaatgasmassadebietsignaal van deze voortest worden gebruikt om de bemonsteringsstroom naar het deeltjessysteem te controleren. Voor een correcte controle van het partiële-stroomsysteem moet het tijddiagram van $q_{mew,pre}$ van de voortest, die q_{mp} controleert, worden verschoven met een anticipatietijd („look ahead”) van $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Om de correlatie tussen $q_{mp,i}$ en $q_{mew,i}$ vast te stellen, wordt gebruikgemaakt van de gegevens die tijdens de eigenlijke test worden verzameld (tijdaligening van $q_{mew,i}$ op $t_{50,F}$ voor $q_{mp,i}$; $t_{50,P}$ speelt bij de tijdaligening geen rol). Met andere woorden, de tijdsverschuiving tussen q_{mew} en q_{mp} is het verschil tussen hun respectieve omzettingstijden, die werden vastgesteld in punt 9.4.6.6.

9.4.6.2. Specificaties voor de differentiaalstroommeting

Bij partiële-stroomverduunningssystemen is de nauwkeurigheid van de monsterstroom q_{mp} van bijzonder belang indien deze niet rechtstreeks wordt gemeten, maar door een differentiaalstroommeting wordt bepaald.

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (83)$$

In dit geval moet de maximumfout in het verschil zodanig zijn dat de nauwkeurigheid van q_{mp} binnen ± 5 % ligt, wanneer de verdunningsverhouding minder dan 15 is. Deze kan afzonderlijk worden berekend door het bepalen van het kwadratisch gemiddelde van de fouten van elk instrument.

Een aanvaardbare nauwkeurigheid van q_{mp} kan worden verkregen met een van de volgende methoden:

- de absolute nauwkeurigheid van q_{mdew} en q_{mdw} bedraagt $\pm 0,2$ %, 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 de nauwkeurigheid van q_{mp} even groot is als onder a). Zie punt 9.4.6.2 voor nadere gegevens;
- c) de nauwkeurigheid van q_{mp} wordt indirect berekend uit de nauwkeurigheid van de verdunningsverhouding zoals bepaald door een indicatorgas, bijvoorbeeld CO₂. Er is een even grote nauwkeurigheid van q_{mp} als bij methode a) vereist;
- d) de absolute nauwkeurigheid van q_{mdew} en q_{mdw} ligt binnen $\pm 2\%$ van het volledige schaalbereik, waarbij de maximumfout in het verschil tussen q_{mdew} en q_{mdw} binnen $0,2\%$ ligt en de lineariteitsfout binnen $\pm 0,2\%$ van de hoogste tijdens de test waargenomen q_{mdew} ligt.

9.4.6.3. Kalibratie van de differentiaalstroommeting

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 9.4.6.2 voldoet:

- a) de stroommeter voor q_{mdw} wordt in serie geplaatst met de stroommeter voor q_{mdew} ; het verschil tussen beide stroommeters wordt voor ten minste vijf instelpunten gekalibreerd, 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. Omleiding om de verdunningstunnel is toegestaan;
- b) een gekalibreerd massadebiettoestel wordt in serie geplaatst met de stroommeter voor q_{mdew} , en de nauwkeurigheid wordt gecontroleerd voor de tijdens de test te gebruiken waarde. Een gekalibreerd stroommeetapparaat wordt in serie geplaatst met de stroommeter voor q_{mdw} , en de nauwkeurigheid wordt gecontroleerd van ten minste vijf instellingen die corresponderen met een verdunningsverhouding tussen 3 en 50, gerelateerd aan de tijdens de test gebruikte q_{mdew} ;
- c) de verbindingsleiding (TT) wordt van de uitlaat losgekoppeld, en een gekalibreerd stroommeetapparaat met een voor q_{mp} geschikt bereik wordt aan de verbindingsleiding gekoppeld. Vervolgens wordt q_{mdew} ingesteld op de tijdens de test te gebruiken waarde en wordt q_{mdw} achtereenvolgens ingesteld op ten minste vijf waarden die corresponderen met verdunningsverhoudingen tussen 3 en 50. Als alternatief mag voor de kalibratie een speciaal stroomtraject buiten de tunnel om worden aangebracht, waarbij echter wel de totale lucht en de verdunningslucht door de bijbehorende meters moeten worden geleid zoals in de werkelijke test;
- d) een indicatorgas wordt in verbindingsleiding TT geleid. Dit indicatorgas kan een bestanddeel van het uitlaatgas zijn, zoals CO₂ of NO_x. Na verdunning in de tunnel wordt de indicatorgascomponent gemeten. Dit moet worden uitgevoerd voor vijf verdunningsverhoudingen tussen 3 en 50. De nauwkeurigheid van de bemonsteringsstroom wordt bepaald op basis van verdunningsverhouding r_d :

$$q_{mp} = q_{mdew} - r_d \quad (84)$$

Om de nauwkeurigheid van q_{mp} te kunnen waarborgen, moet rekening worden gehouden met de nauwkeurigheid van de gasanalyseapparatuur.

9.4.6.4. Controle op de koolstofstroom

Een controle op de koolstofstroom met echte uitlaatgassen wordt sterk aanbevolen om meet- en bedieningsproblemen op te sporen en de werking van het partiële-stroomverdunningsstelsel te controleren. Ten minste telkens wanneer er een nieuwe motor is geïnstalleerd of wanneer de configuratie van de meetcel op een belangrijk punt is gewijzigd, moet de koolstofstroom worden gemeten.

De motor moet draaien bij het hoogste koppel en toerental of bij een andere modus in stabiele toestand waarbij 5 % of meer CO₂ wordt geproduceerd. Het partiële-stroombemonsteringsstelsel moet functioneren met een verdunningsfactor van circa 15:1.

Indien een controle op de koolstofstroom wordt uitgevoerd, moet de in aanhangsel 5 vastgestelde procedure worden gevolgd. De koolstofstroomwaarden worden berekend met de vergelijkingen 80 tot en met 82 in aanhangsel 5. Alle koolstofstroomwaarden mogen onderling slechts 3 % afwijken.

9.4.6.5. Controle voorafgaand aan de test

Een voorafgaande controle moet worden uitgevoerd binnen twee uur vóór de eigenlijke test, en wel als volgt:

Met behulp van de methode die ook voor de kalibratie wordt gebruikt, moet de nauwkeurigheid van de stroommeters worden gecontroleerd (zie punt 9.4.6.2) voor ten minste twee punten, inclusief 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 eerdere gegevens over de in punt 9.4.6.2 vastgelegde kalibratieprocedure kan worden aangetoond dat de kalibratie van de stroommeters lang stabiel blijft, mag de controle voorafgaand aan de test vervallen.

9.4.6.6. Bepaling van de omzettingstijd

De instellingen van het systeem voor de controle van de omzettingstijd moeten precies dezelfde zijn als tijdens de metingen van de eigenlijke test. De omzettingstijd moet worden bepaald met de volgende methode:

Een onafhankelijke referentiestroommeter met een voor de bemonsteringsstroom geschikt meetbereik moet in serie worden geplaatst met de sonde en daarmee nauw worden verbonden. Bij de grootte van de bij de responstijdmeting toegepaste stap moet de omzettingstijd van deze stroommeter minder zijn dan 100 ms, waarbij de stroomrestrictie laag genoeg is om het dynamisch vermogen van het partiële-stroomverduunningssysteem onaangetast te laten, terwijl het volgens goede ingenieurspraktijk moet worden uitgevoerd.

Op de toevoer van de uitlaatgasstroom (of van de luchtstroom indien de uitlaatgasstroom wordt berekend) van het partiële-stroomverduunningssysteem wordt een abrupte verandering uitgevoerd van een lage stroom naar ten minste 90 % van het maximale uitlaatgasdebiet. De abrupte verandering dient op dezelfde wijze te worden geactiveerd als de anticiperende beperking bij de eigenlijke test. De impuls voor de abrupte verandering van de uitlaatgasstroom en de respons van de stroommeter moeten worden geregistreerd met een frequentie van ten minste 10 Hz.

Op grond van deze gegevens moet de omzettingstijd voor het partiële-stroomverduunningssysteem worden bepaald; 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. Op eenzelfde manier moeten de omzettingstijden van het q_{mp} -signaal van het partiële-stroomverduunningssysteem en van het $q_{mew,i}$ -signaal van de uitlaatgasstroommeter worden bepaald. Deze signalen worden gebruikt bij de controle op de regressie die na elke test wordt uitgevoerd (zie punt 9.4.6.1).

De berekening moet ten minste gedurende vijf opwaartse en neerwaartse impulsen worden herhaald, waarna het gemiddelde van de resultaten wordt bepaald. De interne omzettingstijd (< 100 ms) van de referentiestroommeter moet op deze waarde in mindering worden gebracht. Dit is de „anticiperende” waarde van het partiële-stroomverduunningssysteem, die moet worden toegepast overeenkomstig punt 9.4.6.1.

9.5. Kalibratie van het CVS-systeem

9.5.1. Algemeen

Het CVS-systeem wordt gekalibreerd met behulp van een nauwkeurige debietmeter en een instelbare restrictie. De stroom in het systeem wordt bij verschillende drukken gemeten, en tevens worden de afstellingsparameters van het systeem gemeten en aan de gasstromen gerelateerd.

Er mogen verschillende typen debietmeters worden gebruikt, bijvoorbeeld een gekalibreerde venturibuis, een laminaire stromingsmeter of een gekalibreerde turbulente stromingsmeter.

9.5.2. Kalibratie van de 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. Vervolgens kan de kromme van het berekende debiet (uitgedrukt in m^3/s bij de inlaat van de pomp, bij absolute druk en temperatuur) worden uitgezet, tegen een correlatiefunctie die overeenkomt met een gegeven combinatie van voor de pomp geldende parameters. Daarna wordt de lineaire vergelijking bepaald die de verhouding tussen het pompdebiet en de correlatiefunctie uitdrukt. Indien de pomp van het CVS-systeem meer dan één pompsnelheid heeft, moet voor iedere gebruikte snelheid een kalibratie worden verricht.

Tijdens het kalibreren moet de temperatuur stabiel worden gehouden.

In alle aansluitingen en leidingen tussen de kalibratieventuri en de CVS-pomp moet de lekkage onder 0,3 % van de laagste stroomwaarde (hoogste restrictie en laagste toerental van de verdringerpomp) blijven.

9.5.2.1. Gegevensanalyse

De luchtstroom (q_{vCVS}) bij elke restrictiestand (ten minste zes standen) wordt berekend in m^3/s aan de hand van de meetwaarden van de stroommeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De luchtstroom wordt dan als volgt omgezet in pompdebiet V_0 , weergegeven in m^3 per omwenteling bij absolute temperatuur en druk bij de inlaat van de pomp:

$$V_0 = \frac{q_{vCVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_p} \quad (85)$$

waarin:

q_{vCVS} de luchtstroomsnelheid bij standaardomstandigheden (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s);

T de temperatuur bij de inlaat van de pomp (K);

p_p de absolute druk bij de pompinlaat (kPa);

n het toerental van de pomp (omw./s).

Ter compensatie van de wisselwerking tussen de drukvariëaties van de pomp en de pompslip wordt de correlatiefunctie (X_0) tussen het toerental van de pomp, het drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp en de absolute druk bij de uitlaat van de pomp berekend met de volgende formule:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (86)$$

waarin:

Δp_p het drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp (kPa);

p_p de absolute druk bij de uitlaat van de pomp (kPa).

Om de kalibratievergelijking te verkrijgen, wordt een lineaire aanpassing met de kleinste kwadraten uitgevoerd:

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (87)$$

D_0 en m zijn respectievelijk de ordinaat en de helling die de regressielijnen beschrijven.

Indien het CVS-systeem verschillende bedrijfssnelheden heeft, moet voor iedere snelheid een kalibratie worden verricht. De voor deze snelheden verkregen kalibratiekrommen moeten zo goed als evenwijdig zijn en de ordinaatwaarden bij de oorsprong D_0 moeten toenemen naarmate het debietbereik van de pomp afneemt.

De met behulp van de vergelijking berekende waarden moeten binnen $\pm 0,5$ % van de gemeten waarden van V_0 liggen. De waarden van m variëren per pomp. De instroming van deeltjes zal ertoe leiden dat de pompslip na enige tijd vermindert, wat tot lagere waarden voor m leidt. De kalibratie moet daarom worden uitgevoerd bij het in bedrijf stellen van de pomp, na iedere belangrijke onderhoudsbeurt en wanneer bij een algemene controle van het systeem een wijziging van de slip wordt vastgesteld.

9.5.3. Kalibratie van de venturibuis met kritische stroming (CFV)

De kalibratie van de CFV is gebaseerd op de debietvergelijking voor een venturibuis met kritische stroming. Het gasdebiet is afhankelijk van de druk en de temperatuur bij de inlaat van de venturibuis.

Om het kritische stromingsgebied te bepalen, wordt een kromme van K_v uitgezet als functie van de druk bij de inlaat van de venturibuis. Bij een kritische stroming (gesmoord) heeft K_v een betrekkelijk constante waarde. Wanneer de druk afneemt (d.w.z. wanneer de onderdruk toeneemt), komt de venturibuis vrij en neemt K_v af, wat aangeeft dat de CFV buiten het toelaatbare gebied werkt.

9.5.3.1. Gegevensanalyse

De luchtstroom (q_{vCVS}) bij elke restrictiestand (ten minste acht standen) wordt berekend in m^3/s aan de hand van de meetwaarden van de stroommeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De waarden van de kalibratiecoëfficiënt voor elk meetpunt worden berekend met behulp van onderstaande formule:

$$K_v = \frac{q_{vCVS} \times \sqrt{T}}{p_p} \quad (88)$$

waarin:

q_{vCVS} de luchtstroomsnelheid bij standaardomstandigheden (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s);

T de temperatuur bij de inlaat van de venturibuis (K);

p_p de absolute druk bij de inlaat van de venturibuis (kPa).

De gemiddelde K_v en de standaardafwijking worden berekend. De standaardafwijking mag niet meer dan $\pm 0,3$ % van de gemiddelde K_v bedragen.

9.5.4. Kalibratie van de subsonische venturi (SSV)

De kalibratie van de SSV is gebaseerd op de debietvergelijking voor een subsonische venturi. De gasstroom is een functie van de inlaatdruk en -temperatuur, de drukval tussen de inlaat en de hals van de SSV, zoals weergegeven in vergelijking 43 (zie punt 8.5.1.4).

9.5.4.1. Gegevensanalyse

De luchtstroom (Q_{SSV}) bij elke restrictiestand (ten minste zestien standen) wordt berekend in m^3/s aan de hand van de meetwaarden van de stroommeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De afvoercoëfficiënt wordt als volgt berekend op basis van de kalibratiegegevens voor elk meetpunt:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times p_p \times \sqrt{\left[\frac{1}{T} \times (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]}} \quad (89)$$

waarin:

Q_{SSV} de luchtstroomsnelheid bij standaardomstandigheden (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s);

T de temperatuur bij de inlaat van de venturibuis (K);

d_v de diameter van de SSV-hals (m);

r_p de verhouding van de SSV-hals tot de absolute statische druk aan de inlaat, $1 - \frac{\Delta p}{p_p}$;

r_D de verhouding van de diameter van de SSV-hals d_v tot de binnendiameter van de inlaat D .

Om het bereik van de subsonische stroom te berekenen, moet C_d worden uitgezet als functie van het getal van Reynolds (Re) aan de SSV-hals. Re aan de SSV-hals wordt berekend met de volgende vergelijking:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu} \quad (90)$$

en:

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (91)$$

waarin:

$$A_1 \quad 25,55152 \text{ in SI-eenheden van } \left(\frac{1}{m^3}\right)\left(\frac{\text{min}}{s}\right)\left(\frac{\text{mm}}{m}\right)$$

Q_{SSV} de luchtstroomsnelheid bij standaardomstandigheden (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s);

d_v de diameter van de SSV-hals (m);

μ de absolute of dynamische viscositeit van het gas (kg/ms);

b $1,458 \times 10^6$ (ervaringsconstante) (kg/ms $K^{0,5}$)

S 110,4 (ervaringsconstante) (K).

Omdat Q_{SSV} in de Re -vergelijking wordt ingevoerd, moeten de berekeningen eerst uitgaan van een aanname voor Q_{SSV} of C_d van de kalibratieventuri, en moeten deze worden herhaald tot Q_{SSV} convergeert. De convergentiemethode moet worden uitgevoerd tot op 0,1 % nauwkeurig of beter.

Van ten minste 16 punten in het gebied van de subsonische stroom moeten de uit de resulterende optimaal op de kalibratiekromme passende vergelijking berekende waarden voor C_d voor elk kalibratiepunt liggen binnen $\pm 0,5$ % van de gemeten waarde voor C_d .

9.5.5. Algemene controle van het systeem

De totale nauwkeurigheid van de CVS-bemonsterings- en analyseapparatuur wordt bepaald door een bekende massa verontreinigend gas in het systeem te brengen terwijl dit normaal werkt. Vervolgens wordt de analyse uitgevoerd en wordt de massa verontreinigend gas berekend overeenkomstig punt 8.5.2.4, behalve voor propaan, waarvoor een factor u van 0,000472 wordt gebruikt in plaats van 0,000480 voor HC. Daarbij wordt een van de volgende twee technieken toegepast.

9.5.5.1. Meting met behulp van een opening met kritische stroming

In het CVS-systeem wordt via een opening met gekalibreerde kritische stroming een bekende hoeveelheid zuiver gas (koolmonoxide of propaan) gebracht. Indien de inlaatdruk voldoende hoog is, is de door de opening geregelde stroom onafhankelijk van de uitlaatdruk van de opening (kritische stromingsomstandigheden). Men laat het CVS-systeem gedurende vijf tot tien 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.

De aldus bepaalde massa mag niet meer dan ± 3 % afwijken van de bekende massa van het ingespoten gas.

9.5.5.2. Meting met behulp van een gravimetrische methode

De massa van een kleine met koolmonoxide of propaan gevulde fles wordt bepaald met een nauwkeurigheid van $\pm 0,01$ g. Gedurende 5 tot 10 minuten laat men het CVS-systeem werken zoals bij een normale uitlaatemissietest, terwijl in het systeem koolmonoxide of propaan wordt ingespoten. De in de apparatuur gebrachte hoeveelheid zuiver gas wordt bepaald door het massaverschil van de fles te meten. Vervolgens wordt een gasmonster geanalyseerd met de gebruikelijke apparatuur (bemonsteringszak of integratiemethode) om de massa van het gas te berekenen.

De aldus bepaalde massa mag niet meer dan ± 3 % afwijken van de bekende massa van het ingespoten gas.

AANHANGSEL 1

WHTC-MOTOR-DYNAMOMETERSHEMA

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppelp	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppelp	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppelp
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1	0,0	0,0	50	0,0	13,1	99	35,6	25,2
2	0,0	0,0	51	13,1	30,1	100	36,1	24,8
3	0,0	0,0	52	26,3	25,5	101	36,3	24,0
4	0,0	0,0	53	35,0	32,2	102	36,2	23,6
5	0,0	0,0	54	41,7	14,3	103	36,2	23,5
6	0,0	0,0	55	42,2	0,0	104	36,8	22,7
7	1,5	8,9	56	42,8	11,6	105	37,2	20,9
8	15,8	30,9	57	51,0	20,9	106	37,0	19,2
9	27,4	1,3	58	60,0	9,6	107	36,3	18,4
10	32,6	0,7	59	49,4	0,0	108	35,4	17,6
11	34,8	1,2	60	38,9	16,6	109	35,2	14,9
12	36,2	7,4	61	43,4	30,8	110	35,4	9,9
13	37,1	6,2	62	49,4	14,2	111	35,5	4,3
14	37,9	10,2	63	40,5	0,0	112	35,2	6,6
15	39,6	12,3	64	31,5	43,5	113	34,9	10,0
16	42,3	12,5	65	36,6	78,2	114	34,7	25,1
17	45,3	12,6	66	40,8	67,6	115	34,4	29,3
18	48,6	6,0	67	44,7	59,1	116	34,5	20,7
19	40,8	0,0	68	48,3	52,0	117	35,2	16,6
20	33,0	16,3	69	51,9	63,8	118	35,8	16,2
21	42,5	27,4	70	54,7	27,9	119	35,6	20,3
22	49,3	26,7	71	55,3	18,3	120	35,3	22,5
23	54,0	18,0	72	55,1	16,3	121	35,3	23,4
24	57,1	12,9	73	54,8	11,1	122	34,7	11,9
25	58,9	8,6	74	54,7	11,5	123	45,5	0,0
26	59,3	6,0	75	54,8	17,5	124	56,3	m
27	59,0	4,9	76	55,6	18,0	125	46,2	m
28	57,9	m	77	57,0	14,1	126	50,1	0,0
29	55,7	m	78	58,1	7,0	127	54,0	m
30	52,1	m	79	43,3	0,0	128	40,5	m
31	46,4	m	80	28,5	25,0	129	27,0	m
32	38,6	m	81	30,4	47,8	130	13,5	m
33	29,0	m	82	32,1	39,2	131	0,0	0,0
34	20,8	m	83	32,7	39,3	132	0,0	0,0
35	16,9	m	84	32,4	17,3	133	0,0	0,0
36	16,9	42,5	85	31,6	11,4	134	0,0	0,0
37	18,8	38,4	86	31,1	10,2	135	0,0	0,0
38	20,7	32,9	87	31,1	19,5	136	0,0	0,0
39	21,0	0,0	88	31,4	22,5	137	0,0	0,0
40	19,1	0,0	89	31,6	22,9	138	0,0	0,0
41	13,7	0,0	90	31,6	24,3	139	0,0	0,0
42	2,2	0,0	91	31,9	26,9	140	0,0	0,0
43	0,0	0,0	92	32,4	30,6	141	0,0	0,0
44	0,0	0,0	93	32,8	32,7	142	0,0	4,9
45	0,0	0,0	94	33,7	32,5	143	0,0	7,3
46	0,0	0,0	95	34,4	29,5	144	4,4	28,7
47	0,0	0,0	96	34,3	26,5	145	11,1	26,4
48	0,0	0,0	97	34,4	24,7	146	15,0	9,4
49	0,0	0,0	98	35,0	24,9	147	15,9	0,0

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
148	15,3	0,0	201	0,0	0,0	254	9,4	13,6
149	14,2	0,0	202	0,0	0,0	255	22,2	16,9
150	13,2	0,0	203	0,0	0,0	256	33,0	53,5
151	11,6	0,0	204	0,0	0,0	257	43,7	22,1
152	8,4	0,0	205	0,0	0,0	258	39,8	0,0
153	5,4	0,0	206	0,0	0,0	259	36,0	45,7
154	4,3	5,6	207	0,0	0,0	260	47,6	75,9
155	5,8	24,4	208	0,0	0,0	261	61,2	70,4
156	9,7	20,7	209	0,0	0,0	262	72,3	70,4
157	13,6	21,1	210	0,0	0,0	263	76,0	m
158	15,6	21,5	211	0,0	0,0	264	74,3	m
159	16,5	21,9	212	0,0	0,0	265	68,5	m
160	18,0	22,3	213	0,0	0,0	266	61,0	m
161	21,1	46,9	214	0,0	0,0	267	56,0	m
162	25,2	33,6	215	0,0	0,0	268	54,0	m
163	28,1	16,6	216	0,0	0,0	269	53,0	m
164	28,8	7,0	217	0,0	0,0	270	50,8	m
165	27,5	5,0	218	0,0	0,0	271	46,8	m
166	23,1	3,0	219	0,0	0,0	272	41,7	m
167	16,9	1,9	220	0,0	0,0	273	35,9	m
168	12,2	2,6	221	0,0	0,0	274	29,2	m
169	9,9	3,2	222	0,0	0,0	275	20,7	m
170	9,1	4,0	223	0,0	0,0	276	10,1	m
171	8,8	3,8	224	0,0	0,0	277	0,0	m
172	8,5	12,2	225	0,0	0,0	278	0,0	0,0
173	8,2	29,4	226	0,0	0,0	279	0,0	0,0
174	9,6	20,1	227	0,0	0,0	280	0,0	0,0
175	14,7	16,3	228	0,0	0,0	281	0,0	0,0
176	24,5	8,7	229	0,0	0,0	282	0,0	0,0
177	39,4	3,3	230	0,0	0,0	283	0,0	0,0
178	39,0	2,9	231	0,0	0,0	284	0,0	0,0
179	38,5	5,9	232	0,0	0,0	285	0,0	0,0
180	42,4	8,0	233	0,0	0,0	286	0,0	0,0
181	38,2	6,0	234	0,0	0,0	287	0,0	0,0
182	41,4	3,8	235	0,0	0,0	288	0,0	0,0
183	44,6	5,4	236	0,0	0,0	289	0,0	0,0
184	38,8	8,2	237	0,0	0,0	290	0,0	0,0
185	37,5	8,9	238	0,0	0,0	291	0,0	0,0
186	35,4	7,3	239	0,0	0,0	292	0,0	0,0
187	28,4	7,0	240	0,0	0,0	293	0,0	0,0
188	14,8	7,0	241	0,0	0,0	294	0,0	0,0
189	0,0	5,9	242	0,0	0,0	295	0,0	0,0
190	0,0	0,0	243	0,0	0,0	296	0,0	0,0
191	0,0	0,0	244	0,0	0,0	297	0,0	0,0
192	0,0	0,0	245	0,0	0,0	298	0,0	0,0
193	0,0	0,0	246	0,0	0,0	299	0,0	0,0
194	0,0	0,0	247	0,0	0,0	300	0,0	0,0
195	0,0	0,0	248	0,0	0,0	301	0,0	0,0
196	0,0	0,0	249	0,0	0,0	302	0,0	0,0
197	0,0	0,0	250	0,0	0,0	303	0,0	0,0
198	0,0	0,0	251	0,0	0,0	304	0,0	0,0
199	0,0	0,0	252	0,0	0,0	305	0,0	0,0
200	0,0	0,0	253	0,0	31,6	306	0,0	0,0

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
307	0,0	0,0	360	38,8	0,0	413	53,1	m
308	0,0	0,0	361	30,0	37,0	414	51,8	m
309	0,0	0,0	362	37,0	63,6	415	50,3	m
310	0,0	0,0	363	45,5	90,8	416	48,4	m
311	0,0	0,0	364	54,5	40,9	417	45,9	m
312	0,0	0,0	365	45,9	0,0	418	43,1	m
313	0,0	0,0	366	37,2	47,5	419	40,1	m
314	0,0	0,0	367	44,5	84,4	420	37,4	m
315	0,0	0,0	368	51,7	32,4	421	35,1	m
316	0,0	0,0	369	58,1	15,2	422	32,8	m
317	0,0	0,0	370	45,9	0,0	423	45,3	0,0
318	0,0	0,0	371	33,6	35,8	424	57,8	m
319	0,0	0,0	372	36,9	67,0	425	50,6	m
320	0,0	0,0	373	40,2	84,7	426	41,6	m
321	0,0	0,0	374	43,4	84,3	427	47,9	0,0
322	0,0	0,0	375	45,7	84,3	428	54,2	m
323	0,0	0,0	376	46,5	m	429	48,1	m
324	4,5	41,0	377	46,1	m	430	47,0	31,3
325	17,2	38,9	378	43,9	m	431	49,0	38,3
326	30,1	36,8	379	39,3	m	432	52,0	40,1
327	41,0	34,7	380	47,0	m	433	53,3	14,5
328	50,0	32,6	381	54,6	m	434	52,6	0,8
329	51,4	0,1	382	62,0	m	435	49,8	m
330	47,8	m	383	52,0	m	436	51,0	18,6
331	40,2	m	384	43,0	m	437	56,9	38,9
332	32,0	m	385	33,9	m	438	67,2	45,0
333	24,4	m	386	28,4	m	439	78,6	21,5
334	16,8	m	387	25,5	m	440	65,5	0,0
335	8,1	m	388	24,6	11,0	441	52,4	31,3
336	0,0	m	389	25,2	14,7	442	56,4	60,1
337	0,0	0,0	390	28,6	28,4	443	59,7	29,2
338	0,0	0,0	391	35,5	65,0	444	45,1	0,0
339	0,0	0,0	392	43,8	75,3	445	30,6	4,2
340	0,0	0,0	393	51,2	34,2	446	30,9	8,4
341	0,0	0,0	394	40,7	0,0	447	30,5	4,3
342	0,0	0,0	395	30,3	45,4	448	44,6	0,0
343	0,0	0,0	396	34,2	83,1	449	58,8	m
344	0,0	0,0	397	37,6	85,3	450	55,1	m
345	0,0	0,0	398	40,8	87,5	451	50,6	m
346	0,0	0,0	399	44,8	89,7	452	45,3	m
347	0,0	0,0	400	50,6	91,9	453	39,3	m
348	0,0	0,0	401	57,6	94,1	454	49,1	0,0
349	0,0	0,0	402	64,6	44,6	455	58,8	m
350	0,0	0,0	403	51,6	0,0	456	50,7	m
351	0,0	0,0	404	38,7	37,4	457	42,4	m
352	0,0	0,0	405	42,4	70,3	458	44,1	0,0
353	0,0	0,0	406	46,5	89,1	459	45,7	m
354	0,0	0,5	407	50,6	93,9	460	32,5	m
355	0,0	4,9	408	53,8	33,0	461	20,7	m
356	9,2	61,3	409	55,5	20,3	462	10,0	m
357	22,4	40,4	410	55,8	5,2	463	0,0	0,0
358	36,5	50,1	411	55,4	m	464	0,0	1,5
359	47,7	21,0	412	54,4	m	465	0,9	41,1

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
466	7,0	46,3	519	30,4	25,1	572	40,7	39,7
467	12,8	48,5	520	32,6	60,5	573	43,8	37,1
468	17,0	50,7	521	35,4	72,7	574	48,1	39,1
469	20,9	52,9	522	38,4	88,2	575	52,0	22,0
470	26,7	55,0	523	41,0	65,1	576	54,7	13,2
471	35,5	57,2	524	42,9	25,6	577	56,4	13,2
472	46,9	23,8	525	44,2	15,8	578	57,5	6,6
473	44,5	0,0	526	44,9	2,9	579	42,6	0,0
474	42,1	45,7	527	45,1	m	580	27,7	10,9
475	55,6	77,4	528	44,8	m	581	28,5	21,3
476	68,8	100,0	529	43,9	m	582	29,2	23,9
477	81,7	47,9	530	42,4	m	583	29,5	15,2
478	71,2	0,0	531	40,2	m	584	29,7	8,8
479	60,7	38,3	532	37,1	m	585	30,4	20,8
480	68,8	72,7	533	47,0	0,0	586	31,9	22,9
481	75,0	m	534	57,0	m	587	34,3	61,4
482	61,3	m	535	45,1	m	588	37,2	76,6
483	53,5	m	536	32,6	m	589	40,1	27,5
484	45,9	58,0	537	46,8	0,0	590	42,3	25,4
485	48,1	80,0	538	61,5	m	591	43,5	32,0
486	49,4	97,9	539	56,7	m	592	43,8	6,0
487	49,7	m	540	46,9	m	593	43,5	m
488	48,7	m	541	37,5	m	594	42,8	m
489	45,5	m	542	30,3	m	595	41,7	m
490	40,4	m	543	27,3	32,3	596	40,4	m
491	49,7	0,0	544	30,8	60,3	597	39,3	m
492	59,0	m	545	41,2	62,3	598	38,9	12,9
493	48,9	m	546	36,0	0,0	599	39,0	18,4
494	40,0	m	547	30,8	32,3	600	39,7	39,2
495	33,5	m	548	33,9	60,3	601	41,4	60,0
496	30,0	m	549	34,6	38,4	602	43,7	54,5
497	29,1	12,0	550	37,0	16,6	603	46,2	64,2
498	29,3	40,4	551	42,7	62,3	604	48,8	73,3
499	30,4	29,3	552	50,4	28,1	605	51,0	82,3
500	32,2	15,4	553	40,1	0,0	606	52,1	0,0
501	33,9	15,8	554	29,9	8,0	607	52,0	m
502	35,3	14,9	555	32,5	15,0	608	50,9	m
503	36,4	15,1	556	34,6	63,1	609	49,4	m
504	38,0	15,3	557	36,7	58,0	610	47,8	m
505	40,3	50,9	558	39,4	52,9	611	46,6	m
506	43,0	39,7	559	42,8	47,8	612	47,3	35,3
507	45,5	20,6	560	46,8	42,7	613	49,2	74,1
508	47,3	20,6	561	50,7	27,5	614	51,1	95,2
509	48,8	22,1	562	53,4	20,7	615	51,7	m
510	50,1	22,1	563	54,2	13,1	616	50,8	m
511	51,4	42,4	564	54,2	0,4	617	47,3	m
512	52,5	31,9	565	53,4	0,0	618	41,8	m
513	53,7	21,6	566	51,4	m	619	36,4	m
514	55,1	11,6	567	48,7	m	620	30,9	m
515	56,8	5,7	568	45,6	m	621	25,5	37,1
516	42,4	0,0	569	42,4	m	622	33,8	38,4
517	27,9	8,2	570	40,4	m	623	42,1	m
518	29,0	15,9	571	39,8	5,8	624	34,1	m

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
625	33,0	37,1	678	81,8	78,2	731	0,0	0,0
626	36,4	38,4	679	84,1	39,0	732	0,0	0,0
627	43,3	17,1	680	69,6	0,0	733	0,0	0,0
628	35,7	0,0	681	55,0	25,2	734	0,0	0,0
629	28,1	11,6	682	55,8	49,9	735	0,0	0,0
630	36,5	19,2	683	56,7	46,4	736	0,0	0,0
631	45,2	8,3	684	57,6	76,3	737	0,0	0,0
632	36,5	0,0	685	58,4	92,7	738	0,0	0,0
633	27,9	32,6	686	59,3	99,9	739	0,0	0,0
634	31,5	59,6	687	60,1	95,0	740	0,0	0,0
635	34,4	65,2	688	61,0	46,7	741	0,0	0,0
636	37,0	59,6	689	46,6	0,0	742	0,0	0,0
637	39,0	49,0	690	32,3	34,6	743	0,0	0,0
638	40,2	m	691	32,7	68,6	744	0,0	0,0
639	39,8	m	692	32,6	67,0	745	0,0	0,0
640	36,0	m	693	31,3	m	746	0,0	0,0
641	29,7	m	694	28,1	m	747	0,0	0,0
642	21,5	m	695	43,0	0,0	748	0,0	0,0
643	14,1	m	696	58,0	m	749	0,0	0,0
644	0,0	0,0	697	58,9	m	750	0,0	0,0
645	0,0	0,0	698	49,4	m	751	0,0	0,0
646	0,0	0,0	699	41,5	m	752	0,0	0,0
647	0,0	0,0	700	48,4	0,0	753	0,0	0,0
648	0,0	0,0	701	55,3	m	754	0,0	0,0
649	0,0	0,0	702	41,8	m	755	0,0	0,0
650	0,0	0,0	703	31,6	m	756	0,0	0,0
651	0,0	0,0	704	24,6	m	757	0,0	0,0
652	0,0	0,0	705	15,2	m	758	0,0	0,0
653	0,0	0,0	706	7,0	m	759	0,0	0,0
654	0,0	0,0	707	0,0	0,0	760	0,0	0,0
655	0,0	0,0	708	0,0	0,0	761	0,0	0,0
656	0,0	3,4	709	0,0	0,0	762	0,0	0,0
657	1,4	22,0	710	0,0	0,0	763	0,0	0,0
658	10,1	45,3	711	0,0	0,0	764	0,0	0,0
659	21,5	10,0	712	0,0	0,0	765	0,0	0,0
660	32,2	0,0	713	0,0	0,0	766	0,0	0,0
661	42,3	46,0	714	0,0	0,0	767	0,0	0,0
662	57,1	74,1	715	0,0	0,0	768	0,0	0,0
663	72,1	34,2	716	0,0	0,0	769	0,0	0,0
664	66,9	0,0	717	0,0	0,0	770	0,0	0,0
665	60,4	41,8	718	0,0	0,0	771	0,0	22,0
666	69,1	79,0	719	0,0	0,0	772	4,5	25,8
667	77,1	38,3	720	0,0	0,0	773	15,5	42,8
668	63,1	0,0	721	0,0	0,0	774	30,5	46,8
669	49,1	47,9	722	0,0	0,0	775	45,5	29,3
670	53,4	91,3	723	0,0	0,0	776	49,2	13,6
671	57,5	85,7	724	0,0	0,0	777	39,5	0,0
672	61,5	89,2	725	0,0	0,0	778	29,7	15,1
673	65,5	85,9	726	0,0	0,0	779	34,8	26,9
674	69,5	89,5	727	0,0	0,0	780	40,0	13,6
675	73,1	75,5	728	0,0	0,0	781	42,2	m
676	76,2	73,6	729	0,0	0,0	782	42,1	m
677	79,1	75,6	730	0,0	0,0	783	40,8	m

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
784	37,7	37,6	837	44,5	m	890	26,6	m
785	47,0	35,0	838	40,9	m	891	20,0	m
786	48,8	33,4	839	38,1	m	892	13,3	m
787	41,7	m	840	37,2	42,7	893	6,7	m
788	27,7	m	841	37,5	70,8	894	0,0	0,0
789	17,2	m	842	39,1	48,6	895	0,0	0,0
790	14,0	37,6	843	41,3	0,1	896	0,0	0,0
791	18,4	25,0	844	42,3	m	897	0,0	0,0
792	27,6	17,7	845	42,0	m	898	0,0	0,0
793	39,8	6,8	846	40,8	m	899	0,0	0,0
794	34,3	0,0	847	38,6	m	900	0,0	0,0
795	28,7	26,5	848	35,5	m	901	0,0	5,8
796	41,5	40,9	849	32,1	m	902	2,5	27,9
797	53,7	17,5	850	29,6	m	903	12,4	29,0
798	42,4	0,0	851	28,8	39,9	904	19,4	30,1
799	31,2	27,3	852	29,2	52,9	905	29,3	31,2
800	32,3	53,2	853	30,9	76,1	906	37,1	10,4
801	34,5	60,6	854	34,3	76,5	907	40,6	4,9
802	37,6	68,0	855	38,3	75,5	908	35,8	0,0
803	41,2	75,4	856	42,5	74,8	909	30,9	7,6
804	45,8	82,8	857	46,6	74,2	910	35,4	13,8
805	52,3	38,2	858	50,7	76,2	911	36,5	11,1
806	42,5	0,0	859	54,8	75,1	912	40,8	48,5
807	32,6	30,5	860	58,7	36,3	913	49,8	3,7
808	35,0	57,9	861	45,2	0,0	914	41,2	0,0
809	36,0	77,3	862	31,8	37,2	915	32,7	29,7
810	37,1	96,8	863	33,8	71,2	916	39,4	52,1
811	39,6	80,8	864	35,5	46,4	917	48,8	22,7
812	43,4	78,3	865	36,6	33,6	918	41,6	0,0
813	47,2	73,4	866	37,2	20,0	919	34,5	46,6
814	49,6	66,9	867	37,2	m	920	39,7	84,4
815	50,2	62,0	868	37,0	m	921	44,7	83,2
816	50,2	57,7	869	36,6	m	922	49,5	78,9
817	50,6	62,1	870	36,0	m	923	52,3	83,8
818	52,3	62,9	871	35,4	m	924	53,4	77,7
819	54,8	37,5	872	34,7	m	925	52,1	69,6
820	57,0	18,3	873	34,1	m	926	47,9	63,6
821	42,3	0,0	874	33,6	m	927	46,4	55,2
822	27,6	29,1	875	33,3	m	928	46,5	53,6
823	28,4	57,0	876	33,1	m	929	46,4	62,3
824	29,1	51,8	877	32,7	m	930	46,1	58,2
825	29,6	35,3	878	31,4	m	931	46,2	61,8
826	29,7	33,3	879	45,0	0,0	932	47,3	62,3
827	29,8	17,7	880	58,5	m	933	49,3	57,1
828	29,5	m	881	53,7	m	934	52,6	58,1
829	28,9	m	882	47,5	m	935	56,3	56,0
830	43,0	0,0	883	40,6	m	936	59,9	27,2
831	57,1	m	884	34,1	m	937	45,8	0,0
832	57,7	m	885	45,3	0,0	938	31,8	28,8
833	56,0	m	886	56,4	m	939	32,7	56,5
834	53,8	m	887	51,0	m	940	33,4	62,8
835	51,2	m	888	44,5	m	941	34,6	68,2
836	48,1	m	889	36,4	m	942	35,8	68,6

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
943	38,6	65,0	996	53,5	m	1049	28,2	15,7
944	42,3	61,9	997	47,8	m	1050	29,2	30,5
945	44,1	65,3	998	41,9	m	1051	31,1	52,6
946	45,3	63,2	999	35,9	m	1052	33,4	60,7
947	46,5	30,6	1000	44,3	0,0	1053	35,0	61,4
948	46,7	11,1	1001	52,6	m	1054	35,3	18,2
949	45,9	16,1	1002	43,4	m	1055	35,2	14,9
950	45,6	21,8	1003	50,6	0,0	1056	34,9	11,7
951	45,9	24,2	1004	57,8	m	1057	34,5	12,9
952	46,5	24,7	1005	51,6	m	1058	34,1	15,5
953	46,7	24,7	1006	44,8	m	1059	33,5	m
954	46,8	28,2	1007	48,6	0,0	1060	31,8	m
955	47,2	31,2	1008	52,4	m	1061	30,1	m
956	47,6	29,6	1009	45,4	m	1062	29,6	10,3
957	48,2	31,2	1010	37,2	m	1063	30,0	26,5
958	48,6	33,5	1011	26,3	m	1064	31,0	18,8
959	48,8	m	1012	17,9	m	1065	31,5	26,5
960	47,6	m	1013	16,2	1,9	1066	31,7	m
961	46,3	m	1014	17,8	7,5	1067	31,5	m
962	45,2	m	1015	25,2	18,0	1068	30,6	m
963	43,5	m	1016	39,7	6,5	1069	30,0	m
964	41,4	m	1017	38,6	0,0	1070	30,0	m
965	40,3	m	1018	37,4	5,4	1071	29,4	m
966	39,4	m	1019	43,4	9,7	1072	44,3	0,0
967	38,0	m	1020	46,9	15,7	1073	59,2	m
968	36,3	m	1021	52,5	13,1	1074	58,3	m
969	35,3	5,8	1022	56,2	6,3	1075	57,1	m
970	35,4	30,2	1023	44,0	0,0	1076	55,4	m
971	36,6	55,6	1024	31,8	20,9	1077	53,5	m
972	38,6	48,5	1025	38,7	36,3	1078	51,5	m
973	39,9	41,8	1026	47,7	47,5	1079	49,7	m
974	40,3	38,2	1027	54,5	22,0	1080	47,9	m
975	40,8	35,0	1028	41,3	0,0	1081	46,4	m
976	41,9	32,4	1029	28,1	26,8	1082	45,5	m
977	43,2	26,4	1030	31,6	49,2	1083	45,2	m
978	43,5	m	1031	34,5	39,5	1084	44,3	m
979	42,9	m	1032	36,4	24,0	1085	43,6	m
980	41,5	m	1033	36,7	m	1086	43,1	m
981	40,9	m	1034	35,5	m	1087	42,5	25,6
982	40,5	m	1035	33,8	m	1088	43,3	25,7
983	39,5	m	1036	33,7	19,8	1089	46,3	24,0
984	38,3	m	1037	35,3	35,1	1090	47,8	20,6
985	36,9	m	1038	38,0	33,9	1091	47,2	3,8
986	35,4	m	1039	40,1	34,5	1092	45,6	4,4
987	34,5	m	1040	42,2	40,4	1093	44,6	4,1
988	33,9	m	1041	45,2	44,0	1094	44,1	m
989	32,6	m	1042	48,3	35,9	1095	42,9	m
990	30,9	m	1043	50,1	29,6	1096	40,9	m
991	29,9	m	1044	52,3	38,5	1097	39,2	m
992	29,2	m	1045	55,3	57,7	1098	37,0	m
993	44,1	0,0	1046	57,0	50,7	1099	35,1	2,0
994	59,1	m	1047	57,7	25,2	1100	35,6	43,3
995	56,8	m	1048	42,9	0,0	1101	38,7	47,6

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1102	41,3	40,4	1155	0,0	0,0	1208	44,9	0,0
1103	42,6	45,7	1156	0,0	0,0	1209	34,9	47,4
1104	43,9	43,3	1157	0,0	0,0	1210	42,7	82,7
1105	46,9	41,2	1158	0,0	0,0	1211	52,0	81,2
1106	52,4	40,1	1159	0,0	0,0	1212	61,8	82,7
1107	56,3	39,3	1160	0,0	0,0	1213	71,3	39,1
1108	57,4	25,5	1161	0,0	0,0	1214	58,1	0,0
1109	57,2	25,4	1162	0,0	0,0	1215	44,9	42,5
1110	57,0	25,4	1163	0,0	0,0	1216	46,3	83,3
1111	56,8	25,3	1164	0,0	0,0	1217	46,8	74,1
1112	56,3	25,3	1165	0,0	0,0	1218	48,1	75,7
1113	55,6	25,2	1166	0,0	0,0	1219	50,5	75,8
1114	56,2	25,2	1167	0,0	0,0	1220	53,6	76,7
1115	58,0	12,4	1168	0,0	0,0	1221	56,9	77,1
1116	43,4	0,0	1169	0,0	0,0	1222	60,2	78,7
1117	28,8	26,2	1170	0,0	0,0	1223	63,7	78,0
1118	30,9	49,9	1171	0,0	0,0	1224	67,2	79,6
1119	32,3	40,5	1172	0,0	0,0	1225	70,7	80,9
1120	32,5	12,4	1173	0,0	0,0	1226	74,1	81,1
1121	32,4	12,2	1174	0,0	0,0	1227	77,5	83,6
1122	32,1	6,4	1175	0,0	0,0	1228	80,8	85,6
1123	31,0	12,4	1176	0,0	0,0	1229	84,1	81,6
1124	30,1	18,5	1177	0,0	0,0	1230	87,4	88,3
1125	30,4	35,6	1178	0,0	0,0	1231	90,5	91,9
1126	31,2	30,1	1179	0,0	0,0	1232	93,5	94,1
1127	31,5	30,8	1180	0,0	0,0	1233	96,8	96,6
1128	31,5	26,9	1181	0,0	0,0	1234	100,0	m
1129	31,7	33,9	1182	0,0	0,0	1235	96,0	m
1130	32,0	29,9	1183	0,0	0,0	1236	81,9	m
1131	32,1	m	1184	0,0	0,0	1237	68,1	m
1132	31,4	m	1185	0,0	0,0	1238	58,1	84,7
1133	30,3	m	1186	0,0	0,0	1239	58,5	85,4
1134	29,8	m	1187	0,0	0,0	1240	59,5	85,6
1135	44,3	0,0	1188	0,0	0,0	1241	61,0	86,6
1136	58,9	m	1189	0,0	0,0	1242	62,6	86,8
1137	52,1	m	1190	0,0	0,0	1243	64,1	87,6
1138	44,1	m	1191	0,0	0,0	1244	65,4	87,5
1139	51,7	0,0	1192	0,0	0,0	1245	66,7	87,8
1140	59,2	m	1193	0,0	0,0	1246	68,1	43,5
1141	47,2	m	1194	0,0	0,0	1247	55,2	0,0
1142	35,1	0,0	1195	0,0	0,0	1248	42,3	37,2
1143	23,1	m	1196	0,0	20,4	1249	43,0	73,6
1144	13,1	m	1197	12,6	41,2	1250	43,5	65,1
1145	5,0	m	1198	27,3	20,4	1251	43,8	53,1
1146	0,0	0,0	1199	40,4	7,6	1252	43,9	54,6
1147	0,0	0,0	1200	46,1	m	1253	43,9	41,2
1148	0,0	0,0	1201	44,6	m	1254	43,8	34,8
1149	0,0	0,0	1202	42,7	14,7	1255	43,6	30,3
1150	0,0	0,0	1203	42,9	7,3	1256	43,3	21,9
1151	0,0	0,0	1204	36,1	0,0	1257	42,8	19,9
1152	0,0	0,0	1205	29,3	15,0	1258	42,3	m
1153	0,0	0,0	1206	43,8	22,6	1259	41,4	m
1154	0,0	0,0	1207	54,9	9,9	1260	40,2	m

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1261	38,7	m	1314	51,0	100,0	1367	29,9	m
1262	37,1	m	1315	51,9	100,0	1368	28,7	m
1263	35,6	m	1316	52,6	100,0	1369	29,0	58,6
1264	34,2	m	1317	52,8	32,4	1370	29,7	88,5
1265	32,9	m	1318	47,7	0,0	1371	31,0	86,3
1266	31,8	m	1319	42,6	27,4	1372	31,8	43,4
1267	30,7	m	1320	42,1	53,5	1373	31,7	m
1268	29,6	m	1321	41,8	44,5	1374	29,9	m
1269	40,4	0,0	1322	41,4	41,1	1375	40,2	0,0
1270	51,2	m	1323	41,0	21,0	1376	50,4	m
1271	49,6	m	1324	40,3	0,0	1377	47,9	m
1272	48,0	m	1325	39,3	1,0	1378	45,0	m
1273	46,4	m	1326	38,3	15,2	1379	43,0	m
1274	45,0	m	1327	37,6	57,8	1380	40,6	m
1275	43,6	m	1328	37,3	73,2	1381	55,5	0,0
1276	42,3	m	1329	37,3	59,8	1382	70,4	41,7
1277	41,0	m	1330	37,4	52,2	1383	73,4	83,2
1278	39,6	m	1331	37,4	16,9	1384	74,0	83,7
1279	38,3	m	1332	37,1	34,3	1385	74,9	41,7
1280	37,1	m	1333	36,7	51,9	1386	60,0	0,0
1281	35,9	m	1334	36,2	25,3	1387	45,1	41,6
1282	34,6	m	1335	35,6	m	1388	47,7	84,2
1283	33,0	m	1336	34,6	m	1389	50,4	50,2
1284	31,1	m	1337	33,2	m	1390	53,0	26,1
1285	29,2	m	1338	31,6	m	1391	59,5	0,0
1286	43,3	0,0	1339	30,1	m	1392	66,2	38,4
1287	57,4	32,8	1340	28,8	m	1393	66,4	76,7
1288	59,9	65,4	1341	28,0	29,5	1394	67,6	100,0
1289	61,9	76,1	1342	28,6	100,0	1395	68,4	76,6
1290	65,6	73,7	1343	28,8	97,3	1396	68,2	47,2
1291	69,9	79,3	1344	28,8	73,4	1397	69,0	81,4
1292	74,1	81,3	1345	29,6	56,9	1398	69,7	40,6
1293	78,3	83,2	1346	30,3	91,7	1399	54,7	0,0
1294	82,6	86,0	1347	31,0	90,5	1400	39,8	19,9
1295	87,0	89,5	1348	31,8	81,7	1401	36,3	40,0
1296	91,2	90,8	1349	32,6	79,5	1402	36,7	59,4
1297	95,3	45,9	1350	33,5	86,9	1403	36,6	77,5
1298	81,0	0,0	1351	34,6	100,0	1404	36,8	94,3
1299	66,6	38,2	1352	35,6	78,7	1405	36,8	100,0
1300	67,9	75,5	1353	36,4	50,5	1406	36,4	100,0
1301	68,4	80,5	1354	37,0	57,0	1407	36,3	79,7
1302	69,0	85,5	1355	37,3	69,1	1408	36,7	49,5
1303	70,0	85,2	1356	37,6	49,5	1409	36,6	39,3
1304	71,6	85,9	1357	37,8	44,4	1410	37,3	62,8
1305	73,3	86,2	1358	37,8	43,4	1411	38,1	73,4
1306	74,8	86,5	1359	37,8	34,8	1412	39,0	72,9
1307	76,3	42,9	1360	37,6	24,0	1413	40,2	72,0
1308	63,3	0,0	1361	37,2	m	1414	41,5	71,2
1309	50,4	21,2	1362	36,3	m	1415	42,9	77,3
1310	50,6	42,3	1363	35,1	m	1416	44,4	76,6
1311	50,6	53,7	1364	33,7	m	1417	45,4	43,1
1312	50,4	90,1	1365	32,4	m	1418	45,3	53,9
1313	50,5	97,1	1366	31,1	m	1419	45,1	64,8

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1420	46,5	74,2	1473	50,4	83,4	1526	48,8	23,0
1421	47,7	75,2	1474	51,4	90,6	1527	49,1	67,9
1422	48,1	75,5	1475	52,3	93,8	1528	49,4	73,7
1423	48,6	75,8	1476	53,3	94,0	1529	49,8	75,0
1424	48,9	76,3	1477	54,2	94,1	1530	50,4	75,8
1425	49,9	75,5	1478	54,9	94,3	1531	51,4	73,9
1426	50,4	75,2	1479	55,7	94,6	1532	52,3	72,2
1427	51,1	74,6	1480	56,1	94,9	1533	53,3	71,2
1428	51,9	75,0	1481	56,3	86,2	1534	54,6	71,2
1429	52,7	37,2	1482	56,2	64,1	1535	55,4	68,7
1430	41,6	0,0	1483	56,0	46,1	1536	56,7	67,0
1431	30,4	36,6	1484	56,2	33,4	1537	57,2	64,6
1432	30,5	73,2	1485	56,5	23,6	1538	57,3	61,9
1433	30,3	81,6	1486	56,3	18,6	1539	57,0	59,5
1434	30,4	89,3	1487	55,7	16,2	1540	56,7	57,0
1435	31,5	90,4	1488	56,0	15,9	1541	56,7	69,8
1436	32,7	88,5	1489	55,9	21,8	1542	56,8	58,5
1437	33,7	97,2	1490	55,8	20,9	1543	56,8	47,2
1438	35,2	99,7	1491	55,4	18,4	1544	57,0	38,5
1439	36,3	98,8	1492	55,7	25,1	1545	57,0	32,8
1440	37,7	100,0	1493	56,0	27,7	1546	56,8	30,2
1441	39,2	100,0	1494	55,8	22,4	1547	57,0	27,0
1442	40,9	100,0	1495	56,1	20,0	1548	56,9	26,2
1443	42,4	99,5	1496	55,7	17,4	1549	56,7	26,2
1444	43,8	98,7	1497	55,9	20,9	1550	57,0	26,6
1445	45,4	97,3	1498	56,0	22,9	1551	56,7	27,8
1446	47,0	96,6	1499	56,0	21,1	1552	56,7	29,7
1447	47,8	96,2	1500	55,1	19,2	1553	56,8	32,1
1448	48,8	96,3	1501	55,6	24,2	1554	56,5	34,9
1449	50,5	95,1	1502	55,4	25,6	1555	56,6	34,9
1450	51,0	95,9	1503	55,7	24,7	1556	56,3	35,8
1451	52,0	94,3	1504	55,9	24,0	1557	56,6	36,6
1452	52,6	94,6	1505	55,4	23,5	1558	56,2	37,6
1453	53,0	65,5	1506	55,7	30,9	1559	56,6	38,2
1454	53,2	0,0	1507	55,4	42,5	1560	56,2	37,9
1455	53,2	m	1508	55,3	25,8	1561	56,6	37,5
1456	52,6	m	1509	55,4	1,3	1562	56,4	36,7
1457	52,1	m	1510	55,0	m	1563	56,5	34,8
1458	51,8	m	1511	54,4	m	1564	56,5	35,8
1459	51,3	m	1512	54,2	m	1565	56,5	36,2
1460	50,7	m	1513	53,5	m	1566	56,5	36,7
1461	50,7	m	1514	52,4	m	1567	56,7	37,8
1462	49,8	m	1515	51,8	m	1568	56,7	37,8
1463	49,4	m	1516	50,7	m	1569	56,6	36,6
1464	49,3	m	1517	49,9	m	1570	56,8	36,1
1465	49,1	m	1518	49,1	m	1571	56,5	36,8
1466	49,1	m	1519	47,7	m	1572	56,9	35,9
1467	49,1	8,3	1520	47,3	m	1573	56,7	35,0
1468	48,9	16,8	1521	46,9	m	1574	56,5	36,0
1469	48,8	21,3	1522	46,9	m	1575	56,4	36,5
1470	49,1	22,1	1523	47,2	m	1576	56,5	38,0
1471	49,4	26,3	1524	47,8	m	1577	56,5	39,9
1472	49,8	39,2	1525	48,2	0,0	1578	56,4	42,1

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1579	56,5	47,0	1632	56,7	44,9	1685	57,5	25,9
1580	56,4	48,0	1633	56,6	45,2	1686	57,5	20,7
1581	56,1	49,1	1634	56,8	46,0	1687	57,6	16,4
1582	56,4	48,9	1635	56,5	46,6	1688	57,6	12,4
1583	56,4	48,2	1636	56,6	48,3	1689	57,6	8,9
1584	56,5	48,3	1637	56,4	48,6	1690	57,5	8,0
1585	56,5	47,9	1638	56,6	50,3	1691	57,5	5,8
1586	56,6	46,8	1639	56,3	51,9	1692	57,3	5,8
1587	56,6	46,2	1640	56,5	54,1	1693	57,6	5,5
1588	56,5	44,4	1641	56,3	54,9	1694	57,3	4,5
1589	56,8	42,9	1642	56,4	55,0	1695	57,2	3,2
1590	56,5	42,8	1643	56,4	56,2	1696	57,2	3,1
1591	56,7	43,2	1644	56,2	58,6	1697	57,3	4,9
1592	56,5	42,8	1645	56,2	59,1	1698	57,3	4,2
1593	56,9	42,2	1646	56,2	62,5	1699	56,9	5,5
1594	56,5	43,1	1647	56,4	62,8	1700	57,1	5,1
1595	56,5	42,9	1648	56,0	64,7	1701	57,0	5,2
1596	56,7	42,7	1649	56,4	65,6	1702	56,9	5,5
1597	56,6	41,5	1650	56,2	67,7	1703	56,6	5,4
1598	56,9	41,8	1651	55,9	68,9	1704	57,1	6,1
1599	56,6	41,9	1652	56,1	68,9	1705	56,7	5,7
1600	56,7	42,6	1653	55,8	69,5	1706	56,8	5,8
1601	56,7	42,6	1654	56,0	69,8	1707	57,0	6,1
1602	56,7	41,5	1655	56,2	69,3	1708	56,7	5,9
1603	56,7	42,2	1656	56,2	69,8	1709	57,0	6,6
1604	56,5	42,2	1657	56,4	69,2	1710	56,9	6,4
1605	56,8	41,9	1658	56,3	68,7	1711	56,7	6,7
1606	56,5	42,0	1659	56,2	69,4	1712	56,9	6,9
1607	56,7	42,1	1660	56,2	69,5	1713	56,8	5,6
1608	56,4	41,9	1661	56,2	70,0	1714	56,6	5,1
1609	56,7	42,9	1662	56,4	69,7	1715	56,6	6,5
1610	56,7	41,8	1663	56,2	70,2	1716	56,5	10,0
1611	56,7	41,9	1664	56,4	70,5	1717	56,6	12,4
1612	56,8	42,0	1665	56,1	70,5	1718	56,5	14,5
1613	56,7	41,5	1666	56,5	69,7	1719	56,6	16,3
1614	56,6	41,9	1667	56,2	69,3	1720	56,3	18,1
1615	56,8	41,6	1668	56,5	70,9	1721	56,6	20,7
1616	56,6	41,6	1669	56,4	70,8	1722	56,1	22,6
1617	56,9	42,0	1670	56,3	71,1	1723	56,3	25,8
1618	56,7	40,7	1671	56,4	71,0	1724	56,4	27,7
1619	56,7	39,3	1672	56,7	68,6	1725	56,0	29,7
1620	56,5	41,4	1673	56,8	68,6	1726	56,1	32,6
1621	56,4	44,9	1674	56,6	68,0	1727	55,9	34,9
1622	56,8	45,2	1675	56,8	65,1	1728	55,9	36,4
1623	56,6	43,6	1676	56,9	60,9	1729	56,0	39,2
1624	56,8	42,2	1677	57,1	57,4	1730	55,9	41,4
1625	56,5	42,3	1678	57,1	54,3	1731	55,5	44,2
1626	56,5	44,4	1679	57,0	48,6	1732	55,9	46,4
1627	56,9	45,1	1680	57,4	44,1	1733	55,8	48,3
1628	56,4	45,0	1681	57,4	40,2	1734	55,6	49,1
1629	56,7	46,3	1682	57,6	36,9	1735	55,8	49,3
1630	56,7	45,5	1683	57,5	34,2	1736	55,9	47,7
1631	56,8	45,0	1684	57,4	31,1	1737	55,9	47,4

Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel	Tijd	Genormaliseerd toerental	Genormaliseerd koppel
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1738	55,8	46,9	1759	46,8	m	1780	44,0	m
1739	56,1	46,8	1760	45,7	m	1781	37,6	m
1740	56,1	45,8	1761	44,8	m	1782	47,2	0,0
1741	56,2	46,0	1762	43,9	m	1783	56,8	m
1742	56,3	45,9	1763	42,9	m	1784	47,5	m
1743	56,3	45,9	1764	41,5	m	1785	42,9	m
1744	56,2	44,6	1765	39,5	m	1786	31,6	m
1745	56,2	46,0	1766	36,7	m	1787	25,8	m
1746	56,4	46,2	1767	33,8	m	1788	19,9	m
1747	55,8	m	1768	31,0	m	1789	14,0	m
1748	55,5	m	1769	40,0	0,0	1790	8,1	m
1749	55,0	m	1770	49,1	m	1791	2,2	m
1750	54,1	m	1771	46,2	m	1792	0,0	0,0
1751	54,0	m	1772	43,1	m	1793	0,0	0,0
1752	53,3	m	1773	39,9	m	1794	0,0	0,0
1753	52,6	m	1774	36,6	m	1795	0,0	0,0
1754	51,8	m	1775	33,6	m	1796	0,0	0,0
1755	50,7	m	1776	30,5	m	1797	0,0	0,0
1756	49,9	m	1777	42,8	0,0	1798	0,0	0,0
1757	49,1	m	1778	55,2	m	1799	0,0	0,0
1758	47,7	m	1779	49,9	m	1800	0,0	0,0

m = „motoring”

AANHANGSEL 2

DIESELREFERENTIEBRANDSTOF

Parameter	Eenheid	Grenswaarden ⁽¹⁾		Testmethode ⁽⁵⁾
		Minimum	Maximum	
Cetaangetal		52	54	ISO 5165
Dichtheid bij 15 °C	kg/m ³	833	837	ISO 3675
Distillatie:				
— 50 vol.-%	°C	245		ISO 3405
— 95 vol.-%	°C	345	350	
— eindkookpunt	°C		370	
Vlampunt	°C	55		ISO 2719
Troebelingspunt	°C		- 5	EN 116
Kinematische viscositeit bij 40 °C	mm ² /s	2,3	3,3	ISO 3104
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	% m/m	2,0	6,0	EN 12916
Conradsonkoolstofresidu (10 % distillatieresidu)	% m/m		0,2	ISO 10370
Asgehalte	% m/m		0,01	EN-ISO 6245
Watergehalte	% m/m		0,02	EN-ISO 12937
Zwavelgehalte	mg/kg		10	EN-ISO 14596
Kopercorrosie bij 50 °C			1	EN-ISO 2160
Smeercapaciteit (HFRR-test bij 60 °C)	µm		400	CEC F-06-A-96
Neutralisatiegetal	mg KOH/g		0,02	
Oxidatiebestendigheid bij 110 °C ⁽²⁾ ⁽³⁾	h	20		EN 14112
Methylesters van vetzuren ⁽⁴⁾	% v/v	4,5	5,5	EN 14078

⁽¹⁾ De in de specificatie vermelde waarden zijn „reële waarden”. De grenswaarden zijn vastgesteld aan de hand van ISO 4259, „Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test”, 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 bedroeg het minimumverschil 4R (R = reproduceerbaarheid).

Hoewel deze maatregel om statistische redenen is ingevoerd, moet de fabrikant van een brandstof 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 voldoet aan de voorwaarden van de specificatie, moet ISO 4259 worden toegepast.

⁽²⁾ Ook al wordt de oxidatiebestendigheid onder controle gehouden, toch zal de houdbaarheid waarschijnlijk beperkt zijn. De leverancier moet om advies worden gevraagd over de voorwaarden en de duur van de opslag.

⁽³⁾ De oxidatiebestendigheid kan volgens EN-ISO 12205 of volgens EN 14112 worden aangetoond. Dit voorschrift wordt herzien aan de hand van de CEN/TC19-evaluaties van de oxidatiebestendigheid en de testgrenswaarden.

⁽⁴⁾ Kwaliteit van de methylesters van vetzuren overeenkomstig EN 14214 (ASTM D 6751).

⁽⁵⁾ De laatste versie van de testmethoden is van toepassing.

AANHANGSEL 3

MEETAPPARATUUR

A.3.1. Dit aanhangsel bevat de basisvoorschriften en algemene beschrijvingen voor de bemonsterings- en analysesystemen voor het meten van de uitstoot van gassen en deeltjes. Aangezien verschillende configuraties gelijkwaardige resultaten kunnen opleveren, hoeven de figuren van dit aanhangsel niet exact te worden gevolgd. Onderdelen zoals instrumenten, kleppen, elektromagneten, pompen, debietapparaat en schakelaars mogen worden gebruikt om extra gegevens te verstrekken en de functies van deelsystemen te coördineren. Andere onderdelen die niet noodzakelijk zijn om de nauwkeurigheid van bepaalde systemen te waarborgen, mogen worden weggelaten als dit technisch verantwoord is.

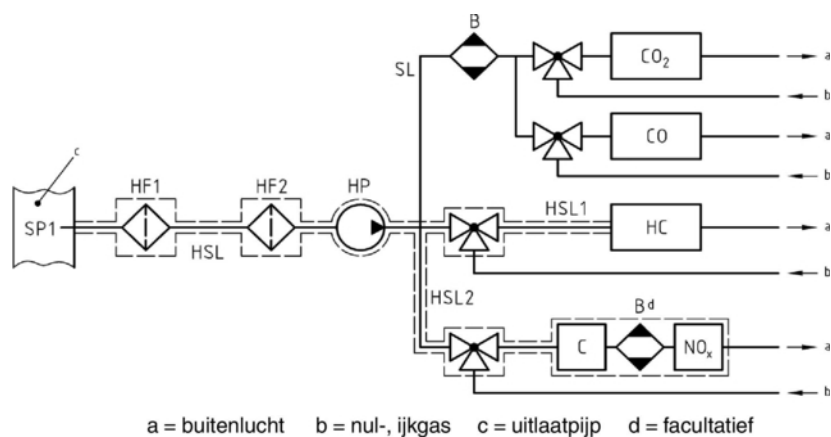
A.3.1.1. Analysesysteem

A.3.1.2. Beschrijving van het analysesysteem

Een analysesysteem voor de vaststelling van de gasvormige emissies in het ruwe (figuur 9) of verdunde (figuur 10) uitlaatgas wordt beschreven op basis van het gebruik van:

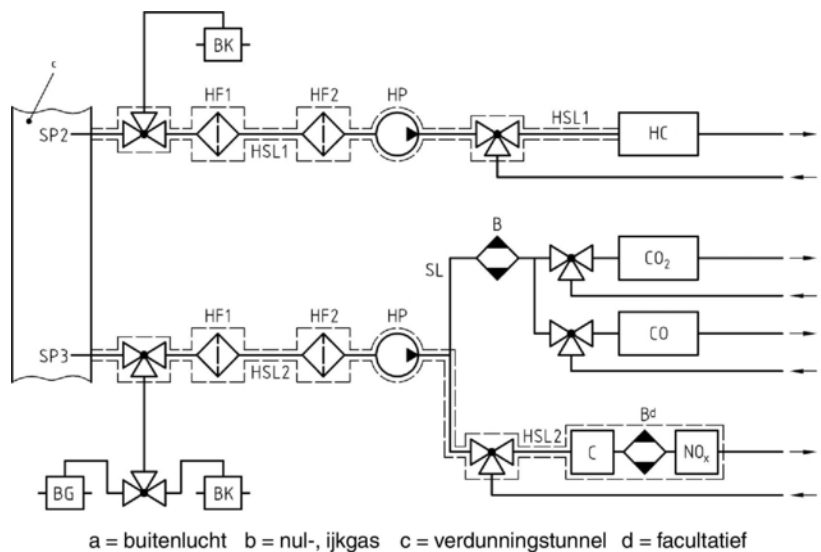
- een HFID- of FID-analysator voor de meting van koolwaterstoffen;
- NDIR-analysatoren voor de meting van koolmonoxide en kooldioxide;
- een HCLD- of CLD-analysator voor de meting van stikstofoxiden.

Het monster van alle bestanddelen dient te worden genomen met één bemonsteringssonde die inwendig is gesplitst voor de verschillende analyseapparaten. Eventueel mogen twee dicht bij elkaar geplaatste bemonsteringssondes worden gebruikt. Er moet op worden toegezien dat er nergens in het analysesysteem onbedoelde condensatie van uitlaatgasbestanddelen (inclusief water en zwavelzuur) optreedt.



Figuur 9

Stroomdiagram van analysesysteem voor CO, CO₂, NO_x en HC in ruw uitlaatgas



Figuur 10

Stroomschema van analysesysteem voor CO, CO₂, NO_x en HC in verdund uitlaatgas

A.3.1.3. Onderdelen van de figuren 9 en 10

EP Uitlaatpijp

SP Sonde voor de bemonstering van ruw uitlaatgas (alleen figuur 9)

Aanbevolen wordt een roestvrij stalen rechte sonde met een gesloten uiteinde, voorzien van een aantal gaatjes. De binnendiameter mag niet groter zijn dan de binnendiameter van de bemonsteringsleiding. De wanddikte van de sonde mag niet meer bedragen dan 1 mm. De sonde moet voorzien zijn van minimaal drie gaatjes in drie verschillende radiale vlakken die een zodanige afmeting hebben dat de bemonsteringsstromen ongeveer gelijk zijn. De sonde moet op een diepte van ten minste 80 % van de uitlaatpijpdiameter worden geplaatst. Er mag gebruik worden gemaakt van een of twee bemonsteringssondes.

SP2 Sonde voor de bemonstering van HC in het verdunde uitlaatgas (alleen figuur 10)

De sonde moet:

- worden gedefinieerd als de eerste 254 tot 762 mm van de verwarmde bemonsteringsleiding HSL1;
- een minimumbinnendiameter van 5 mm hebben;
- worden aangebracht in de verdunningstunnel DT (figuur 15) op een plaats waar het verdunningsmiddel en het uitlaatgas goed vermengd zijn (d.w.z. circa tien tunneldiameters voorbij het punt waar het uitlaatgas de verdunningstunnel binnenkomt);
- zich op voldoende afstand (radiaal) van andere sondes en de tunnelwand bevinden zodat de sonde niet door een zog of door wervelingen wordt beïnvloed;
- verwarmd worden om de gasstroomtemperatuur bij de uitgang van de sonde te verhogen tot $463 \pm 10 \text{ K}$ ($190 \pm 10 \text{ °C}$) of tot $385 \pm 10 \text{ K}$ ($112 \pm 10 \text{ °C}$) voor elektrische-ontstekingsmotoren;
- niet verwarmd zijn in het geval van een FID-meting (koud).

SP3 Sonde voor de bemonstering van CO, CO₂ en NO_x in het verdunde uitlaatgas (alleen figuur 10)

De sonde moet:

- a) in hetzelfde vlak liggen als SP2;
- b) zich op voldoende afstand (radiaal) van andere sondes en de tunnelwand bevinden zodat de sonde niet door een zog of door wervelingen wordt beïnvloed;
- c) verwarmd worden tot een minimumtemperatuur van 328 K (55 °C) om condensatie van waterdamp te voorkomen.

HF1 Verwarmd voorfilter (facultatief)

De temperatuur moet dezelfde zijn als die voor HSL1.

HF2 Verwarmd filter

Het filter moet alle vaste deeltjes vóór het analyseapparaat uit het gasmonster verwijderen. De temperatuur moet dezelfde zijn als die voor HSL1. Het filter moet indien nodig worden vervangen.

HSL1 Verwarmde bemonsteringsleiding

De bemonsteringsleiding voert de gasmonsters van één sonde naar een of meer verdeelstukken en de HC-analysator.

De bemonsteringsleiding moet:

- a) een binnendiameter van minimaal 4 mm en maximaal 13,5 mm hebben;
- b) van roestvrij staal of PTFE gemaakt zijn;
- c) een wandtemperatuur hebben van 463 ± 10 K (190 ± 10 °C), gemeten op elk afzonderlijk verwarmd deel, indien de temperatuur van het uitlaatgas bij de bemonsteringssonde lager is dan of gelijk is aan 463 K (190 °C);
- d) een wandtemperatuur hebben van meer dan 453 K (180 °C), indien de temperatuur van het uitlaatgas boven 463 K (190 °C) ligt;
- e) een gastemperatuur van 463 ± 10 K (190 ± 10 °C) hebben onmiddellijk vóór het verwarmde filter HF2 en de HFID.

HSL2 Verwarmde bemonsteringsleiding voor NO_x

De bemonsteringsleiding moet:

- a) een wandtemperatuur tussen 328 en 473 K (55 en 200 °C) hebben tot de omzetter voor meting op droge basis en tot het analyseapparaat voor meting op natte basis;
- b) van roestvrij staal of PTFE gemaakt zijn.

HP Verwarmde bemonsteringspomp

De pomp moet worden verwarmd tot de temperatuur van HSL.

SL Bemonsteringsleiding voor CO en CO₂

De leiding moet van PTFE of roestvrij staal gemaakt zijn. De leiding mag verwarmd worden of onverwarmd zijn.

HC HFID-analysator

Verwarmde vlamionisatiedetector (HFID) of vlamionisatiedetector (FID) voor het bepalen van de koolwaterstofconcentratie. De temperatuur van de HFID moet tussen 453 en 473 K (180 en 200 °C) worden gehouden.

CO, CO₂ NDIR-analysator

NDIR-analysatoren voor het bepalen van de koolmonoxide- en kooldioxideconcentratie (facultatief voor het bepalen van de verdunningsverhouding bij de meting van de deeltjesconcentratie).

NO_x CLD-analysator of NDUV-analysator

CLD-, HCLD- of NDUV-analysator voor het bepalen van de stikstofoxidenconcentratie. Bij gebruik van een HCLD moet deze op een temperatuur van 328 tot 473 K (55 tot 200 °C) worden gehouden.

B Monsterdroger (facultatief voor NO-meting)

Om te koelen en waterdamp uit het uitlaatgasmonster te laten condenseren. Het koelbad is facultatief indien de analyse niet door waterdamp wordt beïnvloed, zoals bepaald in punt 9.3.9.2.2. Indien het water door condensatie wordt verwijderd, moet de temperatuur of het dauwpunt van het bemonsteringsgas in de watervanger of stroomafwaarts worden gemeten. De temperatuur of het dauwpunt van het bemonsteringsgas mag niet hoger zijn dan 280 K (7 °C). Chemische droging is niet toegestaan voor de verwijdering van het water uit de monsters.

BK Achtergrondzak (facultatief; alleen figuur 10)

Voor de meting van de achtergrondconcentraties.

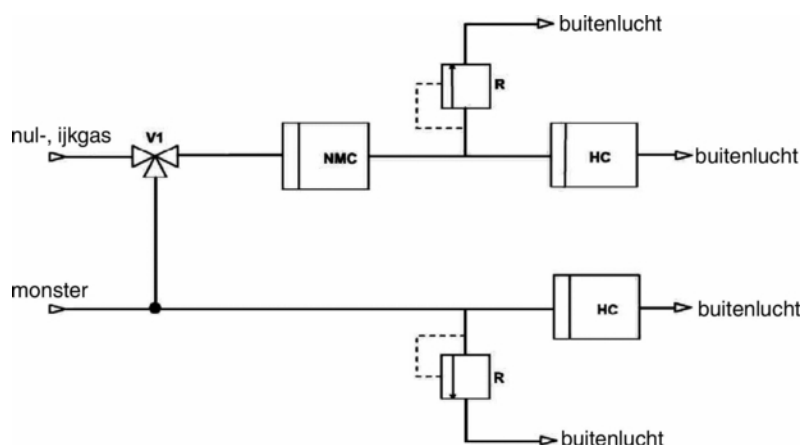
BG Achtergrondzak (facultatief; alleen figuur 10)

Voor de meting van de monsterconcentraties.

A.3.1.4. Niet-methaancuttermethode (NMC)

De NMC oxideert alle koolwaterstoffen behalve CH₄ tot CO₂ en H₂O, zodat alleen nog CH door de HFID wordt gedetecteerd nadat het monster door de NMC is geleid. Naast de gebruikelijke opstelling voor de bemonstering van HC (zie de figuren 9 en 10) moet er een tweede opstelling voor de bemonstering van HC worden opgezet, die is voorzien van een cutter, zoals in figuur 11 wordt weergegeven. Zodoende kunnen de totaalwaarden voor HC, CH₄ en NMHC gelijktijdig worden gemeten.

De NMC moet vóór de test bij een temperatuur van ten minste 600 K (327 °C) worden gekarakteriseerd voor wat het katalytische effect op CH₄ en C₂H₆ betreft, waarbij de H₂O-waarden representatief zijn voor uitlaatgascondities. Het dauwpunt en het O₂-niveau van de bemonsterde uitlaatgasstroom moeten bekend zijn. De relatieve respons van de FID op CH₄ en C₂H₆ moet worden bepaald overeenkomstig punt 9.3.8.



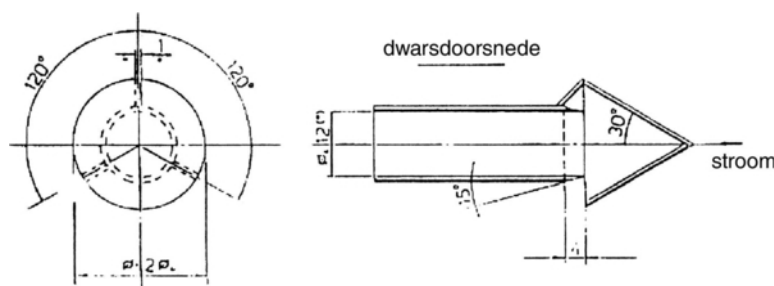
Figuur 11

Stroomdiagram voor de analyse van methaan met de NMC

- c) een sonde met verscheidene gaatjes overeenkomstig SP in punt A.3.1.3;
- d) een afgedekte sonde die op de hartlijn van de uitlaatpijp is geplaatst en waarvan de opening tegen de stroom in is gericht, zoals in figuur 14 wordt weergegeven.

De minimumdiameter aan de binnenkant van de punt van de sonde is 4 mm. De minimumdiameter-verhouding tussen uitlaatpijp en sonde is vier.

Bij gebruik van sondetype a) moet vlak voor de filterhouder een inertiale voorklasseervoorziening (cycloonfilter of impactor) met een „cut point” van 50 % tussen 2,5 en 10 µm worden aangebracht.



Figuur 14

Schema van een afgedekte sonde

TT Verbindingsbuis

De verbindingsbuis moet zo kort mogelijk zijn, maar:

- a) mag niet langer zijn dan 0,26 m als de buis over 80 % van de totale lengte, gemeten tussen het einde van de sonde en de verdunningsfase, geïsoleerd is;
- of
- b) mag niet langer zijn dan 1 m als de buis over 90 % van de totale lengte, gemeten tussen het einde van de sonde en de verdunningsfase, tot meer dan 150 °C verwarmd is.

De verbindingsbuis moet een diameter hebben die ten minste even groot is als die van de sonde, maar maximaal 25 mm bedraagt, en moet in de hartlijn van de verdunningstunnel uitkomen en met de stroom mee gericht zijn.

Ten aanzien van punt a) geldt dat de isolatie moet bestaan uit materiaal met een maximale thermische geleidbaarheid van 0,05 W/mK en met een radiale isolatiedikte die overeenkomt met de diameter van de sonde.

FC1 Stroomregelaar

Er moet een stroomregelaar worden gebruikt om de verdunningsluchtstroom door de aanjager PB en/of de aanzuigventilator SB te regelen. De regelaar kan worden aangesloten op de signalen van de uitlaatgasstroom overeenkomstig punt 8.4.1. De stroomregelaar mag vóór of na de desbetreffende aanjager worden geplaatst. Bij toevoer van samengeperste lucht regelt FC1 de luchtstroom rechtstreeks.

FM1 Stroommeter

Een gasstroom- of andere stroommeter die de verdunningsluchtstroom meet. Het gebruik van FM1 is facultatief, indien PB gekalibreerd is om de stroom te meten.

DAF Verdunningsmiddelfilter

Het verdunningsmiddel (omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof) moet worden gefilterd met een hoogrendementsfilter (HEPA) met een initieel opvangrendement van ten minste 99,97 % volgens EN 1822-1 (filterklasse H14 of beter), ASTM F 1471-93 of een gelijkwaardige norm.

FM2 Stroommeter (deelbemonsteringsmethode, alleen figuur 13)

Een gasstroom- of debietmeter die de verdunde uitlaatgasstroom meet. Het gebruik van FM2 is facultatief, indien de aanzuigventilator SB gekalibreerd is om de stroom te meten.

PB Aanjager (deelbemonsteringsmethode, alleen figuur 13)

Om de stroom van de verdunningslucht te regelen, mag PB worden aangesloten op de stroommeters FC1 of FC2. PB is overbodig wanneer gebruik wordt gemaakt van een vlinderklep. Indien PB is gekalibreerd, kan hij worden gebruikt om de verdunningsluchtstroom te meten.

SB Aanzuigventilator (deelbemonsteringsmethode, alleen figuur 13)

Indien SB is gekalibreerd, kan hij worden gebruikt om de verdunde uitlaatgasstroom te meten.

DT Verdunningstunnel (partiële-stroomverdunning)

De verdunningstunnel:

- a) moet voor een deelbemonsteringssysteem lang genoeg zijn om volledige vermenging van het uitlaatgas en het verdunningsmiddel door turbulentie tot stand te brengen (getal van Reynolds, Re , groter dan 4 000, waarbij Re op de binnendiameter van de verdunningstunnel is gebaseerd), d.w.z. voor de totale bemonsteringsmethode is volledige vermenging niet nodig;
- b) moet van roestvrij staal gemaakt zijn;
- c) mag tot een wandtemperatuur van 325 K (52 °C) worden verwarmd;
- d) mag geïsoleerd zijn.

PSP Deeltjesbemonsteringssonde (deelbemonsteringsmethode, alleen figuur 13)

De deeltjesbemonsteringssonde is het eerste stuk van de deeltjesverbindingbuis PTT (zie punt A.3.2.6) en:

- a) moet tegen de stroom in worden gemonteerd op een punt waar het verdunningsmiddel en het uitlaatgas goed vermengd zijn, d.w.z. in de hartlijn van de verdunningstunnel DT, ongeveer tien tunneldiameters voorbij het punt waar het uitlaatgas in de verdunningstunnel stroomt;
- b) moet een binnendiameter van minimaal 8 mm hebben;
- c) mag tot een wandtemperatuur van 325 K (52 °C) worden verwarmd door directe verwarming of door voorverwarming van het verdunningsmiddel, mits de temperatuur van het verdunningsmiddel niet meer dan 325 K (52 °C) bedraagt voordat het uitlaatgas in de verdunningstunnel wordt geleid;
- d) mag geïsoleerd zijn.

PDP Verdringerpomp

De PDP bepaalt de totale verdunde uitlaatgasstroom aan de hand van het aantal pompomwentelingen en de plunjerverplaatsing. De tegendruk van het uitlaatsysteem mag door de PDP of het inlaatsysteem voor het verdunningsmiddel niet kunstmatig worden verlaagd. De statische tegendruk van het uitlaatgas, gemeten met de PDP in werking, moet binnen $\pm 1,5$ kPa van de statische druk liggen, gemeten zonder aansluiting op de PDP bij gelijk toerental en gelijke belasting. De gasmengseltemperatuur onmiddellijk vóór de PDP moet gedurende de test binnen ± 6 K van de gemiddelde bedrijfstemperatuur liggen, wanneer geen stroomcompensatie (EFC) wordt toegepast. Er mag slechts stroomcompensatie worden toegepast, indien de temperatuur bij de inlaat van de PDP niet meer dan 323 K (50 °C) bedraagt.

CFV Venturibuis met kritische stroming

De CFV meet de totale verdunde uitlaatgasstroom door de stroming voortdurend te knijpen (kritische stroming). De statische tegendruk van het uitlaatgas, gemeten met de CFV in werking, moet binnen $\pm 1,5$ kPa van de statische druk liggen, gemeten zonder aansluiting op de CFV bij gelijk toerental en gelijke belasting. De gasmengseltemperatuur onmiddellijk vóór de CFV moet gedurende de test binnen ± 11 K van de gemiddelde bedrijfstemperatuur liggen, wanneer geen stroomcompensatie (EFC) wordt toegepast.

SSV Subsonische venturi

Een SSV meet de totale verdunde uitlaatgasstroom met de gasstroomfunctie van een subsonische venturi die afhankelijk is van de druk en temperatuur bij de inlaat en de drukval tussen de inlaat en de hals van de venturibuis. De statische tegendruk van het uitlaatgas, gemeten met de SSV in werking, moet binnen $\pm 1,5$ kPa van de statische druk liggen, gemeten zonder aansluiting op de SSV bij gelijk toerental en gelijke belasting. De gasmengseltemperatuur onmiddellijk vóór de SSV moet gedurende de test binnen ± 11 K van de gemiddelde bedrijfstemperatuur liggen, wanneer geen stroomcompensatie (EFC) wordt toegepast.

HE Warmtewisselaar (facultatief)

De warmtewisselaar moet voldoende capaciteit hebben om de temperatuur binnen de bovengenoemde grenswaarden te houden. Indien EFC wordt toegepast, is een warmtewisselaar niet nodig.

EFC Elektronische stroomcompensatie (facultatief)

Indien de temperatuur bij de inlaat van de PDP, CFV of SSV niet binnen de bovenstaande grenzen wordt gehouden, moet een stroomcompensatiesysteem worden toegepast voor de permanente meting van de stroom en regeling van de proportionele bemonstering in het dubbele-verdunningssysteem. Hiertoe worden de continu gemeten stroomsignalen gebruikt om de evenredigheid van de bemonsteringsstroom door de deeltjesfilters van het dubbele-verdunningssysteem op een niveau van $\pm 2,5$ % te houden (zie figuur 17).

DT Verdunningstunnel (volledige-stroomverdunning)

De verdunningstunnel

- a) moet een diameter hebben die klein genoeg is om turbulente stroom teweeg te brengen (getal van Reynolds, Re , groter dan 4 000, waarbij Re op de binnendiameter van de verdunningstunnel is gebaseerd) en moet lang genoeg zijn om volledige vermenging van het uitlaatgas met het verdunningsmiddel teweeg te brengen;
- b) mag geïsoleerd zijn.
- c) mag worden verwarmd tot een wandtemperatuur die voldoende is om watercondensatie tegen te gaan.

Het uitlaatgas van de motor moet met de stroom mee gericht zijn op het punt waar het de verdunningstunnel binnenkomt, en grondig worden vermengd. Er mag een mengrestrictie worden toegepast.

Bij gebruik van dubbele verdunning moet een monster uit de verdunningstunnel worden overgebracht naar de secundaire verdunningstunnel voor verdere verdunning en vervolgens door de bemonsteringsfilters worden geleid (figuur 17). Het secundaire verdunningssysteem moet voldoende secundair verdunningsmiddel toevoeren om de tweemaal verdunde uitlaatgasstroom op een temperatuur te houden die vlak voor het deeltjesfilter tussen 315 K (42 °C) en 325 K (52 °C) ligt.

DAF Verdunningsmiddelfilter

Het verdunningsmiddel (omgevingslucht, synthetische lucht of stikstof) moet worden gefilterd met een hoogrendementsfilter (HEPA) met een initieel opvangrendement van ten minste 99,97 % volgens EN 1822-1 (filterklasse H14 of beter), ASTM F 1471-93 of een gelijkwaardige norm.

PSP Deeltjesbemonsteringssonde

De sonde is het eerste stuk van de PTT en

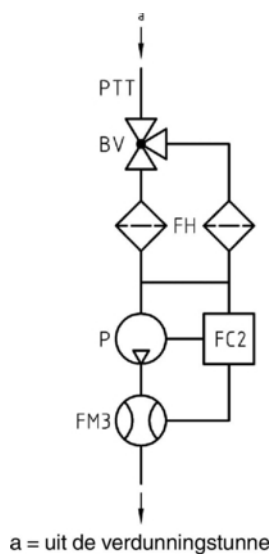
- a) moet tegen de stroom in worden gemonteerd op een punt waar het verdunningsmiddel en de uitlaatgassen goed vermengd zijn, d.w.z. in de hartlijn van de verdunningstunnel DT, ongeveer 10 tunneldiameters voorbij het punt waar het uitlaatgas in de verdunningstunnel stroomt;
- b) moet een binnendiameter van minimaal 8 mm hebben;
- c) mag tot een wandtemperatuur van 325 K (52 °C) worden verwarmd door directe verwarming of door voorverwarming van het verdunningsmiddel, mits de luchttemperatuur niet meer dan 325 K (52 °C) bedraagt, voordat het uitlaatgas in de verdunningstunnel wordt geleid;
- d) mag geïsoleerd zijn.

A.3.2.5. Beschrijving van een deeltjesbemonsteringssysteem

Een deeltjesbemonsteringssysteem moet de deeltjes met het deeltjesfilter opvangen, en wordt afgebeeld in de figuren 16 en 17. Bij totale bemonstering met partiële-stroomverdunning, waarbij het gehele verdunde uitlaatgasmonster door de filters wordt gevoerd, vormen het verdunningssysteem en het bemonsteringssysteem gewoonlijk één geheel (zie figuur 12). Bij deelbemonstering met partiële-stroomverdunning of volledige-stroomverdunning, waarbij slechts een deel van het verdunde uitlaatgas door de filters wordt gevoerd, zijn het verdunningssysteem en het bemonsteringssysteem gewoonlijk gescheiden.

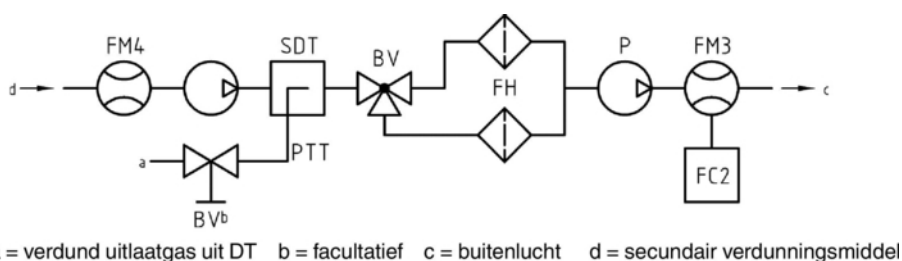
Bij een partiële-stroomverdunningssysteem wordt met de bemonsteringspomp P een monster van het verdunde uitlaatgas uit de verdunningstunnel DT genomen via de deeltjesbemonsteringssonde PSP en de deeltjesverbindingbuis PTT, zoals wordt weergegeven in figuur 16. Het monster wordt door de filterhouder(s) FH geleid die de deeltjesbemonsteringsfilters bevat(ten). De bemonsteringsstroom wordt geregeld door de stroomregelaar FC3.

Bij een volledige-stroomverdunningssysteem wordt een deeltjesbemonsteringssysteem met dubbele verdunning gebruikt, zoals wordt weergegeven in figuur 17. Een monster van het verdunde uitlaatgas wordt vanuit de verdunningstunnel DT door de deeltjesbemonsteringssonde PSP en de deeltjesverbindingbuis PTT overgebracht naar de secundaire verdunningstunnel SDT, waar het nogmaals wordt verdund. Het monster wordt vervolgens door de filterhouder(s) FH geleid waarin zich de deeltjesbemonsteringsfilters bevinden. De stroomsnelheid van de verdunningslucht is gewoonlijk constant, terwijl de snelheid van de bemonsteringsstroom wordt geregeld door stroomregelaar FC3. Bij gebruik van elektronische stroomcompensatie EFC (zie figuur 15) moet de totale verdunde uitlaatgasstroom als stuursignaal voor FC3 worden gebruikt.



Figuur 16

Schema van een deeltjesbemonsteringssysteem



Figuur 17

Schema van een deeltjesbemonsteringssysteem met dubbele verdunning

A.3.2.6. Onderdelen van figuur 16 (alleen partiële-stroomsysteem) en figuur 17 (alleen volledige-stroomsysteem)

PTT Deeltjesverbindingstunnel

De verbindingstunnel:

- moet inert zijn voor deeltjesmateriaal;
- mag tot een wandtemperatuur van 325 K (52 °C) worden verwarmd;
- mag geïsoleerd zijn.

SDT Secundaire verdunningstunne (alleen figuur 17)

De secundaire verdunningstunne:

- moet een zodanige lengte en diameter hebben dat aan de retentietijdvoorschriften van punt 9.4.2, onder f), wordt voldaan;
- mag tot een wandtemperatuur van 325 K (52 °C) worden verwarmd;
- mag geïsoleerd zijn.

FH Filterhouder

De filterhouder:

- a) moet een divergente kegeltophoek van 12,5 graden (vanuit het midden) hebben voor de overgang van de diameter van de verbindingsbuis naar de blootgestelde diameter van het filteroppervlak;
- b) mag tot een wandtemperatuur van 325 K (52 °C) worden verwarmd;
- c) mag geïsoleerd zijn.

Filterwisselaars met verschillende filters (automatische wisselaars) zijn aanvaardbaar, mits er geen interactie tussen de bemonsteringsfilters optreedt.

PTFE-membraanfilters moeten in een aparte cassette in de filterhouder worden gemonteerd.

Bij gebruik van een bemonsteringssonde met open buis waarvan de opening tegen de uitlaatstroom in is gericht, moet vlak voor de filterhouder een inertiale voorklasseervoorziening met een „cut point” van 50 % tussen 2,5 µm en 10 µm worden aangebracht.

P Bemonsteringspomp

FC2 Stroomregelaar

Een stroomregelaar dient de snelheid van de deeltjesbemonsteringsstroom te regelen.

FM3 Stroommeter

Gasstroom- of debietmeter om de deeltjesbemonsteringsstroom door het deeltjesfilter vast te stellen. Deze mag voor of na de bemonsteringspomp P worden geïnstalleerd.

FM4 Stroommeter

Gasstroom- of debietmeter om de secundaire verdunningsluchtstroom door het deeltjesfilter vast te stellen.

BV Kogelklep (facultatief)

De kogelklep moet een binnendiameter van minimaal de binnendiameter van de deeltjesverbindingsbuis PTT en een schakeltijd van minder dan 0,5 s hebben.

AANHANGSEL 4

STATISTISCHE BEREKENINGEN

A.4.1. Gemiddelde waarde en standaardafwijking

Het rekenkundig gemiddelde wordt als volgt berekend:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (92)$$

De standaardafwijking wordt als volgt berekend:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (93)$$

A.4.2. Regressieanalyse

De helling van de regressierechte wordt als volgt berekend:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (94)$$

Het y-afsnijpunt van de regressierechte wordt als volgt berekend:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (95)$$

De standaardafwijking van de schattingswaarde (SEE) wordt als volgt berekend:

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n - 2} \quad (96)$$

De determinatiecoëfficiënt wordt als volgt berekend:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (97)$$

A.4.3. Bepaling van systeemgelijkwaardigheid

De systeemgelijkwaardigheid overeenkomstig punt 5.1.1 moet met de desbetreffende testcyclus of -cycli worden vastgesteld aan de hand van een correlatiestudie met zeven (of meer) monsterparen tussen het kandidaat-systeem en een van de geaccepteerde referentiesystemen uit deze bijlage. De gelijkwaardigheid wordt bepaald aan de hand van de F-test en de tweezijdige Student t-test.

Met deze statistische methode wordt de hypothese onderzocht dat de standaarddeviatie van de monsters en het gemiddelde voor een emissie gemeten met het kandidaat-systeem niet verschillen van de standaarddeviatie en het bemonsteringsgemiddelde voor die emissie gemeten met het referentiesysteem. De hypothese wordt getest op basis van een 10 %-significantieniveau van de F - en t -waarden. Zie tabel 9 voor de kritieke F - en t -waarden voor zeven tot tien monsterparen. Als de F - en t -waarden die volgens onderstaande vergelijking zijn berekend, groter zijn dan de kritieke F - en t -waarden, is het kandidaat-systeem niet gelijkwaardig.

De volgende procedure moet worden gevolgd; de indices R en C verwijzen respectievelijk naar het referentie- en het kandidaat-systeem:

- a) voer ten minste zeven tests parallel met het kandidaat- en het referentiesysteem uit. n_R en n_C staan voor het aantal tests;
- b) bereken de gemiddelden \bar{x}_R en \bar{x}_C en de standaarddeviaties s_R en s_C ;
- c) bereken de F -waarde als volgt:

$$F = \frac{s_{\text{major}}^2}{s_{\text{minor}}^2} \quad (98)$$

(van de twee standaarddeviaties s_R en s_C moet de grootste in de teller staan);

- d) bereken de t -waarde als volgt:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{s_C^2 / n_C + s_R^2 / n_R}} \quad (99)$$

- e) vergelijk de berekende F - en t -waarden met de kritieke F - en t -waarden op basis van het aantal tests (zie tabel 9). Raadpleeg bij een grotere steekproefomvang statistische tabellen voor 10 %-significantieniveau (90 %-betrouwbaarheidsniveau);
- f) bepaal de vrijheidsgraad (df) als volgt:

$$\text{voor de } F\text{-test: } df1 = n_R - 1, df2 = n_C - 1 \quad (100)$$

$$\text{voor de } t\text{-test: } df = (n_C + n_R - 2) / 2 \quad (101)$$

- g) bepaal de gelijkwaardigheid als volgt:
 - i) als $F < F_{\text{crit}}$ en $t < t_{\text{crit}}$, dan is het kandidaat-systeem gelijkwaardig aan het referentiesysteem van deze bijlage;
 - ii) als $F \geq F_{\text{crit}}$ of $t \geq t_{\text{crit}}$, dan verschilt het kandidaat-systeem van het referentiesysteem van deze bijlage.

Tabel 9

t- en F-waarden op basis van steekproefomvang

Steekproefomvang	F-test		t-test	
	df	F_{crit}	df	t_{crit}
7	6,6	3,055	6	1,943
8	7,7	2,785	7	1,895
9	8,8	2,589	8	1,860
10	9,9	2,440	9	1,833

AANHANGSEL 5

CONTROLE OP DE KOOLSTOFSTROOM

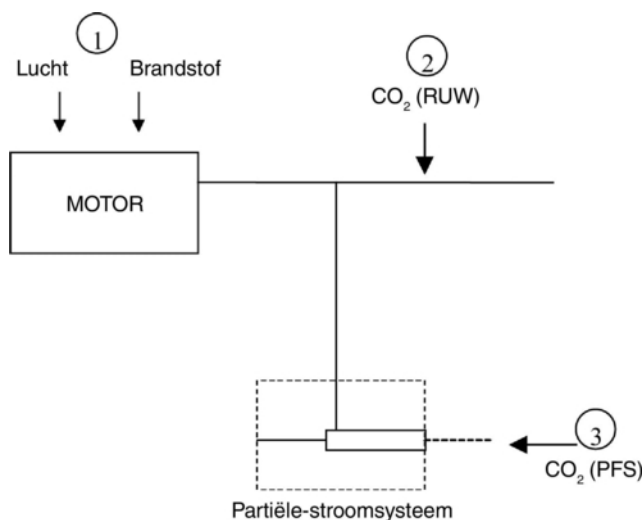
A.5.1. Inleiding

Vrijwel alle koolstof in het uitlaatgas is afkomstig van de brandstof, en op een minimaal gedeelte na is deze in het uitlaatgas aanwezig als CO₂. Dit vormt de basis voor een op CO₂-metingen gebaseerde controle van het systeem.

De stroom van koolstof in de uitlaatgasmeetsystemen is afhankelijk van de brandstofstroom. De koolstofstroom bij verschillende bemonsteringspunten in emissie- en deeltjesbemonsteringsystemen is afhankelijk van de CO₂-concentraties en de gasstromen op deze punten.

De motor is dus een bekende bron van koolstofstroom, en door observatie van dezelfde koolstofstroom in de uitlaatpijp en bij de uitlaat van het partiële-stroom-PM-bemonsteringssysteem kan de lekvrijheid en de nauwkeurigheid van de stroommeting worden gecontroleerd. Het voordeel van deze controle is dat de onderdelen wat temperatuur en stroom betreft onder werkelijke motortestomstandigheden werken.

In figuur 18 worden de bemonsteringspunten getoond waar de koolstofstromen moeten worden gecontroleerd. De specifieke vergelijkingen voor de koolstofstroom bij elk van de bemonsteringspunten worden beneden aangegeven.



Figuur 18

Meetpunten voor controle op de koolstofstroom

A.5.2. Koolstofstroom naar de motor (plaats 1)

Het koolstofmassadebiet naar de motor voor brandstof CH_αO_ε wordt weergegeven door de volgende vergelijking:

$$q_{mCf} = \frac{12\beta}{12\beta + \alpha + 16\varepsilon} \times q_{mf} \quad (102)$$

waarin:

q_{mf} het brandstofmassadebiet (kg/s).

A.5.3. Koolstofstroom in het ruwe uitlaatgas (plaats 2)

Het koolstofmassadebiet in de uitlaatpijp van de motor wordt bepaald op basis van de concentratie van ruw CO₂ en het uitlaatgasmassadebiet:

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_e} \quad (103)$$

waarin:

$c_{CO_2,r}$ de concentratie van natte CO₂ in het ruwe uitlaatgas (%);

$c_{CO_2,a}$ de concentratie van natte CO₂ in de omgevingslucht (%);

q_{mew} het uitlaatgasmassadebiet op natte basis (kg/s);

M_e de molaire massa van het uitlaatgas (g/mol).

Indien de concentratie CO₂ op droge basis is gemeten, wordt zij overeenkomstig punt 8.1 omgezet in een concentratie op natte basis.

A.5.4. Koolstofstroom in het verdunningssysteem (plaats 3)

Bij een partiële-stroomverdunningssysteem moet ook met de splitsingsverhouding rekening worden gehouden. De koolstofstroom wordt vastgesteld op basis van de concentratie van verdund CO₂, het uitlaatgasmassadebiet en het monsterstroomdebiet:

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{CO_2,d} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (104)$$

waarin:

$c_{CO_2,d}$ de concentratie van natte CO₂ in het verdunde uitlaatgas bij de uitlaat van de verdunnings-tunnel (%);

$c_{CO_2,a}$ de concentratie van natte CO₂ in de omgevingslucht (%);

q_{mew} het uitlaatgasmassadebiet op natte basis (kg/s);

q_{mp} de bemonsteringsstroom van het uitlaatgas naar het partiële-stroomverdunningssysteem (kg/s);

M_e de molaire massa van het uitlaatgas (g/mol).

Indien de concentratie CO₂ op droge basis is gemeten, wordt zij overeenkomstig punt 8.1 omgezet in een concentratie op natte basis.

A.5.5. Berekening van de molaire massa van het uitlaatgas

De molaire massa van het uitlaatgas wordt berekend met behulp van vergelijking 41 (zie punt 8.4.2.4).

Als alternatief kunnen 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) = 28,3 g/mol.

AANHANGSEL 6

VOORBEELD VAN DE BEREKENINGSMETHODE

A.6.1. Denormalisatieprocedure voor toerental en koppel

Als voorbeeld wordt het volgende testpunt gedenormaliseerd:

$$\% \text{ toerental} = 43 \%$$

$$\% \text{ koppel} = 82 \%$$

Gegeven zijn de volgende waarden:

$$n_{lo} = 1\,015 \text{ min}^{-1};$$

$$n_{hi} = 2\,200 \text{ min}^{-1};$$

$$n_{pref} = 1\,300 \text{ min}^{-1};$$

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

wat resulteert in:

$$\begin{aligned} \text{werkelijk toerental} &= \frac{43 \times (0,45 \times 1015 + 0,45 \times 1300 + 0,1 \times 2200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 \\ &= 1\,178 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

waarbij het maximumkoppel dat bij $1\,178 \text{ min}^{-1}$ uit de motorkarakteristiek wordt afgelezen, 700 Nm bedraagt.

$$\text{werkelijk koppel} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

A.6.2. Basisgegevens voor stoichiometrische berekeningen

Atoommassa van waterstof	1,00794 u
Atoommassa van koolstof	12,011 u
Atoommassa van zwavel	32,065 u
Atoommassa van stikstof	14,0067 u
Atoommassa van zuurstof	15,9994 u
Atoommassa van argon	39,9 u
Molaire massa van water	18,01534 g/mol
Molaire massa van kooldioxide	44,01 g/mol
Molaire massa van koolmonoxide	28,011 g/mol
Molaire massa van zuurstof	31,9988 g/mol
Molaire massa van stikstof	28,011 g/mol
Molaire massa van stikstofoxide	30,008 g/mol
Molaire massa van stikstofdioxide	46,01 g/mol
Molaire massa van zwaveldioxide	64,066 g/mol
Molaire massa van droge lucht	28,965 g/mol

Aangenomen dat er geen samendrukbaarheidseffecten zijn, kunnen alle gassen die zijn betrokken bij het proces van inlaat, verbranding en uitlaat van de motor als ideaal worden beschouwd. Volumetrische berekeningen worden daarom gebaseerd op een molair volume van 22,414 l/mol overeenkomstig de hypothese van Avogadro.

A.6.3. Gasvormige emissies (diesel)

Hieronder staan de meetgegevens van een enkel punt van de testcyclus (bij een bemonsteringsfrequentie van 1 Hz) voor de berekening van de momentane massa-emissie. In dit voorbeeld worden CO en NO_x op droge basis en HC op natte basis gemeten. De HC-concentratie wordt uitgedrukt in propaan-equivalent (C3) en moet met 3 worden vermenigvuldigd om het C1-equivalent te verkrijgen. De berekeningswijze is identiek voor de andere punten van de testcyclus.

In het rekenvoorbeeld staan ter verduidelijking afgeronde waarden voor de tussenliggende resultaten van de verschillende stappen. Opgemerkt zij dat het tijdens de daadwerkelijke berekening niet is toegestaan tussenliggende resultaten af te ronden (zie punt 8).

$T_{a,i}$ (K)	$H_{a,i}$ (g/kg)	W_{act} (kWh)	$q_{mew,i}$ (kg/s)	$q_{maw,i}$ (kg/s)	$q_{mf,i}$ (kg/s)	$c_{HC,i}$ (ppm)	$c_{CO,i}$ (ppm)	$c_{NOx,i}$ (ppm)
295	8,0	40	0,155	0,150	0,005	10	40	500

Er wordt met de volgende brandstofsamenstelling rekening gehouden:

Element	Molaire verhouding	massa-%
H	$\alpha = 1,8529$	$w_{ALF} = 13,45$
C	$\beta = 1,0000$	$w_{BET} = 86,50$
S	$\gamma = 0,0002$	$w_{GAM} = 0,050$
N	$\delta = 0,0000$	$w_{DEL} = 0,000$
O	$\varepsilon = 0,0000$	$w_{EPS} = 0,000$

Stap 1: Droog-natcorrectie (punt 8.1):

Vergelijking 16: $k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$

$$\text{Vergelijking 13: } k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1000} \right) \times 1,008 = 0,9331$$

$$\begin{aligned} \text{Vergelijking 12: } c_{CO,i}(\text{nat}) &= 40 \times 0,9331 &= 37,3 \text{ ppm} \\ c_{NOx,i}(\text{nat}) &= 500 \times 0,9331 &= 466,6 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Stap 2: Temperatuur- en vochtigheidscorrectie voor NO_x (punt 8.2.1):

$$\text{Vergelijking 23: } k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1000} + 0,832 = 0,9576$$

Stap 3: Berekening van de momentane emissie van elk afzonderlijk punt van de testcyclus (punt 8.4.2.3):

$$\begin{aligned} \text{Vergelijking 36: } m_{HC,i} &= 10 \times 3 \times 0,155 &= 4,650 \\ m_{CO,i} &= 37,3 \times 0,155 &= 5,782 \\ m_{NOx,i} &= 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 &= 69,26 \end{aligned}$$

Stap 4: Berekening van de massa-emissie gedurende de cyclus door middel van integratie van de momentane emissiewaarden en de *u*-waarden uit tabel 5 (punt 8.4.2.3):

De volgende berekening wordt aangenomen voor de WHTC-cyclus (1 800 s) en dezelfde emissie op elk punt van de cyclus.

$$\begin{aligned}
 \text{Vergelijking 36: } m_{\text{HC}} &= 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 &&= 4,01 \text{ g/test} \\
 m_{\text{CO}} &= 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 &&= 10,05 \text{ g/test} \\
 m_{\text{NOx}} &= 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 &&= 197,72 \text{ g/test}
 \end{aligned}$$

Stap 5: Berekening van de specifieke emissies (punt 8.6.3):

$$\begin{aligned}
 \text{Vergelijking 69: } e_{\text{HC}} &= 4,01 / 40 &&= 0,10 \text{ g/kWh} \\
 e_{\text{CO}} &= 10,05 / 40 &&= 0,25 \text{ g/kWh} \\
 e_{\text{NOx}} &= 197,72 / 40 &&= 4,94 \text{ g/kWh}
 \end{aligned}$$

A.6.4. Deeltjesemissie (diesel)

$P_{b,b}$ (kPa)	$P_{b,a}$ (kPa)	W_{act} (kWh)	$q_{\text{mew},i}$ (kg/s)	$q_{\text{mf},i}$ (kg/s)	$q_{\text{mdw},i}$ (kg/s)	$q_{\text{mdew},i}$ (kg/s)	$m_{\text{uncor},b}$ (mg)	$m_{\text{uncor},a}$ (mg)	m_{sep} (kg)
99	100	40	0,155	0,005	0,0015	0,0020	90,0000	91,7000	1,515

Stap 1: Berekening van m_{edf} (punt 8.4.3.2.2):

$$\begin{aligned}
 \text{Vergelijking 48: } r_{d,i} &= \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} &&= 4 \\
 \text{Vergelijking 47: } q_{\text{medf},i} &= 0,155 \times 4 &&= 0,620 \text{ kg/s} \\
 \text{Vergelijking 46: } m_{\text{edf}} &= \sum_{i=1}^{1800} 0,620 &&= 1\,116 \text{ kg/test}
 \end{aligned}$$

Stap 2: Correctie voor opwaartse druk van de deeltjesmassa (punt 8.3)

Vóór de test:

$$\begin{aligned}
 \text{Vergelijking 26: } \rho_{a,b} &= \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &&= 1,164 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Vergelijking 25: } m_{f,T} &= 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164 / 8000)}{(1 - 1,164 / 2300)} &&= 90,0325 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Na de test:

$$\begin{aligned}
 \text{Vergelijking 26: } \rho_{a,a} &= \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &&= 1,176 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Vergelijking 25: } m_{f,G} &= 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176 / 8000)}{(1 - 1,176 / 2300)} &&= 91,7334 \text{ mg} \\
 \text{Vergelijking 27: } m_p &= 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} &&= 1,7009 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Stap 3: Berekening van de deeltjesmassa-emissie (punt 8.4.3.2.2):

$$\text{Vergelijking 45: } m_{\text{PM}} = \frac{1,7009 \times 1116}{1,515 \times 1000} = 1,253 \text{ g/test}$$

Stap 4: Berekening van de specifieke emissie (punt 8.6.3):

$$\text{Vergelijking 69: } e_{\text{PM}} = 1,253 / 40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

AANHANGSEL 7

INSTALLATIE VAN APPARATUUR EN HULPAPPARATUUR VOOR DE EMISSIE TEST

Nummer	Hulpapparatuur	Gemonteerd voor de emissie test
1	Inlaatsysteem	
	Inlaatspruitstuk	Ja
	Emissiebeperkingsstelsel van het motorcarter	Ja
	Controlevoorzieningen voor dubbel inlaatspruitstuk	Ja
	Luchtstromingsmeter	Ja
	Luchtinlaatleidingen	Ja, of meetcelapparatuur
	Luchtfilter	Ja, of meetcelapparatuur
	Aanzuigdemper	Ja, of meetcelapparatuur
	Snelheidsbegrenzer	Ja
2	Voorverwarmingssysteem van het inlaatspruitstuk	Ja, indien mogelijk moet dit systeem in de gunstigste stand worden gezet
3	Uitlaatsysteem	
	Uitlaatspruitstuk	Ja
	Leidingen	Ja
	Geluiddemper	Ja
	Uitlaatpijp	Ja
	Uitlaatremsysteem	Neen, of volledig open
	Drukvoorziening	Ja
4	Brandstofpomp	Ja
5	Uitrusting voor gasmotoren	
	Elektronisch regelsysteem, luchtstromingsmeter enz.	Ja
	Drukverlager	Ja
	Verdamper	Ja
	Menger	Ja
6	Brandstofinspuiting	
	Voorfilter	Ja
	Filter	Ja
	Pomp	Ja
	Hogedrukleiding	Ja
	Verstuiver	Ja
	Luchtinlaatklep	Ja
	Elektronisch regelsysteem, sensoren enz.	Ja
	Regulateur/regelsysteem	Ja
	Automatische vollastaanslag van de regelstang, afhankelijk van de luchtdruk	Ja
7	Vloeistofkoeling	
	Radiator	Neen
	Ventilator	Neen
	Ventilatorhuis	Neen
	Waterpomp	Ja
	Thermostaat	Ja, mag in volledig geopende stand zijn gemonteerd

Nummer	Hulpapparatuur	Gemonteerd voor de emissietest
8	Luchtkoeling Behuizing Ventilator of aanjager Temperatuurregelsysteem	Neen Neen Neen
9	Elektrische apparatuur Generator Spoel(en) Bedrading Elektronisch regelsysteem	Neen Ja Ja Ja
10	Drukvlapparatuur Direct door de motor en/of door de uitlaatgassen aangedreven compressor Tussenkoeler Pomp of ventilator van de koelinrichting (aangedreven door de motor) Debietregelsysteem voor het koelmiddel	Ja Ja, of meetcelsysteem Neen Ja
11	Inrichting tegen luchtverontreiniging (uitlaatgasnabehandelingssysteem)	Ja
12	Startuitrusting	Ja, of meetcelsysteem
13	Oliepomp	Ja"

Bijlage 9B wordt als volgt gewijzigd:

De titel komt als volgt te luiden:

„TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN VOOR BOORDDIAGNOSESYSTEMEN (OBD-SYSTEMEN)”.

Punt 1 komt als volgt te luiden:

„1. TOEPASSELIJKHEID

Deze bijlage is van toepassing op motoren op diesel of op gas (aardgas of lpg) die bestemd zijn voor montage in wegvoertuigen, maar niet op motoren die geschikt zijn voor verschillende soorten brandstof (dual-fuel- of bi-fuelmotoren).

Opmerking: De overeenkomstsluitende partijen kunnen besluiten dat bijlage 9B van toepassing is in plaats van bijlage 9B, op voorwaarde dat bijlage 4B eveneens wordt toegepast. Wanneer een overeenkomstsluitende partij besluit deze bijlage toe te passen, kunnen bepaalde voorschriften van bijlage 9A op uitdrukkelijk verzoek van die overeenkomstsluitende partij echter van toepassing blijven, op voorwaarde dat deze voorschriften niet in strijd zijn met de specificaties van deze bijlage.”.

Punt 3.35 komt als volgt te luiden:

„3.35. „Warmloopcyclus”: het laten draaien van de motor totdat de temperatuur van de koelvloeistof met ten minste 22 K (22 °C / 40 °F) is toegenomen sinds het moment van starten en een waarde van ten minste 333 K (60 °C / 140 °F) heeft bereikt (²).”

Punt 3.36 komt als volgt te luiden:

„3.36. Afkortingen

CV	Carterventilatie (Crankcase Ventilation)
DOC	Dieseloxidatiekatalysator (Diesel Oxidation Catalyst)
DPF	Dieseldeeltjesfilter (Diesel Particulate Filter) of deeltjesvanger inclusief dieseldeeltjesfilters met katalysator en continu regenererende vangere (Continuously Regenerating Traps - CRT)
DTC	Diagnostische foutcode (Diagnostic Trouble Code)
EGR	Uitlaatgasrecirculatie (Exhaust Gas Recirculation)
HC	Koolwaterstof (Hydrocarbon)
LNT	NO _x -vanger (of NO _x -absorberende inrichting)
Lpg	Vloeibaar petroleumgas
MECS	Emissiebeperkingsstrategie bij storing (Malfunction Emission Control Strategy)
NG	Aardgas
NO _x	Stikstofoxiden
OTL	OBD-grenswaarde (OBD Threshold Limit)
PM	Deeltjesmateriaal (Particulate Matter)
SCR	Selectieve katalytische reductie (Selective Catalytic Reduction)
SW	Ruitenwissers (Screen Wipers)
TFF	Bewaking van volledige functionele storing (Total Functional Failure monitoring)
VGT	Turbocompressor met variabele geometrie (Variable Geometry Turbocharger)
VVT	Variabele klepafstelling (Variable Valve Timing)”

Punt 4.3 komt als volgt te luiden:

„4.3. Voorschriften voor het registreren van boorddiagnose-informatie

Wanneer een storing ...

Wanneer een bevestigde en actieve storing niet meer tijdens een volledige werkvolgorde door het systeem wordt opgespoord, wordt bij het begin van de volgende werkvolgorde de voorheen actieve status toegekend en blijft deze status behouden totdat de boorddiagnose-informatie over deze storing overeenkomstig punt 4.4 wordt gewist door een scanner of gewist uit het computergeheugen.”.

Punt 4.7.1.2, onder l) (niet van toepassing op de Nederlandse taalversie).

Punt 5.2.3 wordt als volgt gewijzigd:

„5.2.3. Laag brandstofniveau

Fabrikanten mogen toestemming vragen om bewakingssystemen te deactiveren die hinder ondervinden van een laag brandstofniveau, een lage brandstofdruk of een vrijwel lege brandstoftank (bijv. diagnose van een storing in de brandstoftoevoer of ontstekingsfouten), overeenkomstig het volgende schema:

	DIESEL	GAS	
		NG	LPG
a) Het lage brandstofniveau waarbij een dergelijke deactivering mag plaatsvinden, mag niet meer dan 100 liter of 20 % van de nominale capaciteit van de brandstoftank bedragen, afhankelijk van wat lager is.	X		X
b) De lage brandstofdruk in de tank waarbij een dergelijke deactivering mag plaatsvinden, mag niet meer dan 20 % van de nominale brandstofdruk in de tank bedragen.		X	

Het volgende nieuwe punt 5.2.8 wordt toegevoegd:

„5.2.8. Tanken

De fabrikant van een voertuig op gas mag het OBD-systeem na het tanken tijdelijk uitschakelen, indien het systeem zich moet aanpassen aan een wijziging in de kwaliteit en samenstelling van de brandstof die door de elektronische regeleenheid wordt vastgesteld.

Zodra de nieuwe brandstof is vastgesteld en de motorparameters zijn aangepast, wordt het OBD-systeem weer ingeschakeld. Het systeem mag niet langer dan 10 minuten uitgeschakeld zijn.”.

Punt 6 komt als volgt te luiden (er wordt een nieuw punt d) toegevoegd):

„6. DEMONSTRATIEVOORSCHRIFTEN

...

d) procedure voor het selecteren van de referentiebrandstof bij gasmotoren.”.

Punt 6.3 komt als volgt te luiden:

„6.3. Procedures voor het aantonen van de prestaties van het boorddiagnosesysteem

De fabrikant dient ...

In de volgende punten worden de vereisten beschreven voor het aantonen van de prestaties van het boorddiagnosesysteem, inclusief de testeisen. Het aantal tests moet vier keer zo groot zijn als het aantal motorfamilie binnen de familie van boorddiagnosesystemen voor emissies dat wordt geëvalueerd, maar er moeten ten minste acht tests worden uitgevoerd.

De geselecteerde bewakingsfuncties moeten op evenwichtige wijze de in punt 4.2 genoemde verschillende soorten bewaking (d.w.z. bewaking van de emissiegrens, bewaking van prestaties, bewaking van volledige functionele storingen of onderdeelbewaking) weerspiegelen. De geselecteerde bewakingsfuncties moeten bovendien op evenwichtige wijze de in aanhangsel 3 van deze bijlage vermelde verschillende punten weerspiegelen.”.

Punt 6.3.2 komt als volgt te luiden (ook voetnoot 10 wordt gecorrigeerd):

„6.3.2. Procedures voor kwalificatie van een beschadigd onderdeel (of systeem)

Dit punt is van toepassing op de gevallen waarin de voor een OBD-demonstratietest geselecteerde storing wordt bewaakt middels uitlaatgasemissies ⁽¹⁰⁾ (bewaking van emissiegrens — zie punt 4.2) en de fabrikant aan de hand van een emissietest de kwalificatie van het beschadigde onderdeel moet aantonen.

⁽¹⁰⁾ Dit punt wordt later uitgebreid tot andere bewakingsfuncties dan die voor emissiegrenzen.”.

Het volgende nieuwe punt 6.5 wordt ingevoegd:

„6.5. Procedure voor het selecteren van de referentiebrandstof bij gasmotoren

Voor het aantonen van de OBD-prestaties en de storingsindeling moet een van de in bijlage 5 vermelde referentiebrandstoffen worden gebruikt, waarvoor de motor is ontworpen.

Deze referentiebrandstof wordt gekozen door de typegoedkeuringsinstantie, die het testlaboratorium voldoende tijd geeft om de gekozen referentiebrandstof te verstrekken.”.

Punt 7.2 komt als volgt te luiden:

„7.2. Toepasselijke tests

In de context van deze bijlage:

- a) is de emissietest de testcyclus die bij de kwalificatie van een beschadigd onderdeel of systeem wordt gebruikt voor het meten van de aan voorschriften onderworpen emissies;
- b) is de OBD-testcyclus de testcyclus die wordt gebruikt om aan te tonen dat de OBD-bewaking storingen kan opsporen.”.

Punt 7.2.2 komt als volgt te luiden: (de woorden „wereldwijd geharmoniseerde” worden geschrapt):

„7.2.2. OBD-testcyclus

De OBD-testcyclus die in deze bijlage aan de orde is, is het warme gedeelte van de WHTC zoals beschreven in bijlage 4B.

Op verzoek van de fabrikant en met goedkeuring van de typegoedkeuringsinstantie kan voor een specifieke bewakingsfunctie een alternatieve OBD-testcyclus worden gebruikt (bijv. het koude gedeelte van de WHTC). In de aanvraag moet documentatie (technische overwegingen, simulatie, testresultaten enz.) worden opgenomen waaruit blijkt dat:

- a) de aangevraagde testcyclus om de bewakingsfunctie aan te tonen onder normale verkeersomstandigheden wordt uitgevoerd, en
- b) het warme gedeelte van de WHTC voor de bewakingsfunctie in kwestie minder geschikt is (bijv. bewaking van vloeistofverbruik).”.

Punt 8.1.3 wordt als volgt gecorrigeerd:

„8.1.3. Documentatie met betrekking tot de familie van boorddiagnosesystemen voor emissies

...

Daarnaast verstrekt de fabrikant een overzicht van alle elektronische ingangs- en uitgangssignalen en identificatie van het communicatieprotocol dat door iedere familie van boorddiagnosesystemen voor emissies wordt gebruikt.”.

Bijlage 9B, aanhangsel 2, eerste alinea, komt als volgt te luiden:

„In dit aanhangsel worden de voorschriften zoals uiteengezet in de punten 4.3 en 4.6.5 van deze bijlage geïllustreerd.”.

Bijlage 9B, aanhangsel 3, komt als volgt te luiden (er wordt ook een nieuw punt 15 ingevoegd):

„BEWAKINGSVOORSCHRIFTEN

In dit aanhangsel wordt een overzicht gegeven van de systemen of onderdelen die overeenkomstig punt 4.2 door het boorddiagnosesysteem moeten worden bewaakt. Tenzij anders is bepaald, zijn de voorschriften op zowel diesel- als gasmotoren van toepassing.

PUNT 1

BEWAKING VAN ELEKTRISCHE/ELEKTRONISCHE ONDERDELEN

Op elektrische en elektronische onderdelen waarmee de emissiebeperkingsystemen zoals beschreven in dit aanhangsel worden gereguleerd of bewaakt, moet overeenkomstig punt 4.2 van deze bijlage onderdeelbewaking worden toegepast. Dit geldt onder meer voor druk- en temperatuursensoren, uitlaatgassensoren en zuurstofsensoren, indien aanwezig, klopsensoren, brandstof- of reagensinjector(en) in de uitlaat, verbranders of verwarmingselementen in de uitlaat, gloeibougies en inlaatluchtverwarmers.

Als er een feedbackregelkring aanwezig is, bewaakt het boorddiagnosesysteem de capaciteit van het systeem om deze feedbackregeling te handhaven overeenkomstig het ontwerp (bijv. om de feedbackregeling binnen een door de fabrikant opgegeven tijdsinterval toe te passen, het systeem slaagt er niet in de feedbackregeling te handhaven, de feedbackregeling heeft alle door de fabrikant toegestane aanpassingen opgebruikt) — onderdeelbewaking.

Opmerking: Deze voorschriften gelden voor alle elektrische en elektronische onderdelen, ook als zij bij een van de in de andere punten van dit aanhangsel beschreven bewakingsfuncties horen.

PUNT 2

DIESELDEELTJESFILTERSYSTEEM (DPF-SYSTEEM)

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het DPF-systeem op motoren die hiermee zijn uitgerust:

- a) onderlaag van het dieseldeeltjesfilter: de aanwezigheid van de onderlaag van het dieseldeeltjesfilter — bewaking van volledige functionele storing;
- b) prestaties van het dieseldeeltjesfilter: verstopping van het dieseldeeltjesfilter — volledige functionele storing;
- c) prestaties van het dieseldeeltjesfilter: filter- en regeneratieprocessen (bijv. cumulatie van deeltjes tijdens het filterproces en verwijdering van deeltjes tijdens een geforceerd regeneratieproces) — prestatiebewaking (bijv. beoordeling van meetbare eigenschappen van het dieseldeeltjesfilter zoals tegendruk of drukverschil, waardoor mogelijk niet alle storingscondities worden opgespoord die een doeltreffend functioneren van de deeltjesvang in de weg staan).

PUNT 3

BEWAKING VAN DE SELECTIEVE KATALYTISCHE REDUCTIE (SCR)

In de zin van dit punt vallen andere inrichtingen voor NO_x-absorptie ook onder selectieve katalytische reductie. Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het SCR-systeem op motoren die hiermee zijn uitgerust:

- a) injectiesysteem voor actief/intrusief reagens: de capaciteit van het systeem om de toevoer van een reagens op de juiste wijze te reguleren, via injectie in de uitlaat of injectie in de cilinder — prestatiebewaking;
- b) actief/intrusief reagens: de beschikbaarheid aan boord van het reagens, juist verbruik van het reagens wanneer een ander reagens dan brandstof wordt gebruikt (bijv. ureum) — prestatiebewaking;
- c) actief/intrusief reagens: voor zover mogelijk de kwaliteit van het reagens wanneer een ander reagens dan brandstof wordt gebruikt (bijv. ureum) — prestatiebewaking;
- d) efficiëntie van omzetting van de SCR-katalysator: de capaciteit van de SCR-katalysator om NO_x om te zetten — bewaking van de emissiegrens.

PUNT 4

BEWAKING VAN DE NO_x-VANGER OF DE NO_x-ABSORBERENDE INRICHTING (LNT)

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het LNT-systeem op motoren die hiermee zijn uitgerust:

- a) de capaciteit van het LNT-systeem om NO_x te absorberen/op te slaan en om te zetten — prestatiebewaking;
- b) injectiesysteem voor actief/intrusief reagens van het LNT-systeem: de capaciteit van het systeem om de toevoer van een reagens op de juiste wijze te reguleren, via injectie in de uitlaat of injectie in de cilinder — prestatiebewaking.

PUNT 5

BEWAKING VAN DE OXYDATIEKATALYSATOREN (WAARONDER DIESELOXYDATIEKATALYSATOREN — DOC)

Dit punt is van toepassing op oxidatiekatalysatoren die los staan van andere nabehandelingssystemen. Katalysatoren die deel uitmaken van de behuizing van een nabehandelingssysteem komen in het desbetreffende punt van dit aanhangsel aan de orde.

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van oxidatiekatalysatoren op motoren die hiermee zijn uitgerust:

- a) efficiëntie van HC-omzetting: de capaciteit van de oxidatiekatalysator om HC vóór andere nabehandeling-sinrichtingen om te zetten — bewaking van volledige functionele storing;
- b) efficiëntie van HC-omzetting: de capaciteit van de oxidatiekatalysator om HC na andere nabehandeling-sinrichtingen om te zetten — bewaking van volledige functionele storing.

PUNT 6

BEWAKING VAN HET UITLAATGASRECIRCULATIESYSTEEM (EGR)

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het EGR-systeem op motoren die hiermee zijn uitgerust:

	DIESEL	GAS
(a1) lage/hoge EGR-stroom: de capaciteit van het EGR-systeem om de uitlaatgasrecirculatie op het opgedragen debiet te houden en zowel omstandigheden van te laag debiet als te hoog debiet op te sporen — bewaking van de emissiegrens	X	
(a2) lage/hoge EGR-stroom: de capaciteit van het EGR-systeem om de uitlaatgasrecirculatie op het opgedragen debiet te houden en zowel omstandigheden van te laag debiet als te hoog debiet op te sporen — bewaking van de emissiegrens (bewakingsvoorschriften moeten nog nader worden besproken)		X
b) trage reactie van de EGR-actuator: de capaciteit van het EGR-systeem om het opgedragen debiet te bewerkstelligen binnen een door de fabrikant opgegeven tijdsinterval na de opdracht — prestatiebewaking	X	X
c) prestaties van de EGR-koeler: de capaciteit van de EGR-koeler om de door de fabrikant opgegeven koelingsprestatie te bereiken — prestatiebewaking	X	X

PUNT 7

BEWAKING VAN HET BRANDSTOFSYSTEEM

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het brandstofsysteem op motoren die hiermee zijn uitgerust:

	DIESEL	GAS
a) drukregeling van het brandstofsysteem: de capaciteit van het brandstofsysteem om de opgedragen brandstofdruk te bewerkstelligen in een gesloten systeem — prestatiebewaking	X	
b) drukregeling van het brandstofsysteem: de capaciteit van het brandstofsysteem om de opgedragen brandstofdruk te bereiken in een gesloten systeem wanneer het systeem zodanig is geconstrueerd dat de druk onafhankelijk van andere parameters kan worden geregeld — prestatiebewaking	X	
c) brandstofinspuitingstijd: de capaciteit van het brandstofsysteem om de opgedragen brandstofinspuitingstijd te bereiken voor ten minste een van de injectiegebeurtenissen wanneer de motor is uitgerust met de juiste sensoren — prestatiebewaking	X	
d) brandstofinspuitsysteem: capaciteit om de gewenste lucht-brandstofverhouding te behouden (betreft ook, maar niet uitsluitend, automatische aanpassingsfuncties) — prestatiebewaking		X

PUNT 8

BEWAKING VAN HET SYSTEEM VOOR LUCHTBEHANDELING EN DE TURBOCOMPRESSOR/COMPRESSORDRUKREGELING

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het systeem voor luchtbehandeling en de turbocompressor/compressordrukregeling op motoren die hiermee zijn uitgerust:

	DIESEL	GAS
(a1) onder-/bovendruk turbocompressor: de capaciteit van de turbocompressor om de opgedragen compressordruk te handhaven en zowel omstandigheden van te lage compressordruk als te hoge compressordruk op te sporen — bewaking van de emissiegrens	X	
(a2) onder-/bovendruk turbocompressor: de capaciteit van de turbocompressor om de opgedragen compressordruk te handhaven en zowel omstandigheden van te lage compressordruk als te hoge compressordruk op te sporen — prestatiebewaking (bewakingsvoorschriften moeten nog nader worden besproken)		X
b) trage reactie van de turbocompressor met variabele geometrie: de capaciteit van de turbocompressor met variabele geometrie om de opgedragen geometrie binnen een door de fabrikant opgegeven tijd te bewerkstelligen — prestatiebewaking	X	X
c) tussenkoeling: efficiëntie van de tussenkoeler — volledige functionele storing	X	X

PUNT 9

BEWAKING VAN HET SYSTEEM VOOR VARIABELE KLEPAFSTELLING (VVT)

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van het systeem voor variabele klepafstelling op motoren die hiermee zijn uitgerust:

- a) fout in de VVT-streefwaarde: de capaciteit van het VVT-systeem om de opgedragen klepafstelling te bewerkstelligen — prestatiebewaking;
- b) trage reactie van VVT: de capaciteit van het VVT-systeem om de opgedragen klepafstelling te bewerkstelligen binnen een door de fabrikant opgegeven tijdsinterval na de opdracht — prestatiebewaking.

PUNT 10

BEWAKING VAN ONTSTEKINGSFOUTEN

	DIESEL	GAS
a) geen voorschriften	X	
b) ontstekingsfouten waardoor de katalysator beschadigd kan worden (bijv. door bewaking van een bepaald percentage ontstekingsfouten binnen een bepaald tijdsbestek) — prestatiebewaking (bewakingsvoorschrift moet, samen met de punten 6 en 8, nog nader worden besproken)		X

PUNT 11

BEWAKING VAN HET CARTERVENTILATIESYSTEEM

Geen voorschriften.

PUNT 12

BEWAKING VAN HET MOTORKOELSYSTEEM

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van het motorkoelsysteem:

- a) temperatuur motorkoelvloeistof (thermostaat): open thermostaat: fabrikanten behoeven de thermostaat niet te bewaken als andere OBD-bewakingsfuncties niet door deze storing worden uitgeschakeld — volledige functionele storing.

Fabrikanten behoeven de temperatuur of temperatuursensor van de koelvloeistof van de motor niet te bewaken als de temperatuur of de temperatuursensor van de koelvloeistof van de motor niet wordt gebruikt voor het inschakelen van een gesloten systeem/feedbackregeling van emissiebeperkingsystemen en/of geen andere bewakingsfuncties uitschakelt.

Fabrikanten kunnen de bewakingsfunctie opschorten of vertragen gedurende de tijd die nodig is om de temperatuur voor een gesloten systeem te bereiken, als de motor zich in omstandigheden bevindt die tot een foute diagnose kunnen leiden (bijv. de motor draait meer dan 50-75 % van de warmlooptijd stationair).

PUNT 13

BEWAKING VAN UITLAATGAS- EN ZUURSTOFSENSOREN

Het boorddiagnosesysteem moet het volgende bewaken:

	DIESEL	GAS
a) de juiste werking van de elektrische elementen van de uitlaatgassensoren op motoren die hiermee zijn uitgerust overeenkomstig punt 1 van dit aanhangsel — onderdeelbewaking	X	X
b) de primaire en de secundaire (controle van de brandstof) zuurstofsensoren. Deze sensoren worden beschouwd als uitlaatgassensoren waarvan de goede werking overeenkomstig punt 1 van dit aanhangsel moeten worden bewaakt — onderdeelbewaking		X

PUNT 14

BEWAKING VAN HET REGELSYSTEEM VOOR HET STATIONAIRE TOERENTAL

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de elektrische elementen van de regelsystemen voor het stationaire toerental op motoren die hiermee zijn uitgerust overeenkomstig punt 1 van dit aanhangsel.

PUNT 15

DRIEWEGKATALYSATOR

Het boorddiagnosesysteem bewaakt de juiste werking van de volgende elementen van dieseloxydatiekatalysatoren op motoren die hiermee zijn uitgerust:

	DIESEL	GAS
a) efficiëntie van de omzetting van de driewegkatalysator: de capaciteit van de katalysator om NO _x en CO om te zetten — prestatiebewaking		X"

Bijlage 9B, aanhangsel 4, wordt als volgt gewijzigd:

„Rapport over de overeenstemming met de technische voorschriften

Dit rapport ...

DEFINITIEF RAPPORT OVER DE OVEREENSTEMMING

Het documentatiepakket en het onderhavige boorddiagnosesysteem of de onderhavige familie van boorddiagnosesystemen voor emissies voldoen aan de voorschriften van het volgende reglement:

Reglement ... / versie ... / datum van inwerkingtreding / soort brandstof ...

...”.

Bijlage 9B, aanhangsel 4, punt 4, onder 1.1, tabel, regel „Testinformatie”: „Testbrandstof” wordt vervangen door „Referentiebrandstof”.

Bijlage 9B, aanhangsel 5, tabel 3, komt als volgt te luiden:

„Tabel 3

Optionele informatie, indien gebruikt door het emissie- of boorddiagnosesysteem voor het in- of uitschakelen van OBD-informatie

	Foutcontext	Datastream
Brandstofniveau of brandstofdruk in de tank (in voorkomend geval)	X	X
Temperatuur van de motorolie	X	X
Snelheid van het voertuig	X	X
Status van de aanpassing aan de brandstofkwaliteit (actief / niet-actief) bij gasmotoren		X
Spanning van het computersysteem voor regeling van de motor (voor de belangrijkste controlechip)	X	X"

Bijlage 9B, aanhangsel 5, tabel 4, komt als volgt te luiden:

„Tabel 4

Optionele informatie, indien de motor daartoe is uitgerust of de gegevens opneemt of berekent:

	Foutcontext	Datastream
Absolute stand van de gasklep ...	X	X
...		
Uitgangssignaal zuurstofsensor		X
Uitgangssignaal secundaire zuurstofsensor (indien aanwezig)		X
Uitgangssignaal NO _x -sensor		X"

De volgende nieuwe bijlage 9C wordt toegevoegd:

„BIJLAGE 9C

Technische voorschriften voor de beoordeling van de prestaties tijdens het gebruik van boorddiagnosesystemen (OBD-systemen)

1. TOEPASSELIJKHEID

De huidige versie van deze bijlage is alleen van toepassing op wegvoertuigen met een dieselmotor.

2. (Gereserveerd)

3. DEFINITIES

3.1. „Verhouding van de prestaties tijdens het gebruik”

De verhouding van de prestaties tijdens het gebruik (in-use performance ratio, IUPR) van een specifieke bewakingsfunctie m van het OBD-systeem is: $IUPR_m = \text{teller}_m / \text{noemer}_m$.

3.2. „Teller”:

De teller van een specifieke bewakingsfunctie m (teller_m) is een variabele die aangeeft hoe vaak een voertuig heeft gewerkt terwijl alle voor de detectie van een storing door die bewakingsfunctie vereiste bewakingsomstandigheden zich voordeden.

3.3. „Noemer”

De noemer van een specifieke bewakingsfunctie m (noemer_m) is een variabele die het aantal voertuigrritten aangeeft, rekening houdend met de specifieke voorwaarden voor die bewakingsfunctie.

3.4. „Algemene noemer”

De algemene noemer is een variabele die aangeeft hoe vaak een voertuig heeft gewerkt, rekening houdend met de algemene voorwaarden.

3.5. „Telfunctie voor het aantal ontstekingscycli”

De telfunctie voor het aantal ontstekingscycli is een variabele die aangeeft hoe vaak de motor van het voertuig is gestart.

3.6. „Starten van de motor”

Het starten van de motor omvat het contact maken, het aanslingeren en het starten van de verbranding en eindigt wanneer de motor een toerental bereikt dat 150 min^{-1} onder het normale stationaire toerental met opgewarmde motor ligt.

3.7. „Rijcyclus”

Een rijcyclus omvat het starten van de motor, een bedrijfsperiode, het uitschakelen van de motor en de periode totdat de motor opnieuw wordt gestart.

3.8. Afkortingen

IUPR Verhouding van de prestaties tijdens het gebruik (in-use performance ratio)

$IUPR_m$ Verhouding van de prestaties tijdens het gebruik van een specifieke bewakingsfunctie m

4. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

Het boorddiagnosesysteem moet de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik van de in dit punt genoemde OBD-bewakingsfuncties kunnen bijhouden en vastleggen (punt 6), in een computergeheugen kunnen opslaan en op verzoek buiten het voertuig kunnen doorgeven (punt 7).

De gegevens over de prestaties tijdens het gebruik van een bewakingsfunctie omvatten de teller en de noemer waarmee de verhouding van de prestaties tijdens het gebruik (IUPR) kan worden berekend.

4.1. IUPR-bewakingsfuncties

4.1.1. Groepen bewakingsfuncties

De fabrikanten moeten softwarealgoritmen in het boorddiagnosesysteem opnemen om de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik van de in aanhangsel 1 van deze bijlage vermelde groepen bewakingsfuncties individueel bij te houden en te rapporteren.

De fabrikanten zijn niet verplicht softwarealgoritmen in het boorddiagnosesysteem op te nemen om de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik van bewaking die permanent geschiedt, zoals beschreven in punt 4.2.3 van bijlage 9B, individueel bij te houden en te rapporteren indien deze bewakingsfuncties al deel uitmaken van een van de in aanhangsel 1 van deze bijlage vermelde groepen bewakingsfuncties.

De gegevens over de prestaties tijdens het gebruik van bewakingsfuncties die betrekking hebben op verschillende uitlaatgasleidingen of cilinderbanken, moeten binnen een groep bewakingsfuncties overeenkomstig punt 6 individueel worden bijgehouden en vastgelegd en overeenkomstig punt 7 worden gerapporteerd.

4.1.2. Meervoudige bewakingsfuncties

Voor elke groep bewakingsfuncties waarover krachtens punt 4.1.1 gerapporteerd moet worden, moet het boorddiagnosesysteem overeenkomstig punt 6 de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik individueel bijhouden voor elk van de specifieke bewakingsfuncties die tot de groep behoren.

4.2. Beperking van het gebruik van gegevens over de prestaties tijdens het gebruik

Voor de statistische beoordeling van de prestaties tijdens het gebruik van het boorddiagnosesysteem van een grotere groep voertuigen, worden de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik van één voertuig gebruikt.

In tegenstelling tot andere OBD-gegevens, kunnen de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik niet worden gebruikt om conclusies over de verkeerswaardigheid van een individueel voertuig te trekken.

5. VOORSCHRIFTEN VOOR DE BEREKENING VAN VERHOUDINGEN VAN DE PRESTATIES TIJDENS HET GEBRUIK

5.1. Berekening van de verhouding van de prestaties tijdens het gebruik

Voor elke bewakingsfunctie m waarop deze bijlage betrekking heeft, wordt de verhouding van de prestaties tijdens het gebruik met de volgende formule berekend:

$$\text{IUPR}_m = \text{teller}_m / \text{noemer}_m.$$

waarbij teller_m en noemer_m overeenkomstig dit punt worden verhoogd.

5.1.1. Voorschriften voor de berekening en vastlegging van de verhouding door een systeem

Elke IUPR_m -verhouding moet een minimumwaarde van 0 en een maximumwaarde van 7,99527 hebben, met een resolutie van 0,000122 ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Deze waarde komt overeen met een maximale hexadecimale waarde van 0×FFFF met een resolutie van 0×1.

Een verhouding voor een specifiek onderdeel wordt geacht nul te zijn wanneer de waarde van de teller gelijk is aan nul en de waarde van de noemer niet gelijk is aan nul.

Een verhouding voor een specifiek onderdeel wordt geacht de maximumwaarde van 7,99527 te hebben wanneer de waarde van de noemer gelijk is aan nul of wanneer de feitelijke waarde van de teller gedeeld door de noemer hoger is dan de maximumwaarde van 7,99527.

5.2. Voorschriften voor de verhoging van de teller

De teller mag slechts een keer per rijcyclus worden verhoogd.

Uitsluitend indien tijdens één rijcyclus aan de volgende criteria wordt voldaan, wordt de teller van een specifieke bewakingsfunctie binnen 10 seconden verhoogd:

- a) er wordt voldaan aan alle bewakingsvoorwaarden die voor de detectie van een storing en de vastlegging van een potentiële diagnostische foutcode door de bewakingsfunctie van het specifieke onderdeel vereist zijn, met inbegrip van inschakelingscriteria, de aan- of afwezigheid van gerelateerde diagnostische foutcodes, voldoende bewakingstijd en prioriteitstoeckenning voor de uitvoering van diagnoses (bijv. diagnose A gaat vooraf aan diagnose B).

Opmerking: Voor het verhogen van de teller van een specifieke bewakingsfunctie hoeft het niet te volstaan dat wordt voldaan aan alle bewakingsvoorwaarden die voor de vaststelling van de afwezigheid van een storing door die bewakingsfunctie vereist zijn;

- b) voor bewakingsfuncties waarbij meerdere fasen of gebeurtenissen binnen één rijcyclus nodig zijn om een storing te detecteren, wordt voldaan aan elke bewakingsvoorwaarde die voor de voltooiing van alle gebeurtenissen vereist is;
- c) voor bewakingsfuncties die voor de identificatie van storingen worden gebruikt en pas na de vastlegging van een potentiële diagnostische foutcode worden uitgevoerd, moeten de teller en de noemer hetzelfde zijn als die van de bewakingsfunctie die de oorspronkelijke storing heeft gedetecteerd;
- d) voor bewakingsfuncties die een interventie vergen om de aanwezigheid van een storing nader te onderzoeken, mag de fabrikant de typegoedkeuringsinstantie een alternatieve wijze voorstellen om de teller te verhogen. Dit alternatief moet gelijkwaardig zijn aan de methode waarmee de teller zou worden verhoogd als een storing aanwezig zou zijn.

Voor bewakingsfuncties die geheel of gedeeltelijk plaatsvinden terwijl de motor wordt uitgeschakeld, wordt de teller verhoogd binnen 10 seconden nadat de bewakingsfunctie is voltooid tijdens het uitschakelen van de motor of tijdens de eerste 10 seconden van het starten van de motor bij de eerstvolgende rijcyclus.

5.3. Voorschriften voor de verhoging van de noemer

5.3.1. Algemene verhogingsregels

De noemer wordt een keer per rijcyclus verhoogd, als tijdens deze rijcyclus:

- a) de algemene noemer overeenkomstig punt 5.4 wordt verhoogd, en
- b) de verhoging van de noemer niet overeenkomstig punt 5.6 is geblokkeerd, en
- c) aan de aanvullende specifieke verhogingsregels in punt 5.3.2, indien van toepassing, wordt voldaan.

5.3.2. Aanvullende specifieke verhogingsregels voor bewakingsfuncties

5.3.2.1. Specifieke noemer voor verdampingssystemen (gereserveerd)

5.3.2.2. Specifieke noemer voor secundaire luchtsystemen (gereserveerd)

5.3.2.3. Specifieke noemer voor onderdelen of systemen die uitsluitend bij het starten van de motor werken

Naast de voorschriften van punt 5.3.1, onder a) en b), geldt voor de noemer(s) van bewakingsfuncties van onderdelen of systemen die uitsluitend bij het starten van de motor werken, dat deze wordt (worden) verhoogd als het onderdeel of de strategie ten minste 10 seconden ingeschakeld is.

De tijd die nodig is voor interventies aan de onderdelen of strategieën later in dezelfde rijcyclus, uitsluitend met het oog op bewaking, wordt door het boorddiagnosesysteem bij het bepalen van deze inschakelduur niet meegeteld.

5.3.2.4. Specifieke noemer voor onderdelen of systemen die niet voortdurend ingeschakeld zijn

Naast de voorschriften van punt 5.3.1, onder a) en b), geldt voor de noemer(s) van bewakingsfuncties van onderdelen of systemen die niet voortdurend ingeschakeld zijn (bijv. variabele klepafstelling (VVT) of EGR-kleppen) dat deze wordt (worden) verhoogd als het onderdeel of het systeem tijdens de rijcyclus ten minste twee keer wordt ingeschakeld (bijv. aangezet, geopend, gesloten of vergrendeld) of in totaal ten minste 10 seconden ingeschakeld is (al naar gelang van welke situatie zich het eerst voordoet).

5.3.2.5. Specifieke noemer voor dieseldeeltjesfilters

Naast de voorschriften van punt 5.3.1, onder a) en b), geldt voor de noemer(s) van bewakingsfuncties van dieseldeeltjesfilters dat deze in ten minste één rijcyclus wordt (worden) verhoogd als het voertuig in totaal ten minste 800 km heeft gereden of de motor ten minste 750 minuten heeft gedraaid sinds de noemer voor het laatst is verhoogd.

5.3.2.6. Specifieke noemer voor oxidatiekatalysatoren

Naast de voorschriften van punt 5.3.1, onder a) en b), geldt voor de noemer(s) van bewakingsfuncties van oxidatiekatalysatoren die voor de actieve regeneratie van dieseldeeltjesfilters worden gebruikt, dat deze in ten minste één rijcyclus wordt (worden) verhoogd als gedurende ten minste 10 seconden een regeneratie plaatsvindt.

5.3.2.7. Specifieke noemer voor hybride voertuigen (gereserveerd)

5.4. Voorschriften voor de verhoging van de algemene noemer

Uitsluitend indien tijdens één rijcyclus aan de volgende criteria wordt voldaan, wordt de algemene noemer binnen 10 seconden verhoogd:

- a) de gecumuleerde tijd vanaf het begin van de rijcyclus bedraagt ten minste 600 seconden, terwijl:
 - i) het voertuig op minder dan 2 500 meter boven zeeniveau blijft; en
 - ii) de omgevingstemperatuur minimaal 266 K (-7 °C) blijft bedragen; en
 - iii) de omgevingstemperatuur maximaal 308 K (35 °C) blijft bedragen;
- b) de motor draait in totaal ten minste 300 s bij een toerental van minimaal $1\,150\text{ min}^{-1}$ terwijl aan de onder a) beschreven voorwaarden wordt voldaan; in plaats van het criterium van $1\,150\text{ min}^{-1}$ mag de fabrikant de motor ook minimaal 15 % boven de berekende belasting laten draaien of het voertuig met minimaal 40 km/h laten rijden;
- c) het voertuig werkt minimaal 30 s stationair (bijv. gaspedaal losgelaten door bestuurder en voertuig rijdt met 1,6 km/h of minder of met een motortoerental van maximaal 200 min^{-1} boven het normale stationaire toerental met opgewarmde motor) terwijl aan de onder a) beschreven voorwaarden wordt voldaan.

- 5.5. Voorschriften voor het verhogen van de telfunctie voor het aantal ontstekingscycli
- De telfunctie voor het aantal ontstekingscycli wordt elke keer dat de motor wordt gestart slechts een keer verhoogd.
- 5.6. Blokkering van de verhoging van de tellers, van de noemers en van de algemene noemer
- 5.6.1. Binnen 10 seconden na de detectie van een storing (d.w.z. wanneer een potentiële of een bevestigde en actieve diagnostische foutcode wordt opgeslagen) waardoor een bewakingsfunctie wordt gedeactiveerd, blokkeert het boorddiagnosesysteem het verder verhogen van de teller en noemer van elke gedeactiveerde bewakingsfunctie.
- Wanneer de storing niet meer wordt gedetecteerd (d.w.z. wanneer de potentiële diagnostische foutcode wordt gewist door het systeem zelf of met behulp van scanapparatuur), wordt het verhogen van alle betrokken tellers en noemers binnen 10 seconden hervat.
- 5.6.2. Binnen 10 seconden nadat een energieafname-eenheid (PTO) is ingeschakeld waardoor een bewakingsfunctie overeenkomstig bijlage 9B, punt 5.2.5, wordt gedeactiveerd, blokkeert het boorddiagnosesysteem het verder verhogen van de teller en noemer van elke gedeactiveerde bewakingsfunctie.
- Wanneer de werking van de PTO wordt beëindigd, wordt het verhogen van alle betrokken tellers en noemers binnen 10 seconden hervat.
- 5.6.3. Bij een storing (d.w.z. wanneer een potentiële of een bevestigde en actieve diagnostische foutcode is opgeslagen) waardoor niet kan worden vastgesteld of aan de in punt 5.3 vermelde criteria voor noemer_m van een bewakingsfunctie *m* wordt voldaan ⁽¹⁾, blokkeert het boorddiagnosesysteem binnen 10 seconden het verder verhogen van teller_m en noemer_m.
- Het verhogen van teller_m en noemer_m moet worden hervat binnen 10 seconden nadat de storing niet meer aanwezig is (bijv. potentiële diagnostische foutcode wordt gewist door het systeem zelf of met behulp van scanapparatuur).
- 5.6.4. Bij een storing (d.w.z. wanneer een potentiële of een bevestigde en actieve diagnostische foutcode is opgeslagen) waardoor niet kan worden vastgesteld of aan de in punt 5.4 vermelde criteria voor de algemene noemer wordt voldaan ⁽²⁾, blokkeert het boorddiagnosesysteem binnen 10 seconden het verder verhogen van de algemene noemer.
- Het verhogen van de algemene noemer moet worden hervat binnen 10 seconden nadat de storing niet meer aanwezig is (bijv. potentiële diagnostische foutcode wordt gewist door het systeem zelf of met behulp van scanapparatuur).
- Het verhogen van de algemene noemer mag niet vanwege een andere voorwaarde worden geblokkeerd.
6. VOORSCHRIFTEN VOOR HET BIJHOUDEN EN VASTLEGGEN VAN GEGEVENS OVER DE PRESTATIES TIJDENS HET GEBRUIK
- Voor elke in aanhangsel 1 van deze bijlage vermelde groep bewakingsfuncties houdt het boorddiagnosesysteem de tellers en noemers van elk van de in aanhangsel 3 van bijlage 9B vermelde specifieke bewakingsfuncties die tot die groep behoren, afzonderlijk bij.
- Alleen de teller en noemer van de specifieke bewakingsfunctie met de laagste getalverhouding worden gerapporteerd.
- Indien twee of meer specifieke bewakingsfuncties dezelfde verhoudingen hebben, worden voor de specifieke groep bewakingsfuncties de teller en noemer van de specifieke bewakingsfunctie met de hoogste noemer gerapporteerd.

⁽¹⁾ bijv. snelheid van het voertuig / motortoerental / berekende belasting, omgevingstemperatuur, hoogte boven zeeniveau, stationair werken of werkingstijd.

⁽²⁾ De fabrikant mag gebruikmaken van een aanvullend OBD-display in het voertuig, zoals een monitor op het dashboard waarop gegevens over de prestaties tijdens het gebruik beschikbaar zijn. Op een dergelijk aanvullend apparaat zijn de voorschriften van deze bijlage niet van toepassing.

Om zonder vertekening de laagste verhouding van een groep te bepalen, worden alleen de bewakingsfuncties in aanmerking genomen die specifiek in die groep zijn genoemd (bijv. wanneer een NO_x-sensor wordt gebruikt om een van de in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 3 („SCR”), vermelde bewakingsfuncties te verrichten, wordt hiermee rekening gehouden in de groep bewakingsfuncties „uitlaatgassensor” en niet in de groep bewakingsfuncties „SCR”).

Het boorddiagnosesysteem moet ook de algemene noemer en de telfunctie voor het aantal ontstekingscycli bijhouden en rapporteren.

Opmerking: De fabrikanten zijn overeenkomstig punt 4.1.1 niet verplicht softwarealgoritmen in het boorddiagnosesysteem op te nemen om de tellers en noemers van bewakingsfuncties die permanent worden verricht individueel bij te houden en te rapporteren.

7. VOORSCHRIFTEN VOOR HET OPSLAAN EN DOORGEVEN VAN GEGEVENS OVER DE PRESTATIES TIJDENS HET GEBRUIK

Het doorgeven van gegevens over de prestaties tijdens het gebruik is een nieuw gebruiksgeval en is niet opgenomen in de drie bestaande gebruiksgevallen, die betrekking hebben op de aanwezigheid van mogelijke storingen.

7.1. Informatie over de prestaties tijdens het gebruik

De door het boorddiagnosesysteem vastgelegde informatie over de prestaties tijdens het gebruik moet overeenkomstig punt 7.2 door een systeem buiten het voertuig kunnen worden uitgelezen.

Op deze wijze krijgen de typegoedkeuringsinstanties gegevens over de prestaties tijdens het gebruik.

Het boorddiagnosesysteem verschaft de externe IUPR-testapparatuur alle informatie (overeenkomstig de toepasselijke norm die vermeld is in aanhangsel 6) die nodig is om de gegevens te assimileren en biedt inspecteurs de volgende informatie:

- a) het voertuigidentificatienummer (VIN);
- b) de teller en de noemer voor elke groep bewakingsfuncties, die het systeem overeenkomstig punt 6 heeft vastgelegd;
- c) de algemene noemer;
- d) de waarde van de telfunctie voor het aantal ontstekingscycli;
- e) het totale aantal bedrijfsuren van de motor.

Deze informatie kan alleen worden uitgelezen (en niet worden gewist).

7.2. Toegang tot de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik

De gegevens over de prestaties tijdens het gebruik worden uitsluitend overeenkomstig de in aanhangsel 6 van bijlage 9B vermelde normen en overeenkomstig de volgende alinea's toegankelijk gemaakt ⁽¹⁾.

Voor de toegang tot de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik mogen geen toegangscode's of andere apparaten of methoden vereist zijn die alleen de fabrikant of zijn leveranciers kunnen verstrekken. Voor de interpretatie van de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik mag geen unieke decodeerinformatie noodzakelijk zijn, tenzij die informatie algemeen beschikbaar is.

Voor de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik moet dezelfde toegangsmethode (bijv. een toegangspunt of -knoop) worden gebruikt als voor de overige OBD-informatie. Deze methode moet toegang bieden tot alle krachtens deze bijlage vereiste gegevens over de prestaties tijdens het gebruik.

⁽¹⁾ De fabrikant mag gebruikmaken van een aanvullend OBD-display in het voertuig, zoals een monitor op het dashboard waarop gegevens over de prestaties tijdens het gebruik beschikbaar zijn. Op een dergelijk aanvullend apparaat zijn de voorschriften van deze bijlage niet van toepassing

7.3. Re-initialisatie van de gegevens over de prestaties tijdens het gebruik

7.3.1. Terugzetten op nul

Elke waarde mag alleen op nul worden teruggezet wanneer een niet-vluchtig RAM-geheugen (NVRAM) wordt gereset (bijv. bij herprogrammering). De waarden mogen onder geen enkele andere omstandigheid op nul worden teruggezet, ook niet wanneer een wisopdracht van een scanner voor foutcodes wordt ontvangen.

7.3.2. Terugzetten om overflowproblemen te voorkomen

Als de teller of de noemer van een specifieke bewakingsfunctie de waarde $65\,535 \pm 2$ bereikt, worden beide getallen door twee gedeeld om overflowproblemen te voorkomen; pas daarna mag een van beide weer worden verhoogd.

Als de telfunctie voor het aantal ontstekingscycli de maximumwaarde van $65\,535 \pm 2$ bereikt, mag de telfunctie bij de volgende ontstekingscyclus weer bij nul beginnen om overflowproblemen te voorkomen.

Als de algemene noemer de maximumwaarde van $65\,535 \pm 2$ bereikt, mag de algemene noemer bij de volgende rijcyclus die aan de definitie van de algemene noemer voldoet, weer bij nul beginnen om overflowproblemen te voorkomen.

AANHANGSEL 1

GROEPEN BEWAKINGSFUNCTIES

Deze bijlage betreft de volgende groepen bewakingsfuncties:

A. Oxidatiekatalysatoren

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 5, vermeld.

B. Systemen voor selectieve katalysche reductie (SCR)

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 3, vermeld.

C. Uitlaatgas- en zuurstofsensoren

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 13, vermeld.

D. Systemen voor uitlaatgasrecirculatie (EGR) en variabele klepafstelling (VVT)

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punten 6 en 9, vermeld.

E. Dieseldeeltjesfiltersystemen (DPF)

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 2, vermeld.

F. Systeem voor compressordrukregeling

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 8, vermeld.

G. NO_x-absorberende inrichting

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 4, vermeld.

H. Driewegkatalysator

De specifieke bewakingsfuncties van deze groep zijn in bijlage 9B, aanhangsel 3, punt 15, vermeld.

I. Verdampingssystemen (gereserveerd)

J. Secundair luchtsysteem (gereserveerd)

Specifieke bewakingsfuncties moeten tot een van deze groepen behoren.”

De volgende nieuwe bijlage 10 wordt toegevoegd:

„BIJLAGE 10

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN BETREFFENDE EMISSIES BUITEN DE CYCLUS (OCE)

1. TOEPASSELIJKHEID

Deze bijlage bevat op prestaties berustende voorschriften voor emissies buiten de cyclus en een verbod op manipulatiestrategieën voor zware motoren en voertuigen, waarmee beoogd wordt de emissies onder uiteenlopende omgevings- en bedrijfsomstandigheden zoals die zich tijdens normaal gebruik van het voertuig voordoen, doeltreffend te beheersen.

2. Gereserveerd ⁽¹⁾

3. DEFINITIES

3.1. „Aanvullende emissiestrategie” (AES): een emissiestrategie die naar aanleiding van een specifieke reeks omgevings- en/of bedrijfsomstandigheden actief wordt en een primaire emissiestrategie vervangt of wijzigt met een of meer specifieke doeleinden, en alleen operationeel blijft zolang deze omstandigheden zich voordoen.

3.2. „Primaire emissiestrategie (Base Emission Strategy — BES)”: een emissiestrategie die over het hele toerental- en belastingsbereik van de motor actief is, tenzij een AES is geactiveerd.

3.3. „Manipulatiestrategie”: een emissiestrategie die niet aan de prestatievoorschriften voor een primaire en/of aanvullende emissiestrategie in deze bijlage voldoet.

3.4. „Constructieonderdeel”:

- a) het motorsysteem;
- b) alle regelsystemen, waaronder computersoftware, elektronisch regelsystemen en computerlogica;
- c) alle kalibraties van regelsystemen, of
- d) de resultaten van de interactie van systemen.

3.5. „Emissiestrategie”: een in het algemene ontwerp van een motorsysteem of voertuig opgenomen constructieonderdeel of reeks constructieonderdelen die voor de beperking van emissies wordt gebruikt.

3.6. „Emissiebeperkingssysteem”: de constructieonderdelen en emissiestrategieën die zijn ontwikkeld of gekalibreerd om de emissies te beperken.

3.7. „Motorfamilie”: een door de fabrikant aangegeven groep motoren zoals gedefinieerd in mondiaal technisch reglement nr. 4 ⁽²⁾.

3.8. „Starten van de motor”: het proces vanaf het aanslingeren van de motor totdat de motor een toerental bereikt dat 150 min^{-1} onder het normale stationaire toerental met opgewarmde motor ligt (voor voertuigen met automatische transmissie vastgesteld in de normale rijstand).

⁽¹⁾ De nummering in deze bijlage komt overeen met die van het mondiaal technisch reglement over OCE. Sommige punten van het mondiaal technisch reglement over OCE zijn echter niet nodig in deze bijlage.

⁽²⁾ Test Procedures for Compression-Ignition (C.I.) Engines and Positive-Ignition (P.I.) Engines Fuelled with Natural Gas (NG) or Liquefied Petroleum Gas (LPG) with regard to the Emission of Pollutants (established in the Global Registry on 15 November 2006). Alle verwijzingen naar mondiaal technisch reglement nr. 4 betreffen het op 15 november 2006 vastgelegde document. De toepasselijkheid van latere wijzigingen van het mondiaal technisch reglement betreffende de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus op deze bijlage, moet nog nader worden beoordeeld.

- 3.9. „Motorsysteem”: de motor, het emissiebeperkingsstelsel en de communicatie-interface (apparatuur en berichten) tussen de elektronische regelenheid of -eenheden van de motor en elke andere regelenheid van de aandrijflijn of het voertuig.
- 3.10. „Warmlopen van de motor”: het inrijden van het voertuig totdat de temperatuur van de koelvloeistof ten minste 70 °C bedraagt.
- 3.11. „Periodieke regeneratie”: het regeneratieproces van een uitlaatgasnabehandelingssysteem, dat periodiek plaatsvindt nadat de motor doorgaans ten hoogste 100 uur normaal heeft gewerkt.
- 3.12. „Nominaal toerental”: het door de reguleur toegestane maximumtoerental bij volle belasting, of, bij afwezigheid van een reguleur, het toerental waarbij de motor het maximumvermogen levert, volgens opgave van de fabrikant in zijn verkoop- en servicedocumentatie.
- 3.13. „Aan voorschriften onderworpen emissies”: „gasvormige verontreinigingen”, gedefinieerd als koolmonoxide, koolwaterstoffen en/of andere koolwaterstoffen dan methaan (uitgaande van een verhouding van $\text{CH}_{1,85}$ voor diesel, $\text{CH}_{2,525}$ voor lpg en $\text{CH}_{2,93}$ voor aardgas en een hypothetisch molecuul $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$ voor ethanol gebruikt in dieselmotoren), methaan (uitgaande van een verhouding van CH_4 voor aardgas) en stikstofoxiden (uitgedrukt in stikstofdioxide (NO_2)-equivalent), en „deeltjesmateriaal” (PM), gedefinieerd als materiaal dat verzameld wordt op een gespecificeerd filtermedium na verdunning van het uitlaatgas met schone, gefilterde lucht bij een temperatuur tussen 315 K (42 °C) en 325 K (52 °C), zoals gemeten op een punt vlak voor het filter; dit bestaat voornamelijk uit koolstof, gecondenseerde koolwaterstoffen en sulfaten met geassocieerd water.

4. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

Ieder motorsysteem en ieder constructieonderdeel dat de aan voorschriften onderworpen emissies kan beïnvloeden, moet zodanig worden ontworpen, gebouwd, geassembleerd en geïnstalleerd dat de motor en het voertuig aan de bepalingen van deze bijlage kunnen voldoen.

4.1. Verbod op manipulatiestrategieën

Motorsystemen en voertuigen mogen niet met een manipulatiestrategie uitgerust zijn.

4.2. Wereldwijd geharmoniseerde emissievoorschriften (World-harmonized Not-To-Exceed limits, WNTÉ-grenswaarden)

In deze bijlage wordt bepaald dat motorsystemen en voertuigen aan de in punt 5.2 vermelde WNTÉ-emissiegrenswaarden moeten voldoen. Bij laboratoriumtests overeenkomstig punt 7.4 mag geen enkel testresultaat de in punt 5.2 vermelde emissiegrenswaarden overschrijden.

5. PRESTATIEVOORSCHRIFTEN

5.1. Emissiestrategieën

De emissiestrategieën moeten zodanig zijn ontworpen dat het motorsysteem bij normaal gebruik aan de voorschriften van deze bijlage kan voldoen. Normaal gebruik is niet beperkt tot de in punt 6 genoemde gebruiksomstandigheden.

5.1.1. Voorschriften voor primaire emissiestrategieën (Base Emission Strategies — BES)

De BES mag geen onderscheid maken tussen de werking bij een toepasselijke typegoedkeurings- of certificeringstest en andere werking en mag in omstandigheden die niet in aanzienlijke mate in de toepasselijke typegoedkeurings- of certificeringstests zijn opgenomen geen lager niveau van emissiebeperking opleveren.

5.1.2. Voorschriften voor aanvullende emissiestrategieën (AES)

De AES mag de doelmatigheid van de emissiebeperking bij de BES niet verminderen in omstandigheden waarvan redelijkerwijs mag worden verwacht dat zij bij normaal voertuiggebruik optreden, tenzij een van de volgende specifieke uitzonderingen op de AES van toepassing is:

- a) de werking van de AES is in aanzienlijke mate in de toepasselijke typegoedkeurings- of certificeringstests opgenomen, met inbegrip van de WNTE-bepalingen van punt 7;
- b) de AES wordt geactiveerd om de motor en/of het voertuig tegen schade of ongevallen te beschermen;
- c) de AES wordt alleen geactiveerd tijdens het starten of het warmlopen van de motor, zoals gedefinieerd in deze bijlage;
- d) de werking van de AES wordt gebruikt om onder specifieke, niet in aanzienlijke mate in de typegoedkeurings- of certificeringstest opgenomen omgevings- of bedrijfsomstandigheden de beperking van één type aan voorschriften onderworpen emissies op te geven om een ander type aan voorschriften onderworpen emissies onder controle te houden. Per saldo moet een dergelijke AES tot gevolg hebben dat de effecten van extreme omgevingsomstandigheden zodanig gecompenseerd worden dat alle aan voorschriften onderworpen emissies op aanvaardbare wijze worden beperkt.

5.2. WNTE-grenswaarden voor gas- en deeltjesemissies

5.2.1. Wanneer de motor overeenkomstig de voorwaarden en procedures van de punten 6 en 7 werkt, mogen de uitlaatgasemissies de toepasselijke in punt 5.2.2 vermelde WNTE-emissiegrenswaarden niet overschrijden.

5.2.2. De toepasselijke WNTE-emissiegrenswaarden worden als volgt bepaald:

WNTE-emissiegrenswaarde = WHTC-emissiegrenswaarde + WNTE-component

waarin:

de WHTC-emissiegrenswaarde	de emissiegrenswaarde is waarvoor de motor overeenkomstig het mondiaal technisch reglement betreffende de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus is gecertificeerd, en
de WNTE-component	met de vergelijkingen 1 tot en met 4 in punt 5.2.3 wordt bepaald.

5.2.3. De toepasselijke WNTE-componenten worden bepaald met de volgende vergelijkingen, waarbij de emissiegrenswaarden (EG) in g/kWh worden uitgedrukt:

$$\text{Voor NO}_x: \quad \text{WNTE-component} = 0,25 \times \text{EG} + 0,1 \quad (1)$$

$$\text{Voor HC:} \quad \text{WNTE-component} = 0,15 \times \text{EG} + 0,07 \quad (2)$$

$$\text{Voor CO:} \quad \text{WNTE-component} = 0,20 \times \text{EG} + 0,2 \quad (3)$$

$$\text{Voor PM:} \quad \text{WNTE-component} = 0,25 \times \text{EG} + 0,003 \quad (4)$$

Wanneer de toepasselijke emissiegrenswaarden in andere eenheden dan g/kWh worden uitgedrukt, worden de additieve constanten in de vergelijkingen omgerekend van g/kWh naar de desbetreffende eenheid.

De WNTE-component wordt afgerond op het aantal cijfers achter de komma dat is vermeld in de toepasselijke emissiegrenswaarde, overeenkomstig de afrondingsmethode van ASTM E 29-06.

6. TOEPASSELIJKE OMGEVINGS- EN BEDRIJFSOMSTANDIGHEDEN

De WNTE-emissiegrenswaarden zijn van toepassing bij:

- a) elke luchtdruk van 82,5 kPa of hoger;
- b) elke temperatuur die lager is dan of gelijk is aan de met vergelijking 5 bepaalde temperatuur bij de gespecificeerde luchtdruk:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

waarin:

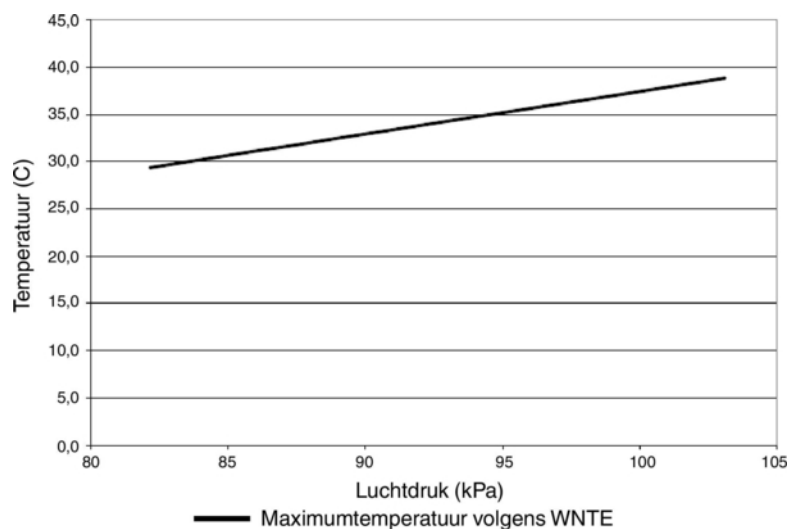
T de temperatuur van de omgevingslucht (K);

p_b de luchtdruk (kPa);

- c) elke motorkoelmiddeltemperatuur van meer dan 343 K (70 °C).

De toepasselijke luchtdruk- en temperaturomstandigheden zijn in figuur 1 weergegeven.

Luchtdruk- en temperatuurbereik volgens WNTE



Figuur 1:

Ilustratie van de luchtdruk- en temperaturomstandigheden

7. WNTE-METHODIEK

7.1. Controlegebied van de WNTE-grenswaarden

Het WNTE-controlegebied omvat de in de punten 7.1.1 tot en met 7.1.6 beschreven motortoerentallen en -belastingstoestanden. In figuur 2 wordt een voorbeeld gegeven van het WNTE-controlegebied.

7.1.1. Motortoerentalbereik

Het WNTE-controlegebied omvat alle operationele toerentallen tussen het 30^e percentiel van de cumulatieve toerentalverdeling over de WHTC-testcyclus, met inbegrip van het stationaire toerental (n_{30}) en het hoogste toerental waarbij 70 % van het maximumvermogen optreedt (n_{70}). Figuur 3 is een voorbeeld van de cumulatieve toerentalfrequentieverdeling volgens de WNTE voor een specifieke motor.

7.1.2. Motorkoppelbereik

Het WNTE-controlegebied omvat alle motorbelastingstoestanden waarbij het koppel ten minste 30 % bedraagt van het maximumkoppel van de motor.

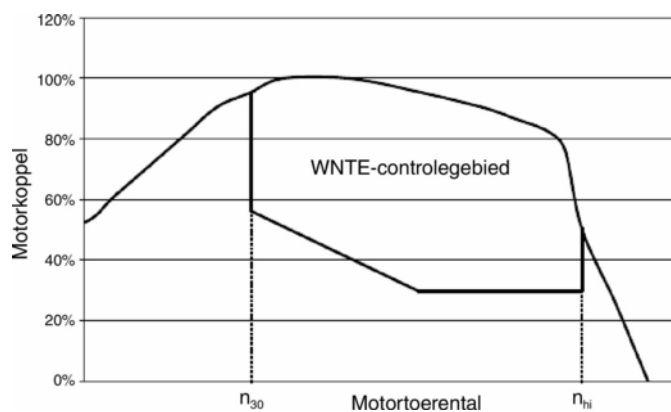
7.1.3. Motorvermogenbereik

Niettegenstaande de punten 7.1.1 en 7.1.2 moeten toerentallen en belastingstoestanden onder 30 % van het maximumvermogen van de motor voor alle emissies van het WNTE-controlegebied worden uitgesloten.

7.1.4. Toepassing van het motorfamilieconcept

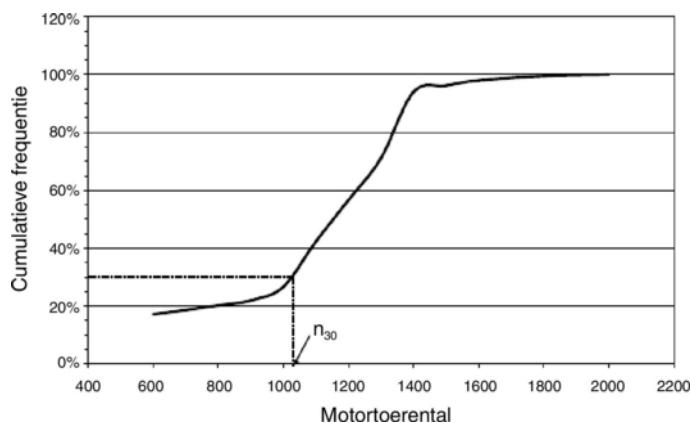
In beginsel heeft binnen een familie iedere motor met een unieke koppel-vermogenskromme zijn eigen WNTE-controlegebied. Bij tests tijdens het gebruik moet het eigen WNTE-controlegebied van de motor worden gebruikt. Bij typegoedkeurings- of certificeringstests op basis van het motorfamilieconcept van het mondiaal technisch reglement betreffende de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus mag de fabrikant facultatief één WNTE-controlegebied voor de motorfamilie gebruiken, mits de volgende voorschriften worden nageleefd:

- er mag één motortoerentalbereik van het WNTE-controlegebied worden gebruikt als de gemeten motortoerentallen n_{30} en n_{hi} binnen $\pm 3\%$ van de door de fabrikant opgegeven waarden liggen. Indien de tolerantie voor een motortoerental wordt overschreden, worden de gemeten motortoerentallen gebruikt voor het bepalen van het WNTE-controlegebied;
- er mag één motorkoppel-/vermogensbereik van het WNTE-controlegebied worden gebruikt als dit het volledige bereik van de hoogst tot de laagst gekwalificeerde motor van de familie dekt. In plaats daarvan mogen de motorkwalificaties ook worden gegroepeerd in verschillende WNTE-controlegebieden.



Figuur 2

Voorbeeld van een WNTE-controlegebied



Figuur 3

Voorbeeld van cumulatieve toerental frequentieverdeling volgens WNTE

7.1.5. Buiten beschouwing laten van bepaalde WNTÉ-werkpunten bij de controle op de overeenstemming

De fabrikant kan de goedkeuringsinstantie verzoeken tijdens de certificering of typegoedkeuring bepaalde werkpunten van het in de punten 7.1.1 tot en met 7.1.4 gedefinieerde WNTÉ-controlegebied buiten beschouwing te laten. De goedkeuringsinstantie kan hiermee instemmen als de fabrikant kan aantonen dat de motor bij geen enkele voertuigcombinatie ooit bij deze punten zal kunnen werken.

7.2. Minimale duur en gegevensbemonsteringsfrequentie van een WNTÉ-emissiemeting

7.2.1. Om te controleren of een motor aan de in punt 5.2 bedoelde WNTÉ-emissiegrenswaarden voldoet, draait de motor binnen het in punt 7.1 bepaalde WNTÉ-controlegebied en worden de emissies ten minste over een periode van 30 seconden gemeten en geïntegreerd. Een WNTÉ-emissiemeting wordt gedefinieerd als één reeks geïntegreerde metingen over een bepaalde periode. Als de motor bijvoorbeeld gedurende 65 seconden aaneengesloten binnen het controlegebied en de omgevingscondities van de WNTÉ draait, vormt dit één WNTÉ-emissiemeting en wordt de gemiddelde emissie over de hele periode van 65 seconden genomen. Bij laboratoriumtests geldt een integratieperiode van 7,5 seconden.

7.2.2. Als bij motoren met emissiebeheersing op basis van periodieke regeneratie tijdens de WNTÉ-test een regeneratie plaatsvindt, moet de periode waarover het gemiddelde wordt genomen ten minste even lang zijn als de tijd tussen twee regeneraties vermenigvuldigd met het aantal volledige regeneraties tijdens de bemonsteringsperiode. Dit voorschrift geldt alleen voor motoren die bij het begin van een regeneratie een elektronisch signaal geven.

7.2.3. Een WNTÉ-emissiemeting is een reeks van gegevens die ten minste gedurende de minimale emissiemetingsperiode met een frequentie van ten minste 1 Hz worden verzameld terwijl de motor binnen het WNTÉ-controlegebied draait. Voor elke WNTÉ-emissiemeting wordt het gemiddelde van de gemeten emissiegegevens over de emissiemetingsperiode genomen.

7.3. WNTÉ-tests tijdens het gebruik

Wanneer de bepalingen van deze bijlage worden gebruikt als basis voor tests tijdens het gebruik, moet de motor onder daadwerkelijke gebruiksomstandigheden werken. De testresultaten van de totale gegevensreeks die aan de punten 6, 7.1 en 7.2 beantwoorden, moeten worden gebruikt om te bepalen of aan de in punt 5.2 bedoelde WNTÉ-emissiegrenswaarden wordt voldaan. Te verwachten valt dat de emissies niet tijdens alle WNTÉ-emissiemetingen aan de WNTÉ-emissiegrenswaarden voldoen. Daarom moeten statistische methoden, overeenkomstig de punten 7.2 en 7.3, worden vastgesteld en toegepast om te bepalen of aan de WNTÉ-emissiegrenswaarden wordt voldaan.

7.4. WNTÉ-tests in een laboratorium

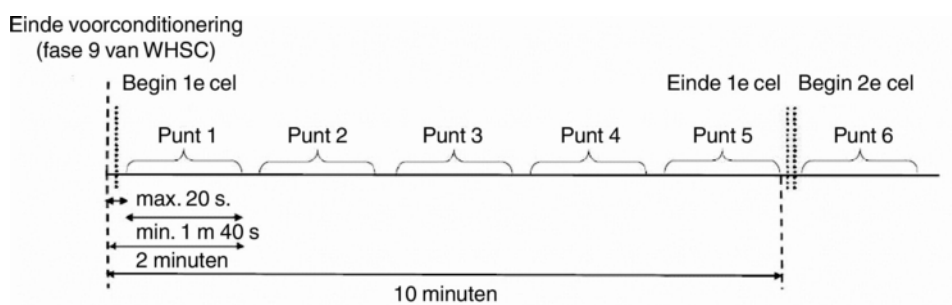
Wanneer de bepalingen van deze bijlage worden gebruikt als basis voor laboratoriumtests, gelden de volgende bepalingen.

7.4.1. De specifieke massa-emissies van aan voorschriften onderworpen verontreinigende stoffen moeten worden bepaald op basis van willekeurig gekozen meetpunten die over het WNTÉ-controlegebied verspreid zijn. Alle meetpunten moeten liggen binnen drie willekeurig gekozen cellen van een rooster dat over het controlegebied wordt gelegd. Het rooster omvat negen cellen voor motoren met een nominaal toerental van minder dan $3\ 000\ \text{min}^{-1}$ en twaalf cellen voor motoren met een nominaal toerental van $3\ 000\ \text{min}^{-1}$ of meer. De roosters worden als volgt vastgesteld:

- a) de buitengrenzen van het rooster vallen samen met die van het WNTÉ-controlegebied;
- b) twee verticale lijnen op gelijke afstand tussen de motortoerentalen n_{30} en n_{hi} voor een rooster met negen cellen, of drie verticale lijnen op gelijke afstand tussen de motortoerentalen n_{30} en n_{hi} voor een rooster met twaalf cellen, en
- c) twee lijnen die bij elke verticale lijn binnen het WNTÉ-controlegebied op gelijke afstand van het motorkoppel (1/3) liggen.

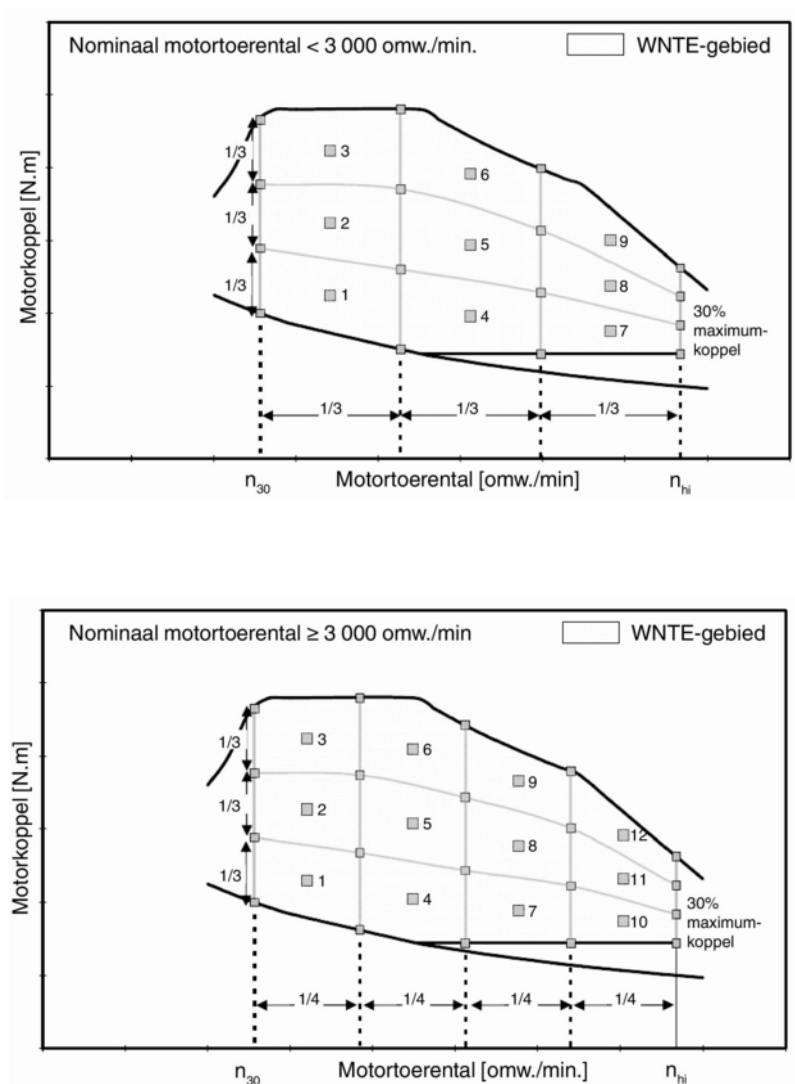
In de figuren 5 en 6 worden voorbeelden gegeven van roosters voor specifieke motoren.

- 7.4.2. In de drie gekozen roosterzellen moeten telkens vijf willekeurige meetpunten worden gekozen, zodat in totaal 15 willekeurige punten binnen het WNTE-controlegebied worden getest. De cellen worden na elkaar getest; dit betekent dat alle vijf punten in één cel worden getest voordat naar de volgende rooster-cel wordt overgegaan. De meetpunten worden in één testcyclus van statische toestanden met overgan-gen gecombineerd.
- 7.4.3. De volgorde waarin de roosterzellen worden getest, en de volgorde waarin de punten binnen de rooster-cel worden getest, wordt willekeurig vastgesteld. De drie te testen roosterzellen, de 15 meetpunten, de testvolgorde van de roosterzellen en de testvolgorde van de punten binnen een roostercel worden door de typegoedkeurings- of certificeringsinstantie bepaald met erkende statistische randomiseringsmethoden.
- 7.4.4. De gemiddelde specifieke massa-emissies van aan voorschriften onderworpen verontreinigende gassen, gemeten in een roostercel met vijf meetpunten van een cyclus, mogen de in punt 5.2 bedoelde WNTE-grenswaarden niet overschrijden.
- 7.4.5. De gemiddelde specifieke massa-emissies van aan voorschriften onderworpen verontreinigende deel-tjes, gemeten over alle 15 meetpunten van een cyclus, mogen de in punt 5.2 bedoelde WNTE-grenswaarden niet overschrijden.
- 7.5. Procedure voor laboratoriumtests
- 7.5.1. Na afloop van de WHSC-cyclus wordt de motor gedurende drie minuten voorgeconditioneerd op fase 9 van de WHSC. De testreeks begint onmiddellijk na de voorconditioneringsfase.
- 7.5.2. De motor draait twee minuten bij elk willekeurig gekozen meetpunt. De overgang uit de vorige stati-sche toestand is hierbij inbegrepen. De overgang van het motortoerental en de belasting tussen de test-punten moet lineair verlopen en 20 ± 1 seconden duren.
- 7.5.3. De test duurt in totaal 30 minuten. Het testen van elke reeks van 5 willekeurig gekozen punten in een roostercel duurt 10 minuten, gemeten van het begin van de overgang naar het eerste meetpunt tot het eind van de meting van de statische toestand bij het vijfde punt. De testprocedure is schematisch weer-gegeven in figuur 5.
- 7.5.4. De WNTE-laboratoriumtest moet aan de validatiestatistieken van punt 7.7.2 van het mondiaal tech-nisch reglement betreffende de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus voldoen.
- 7.5.5. De emissies worden overeenkomstig punt 7.8 van het mondiaal technisch reglement betreffende de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus gemeten.
- 7.5.6. De testresultaten worden overeenkomstig punt 8 van het mondiaal technisch reglement betreffende de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus berekend.



Figuur 4

Schematisch voorbeeld van het begin van de WNTE-testcyclus



Figuren 5 en 6

Roosters van WNTC-testcyclus

7.6. Afronding

Elk definitieve testresultaat wordt afgerond op het aantal cijfers achter de komma dat is vermeld in de toepasselijke WHDC-emissienorm plus één extra significant cijfer, overeenkomstig ASTM E 29-06. Het is niet toegestaan tussentijdse testwaarden die bij de berekening van het definitieve emissietestresultaat worden gebruikt, af te ronden.

8. WNTC-DEFICIËNTIES

Het deficiëntieconcept is bedoeld om het mogelijk te maken motoren of voertuigen die niet volledig voldoen aan specifieke voorschriften met een beperkte reikwijdte, toch te certificeren als zijnde in overeenstemming met de regelgeving. De WNTC-bepaling inzake deficiënties biedt een fabrikant de mogelijkheid te verzoeken om onder bepaalde omstandigheden, zoals bij extreme omgevingstemperaturen en/of zeer zware gebruiksomstandigheden, waarbij voertuigen geen significante afstanden afleggen, van de WNTC-emissievoorschriften te worden ontheven.

9. WNTC-VRIJSTELLINGEN

Het vrijstellingsconcept van de WNTC is een reeks technische omstandigheden waaronder de in deze bijlage bedoelde WNTC-emissiegrenswaarden niet van toepassing zijn. Een WNTC-vrijstelling geldt voor alle motor- en voertuigfabrikanten.

Een WNTe-vrijstelling kan in het bijzonder worden verleend bij de invoering van strengere emissiegrenswaarden. Zo kan een WNTe-vrijstelling noodzakelijk zijn als de goedkeuringsinstantie constateert dat bij een bepaalde werking van de motor of van het voertuig binnen het WNTe-controlegebied de WNTe-emissiegrenswaarden niet haalbaar zijn. In een dergelijk geval kan de goedkeuringsinstantie oordelen dat het niet nodig is dat motorfabrikanten voor die werking een verzoek om een WNTe-deficiëntie indienen, maar dat een WNTe-vrijstelling moet worden verleend. De goedkeuringsinstantie bepaalt de reikwijdte en de toepassingsduur van de vrijstelling van de WNTe-voorschriften.

10. CONFORMITEITSVERKLARING BETREFFENDE EMISSIES BUITEN DE CYCLUS

Bij zijn certificerings- of typegoedkeuringsaanvraag voegt de fabrikant een verklaring dat de motorfamilie of het voertuig aan de voorschriften van dit mondiaal technisch reglement over OCE voldoet. Bovendien wordt de conformiteit met de WNTe-grenswaarden gecontroleerd met aanvullende tests en certificeringsprocedures die de overeenkomstsluitende partijen vaststellen.

10.1. Voorbeeld van een conformiteitsverklaring betreffende emissies buiten de cyclus

Dit is een voorbeeld van een conformiteitsverklaring:

„(Naam van de fabrikant) verklaart dat de motoren van deze motorfamilie aan alle voorschriften van deze bijlage voldoen. (Naam van de fabrikant) legt deze verklaring te goeder trouw af en heeft de emissieprestaties van de motoren van de motorfamilie voor het toepasselijke werkingsgebied en de toepasselijke omgevingscondities naar behoren technisch beoordeeld.”

10.2. Grondslag van een conformiteitsverklaring betreffende emissies buiten de cyclus

De fabrikant bewaart op de productie-eenheid een dossier met alle testgegevens, technische analyses en andere informatie die de grondslag van de OCE-conformiteitsverklaring vormt. De fabrikant verstrekt deze informatie op verzoek aan de certificerings- of typegoedkeuringsinstantie.

11. DOCUMENTATIE

De goedkeuringsinstantie kan van de fabrikant een documentatiepakket verlangen. Hierin moeten alle constructieonderdelen en elementen van de emissiebeperkingsstrategie van het motorsysteem worden beschreven, alsook de middelen waarmee de uitgangsvariabelen direct of indirect worden geregeld.

De informatie mag een volledige beschrijving van de emissiebeperkingsstrategie bevatten. Daarnaast mag informatie worden gegeven over de werking van de primaire en aanvullende emissiestrategieën, waaronder een beschrijving van de parameters die door een aanvullende emissiestrategie worden gewijzigd en de grensomstandigheden waaronder de aanvullende emissiestrategie werkt, en een aanduiding welke emissiestrategieën bij de omstandigheden van de testprocedures in deze bijlage waarschijnlijk actief zullen zijn.”
