

## BIJLAGE 4

## TEST VAN TYPE I

(controle van de uitlaatemissies na een koude start)

## 1. INLEIDING

In deze bijlage wordt de methode beschreven voor het uitvoeren van de test van type I zoals gedefinieerd in punt 5.3.1. Wanneer de te gebruiken referentiebrandstof LPG of aardgas is, zijn bovendien de bepalingen van bijlage 12 van toepassing. Bij voertuigen met een periodiek regenererend systeem zoals gedefinieerd in punt 2.20 gelden de bepalingen van bijlage 13.

## 2. BEDRIJFSCYCLUS OP DE ROLLENBANK

## 2.1. Beschrijving van de cyclus

De bedrijfscyclus op de rollenbank is de cyclus die is aangegeven in aanhangsel 1 van deze bijlage.

## 2.2. Algemene voorwaarden voor de uitvoering van de cyclus

Indien nodig moeten voorbereidende testcycli worden uitgevoerd om te bepalen hoe het gas- en het rempedaal het best kunnen worden bediend om te komen tot een cyclus die de theoretische cyclus binnen de voorgeschreven grenzen benadert.

## 2.3. Gebruik van de versnellingsbak

2.3.1. Indien de maximumsnelheid die in de eerste versnelling kan worden bereikt, minder dan 15 km/h bedraagt, moeten voor de stadscyclus (deel 1) de tweede, derde en vierde versnelling worden gebruikt en voor de cyclus buiten de stad (deel 2) de tweede, derde, vierde en vijfde versnelling. De tweede, derde en vierde versnelling kunnen ook voor de stadscyclus (deel 1) worden gebruikt en de tweede, derde, vierde en vijfde versnelling voor de cyclus buiten de stad (deel 2), indien in de aanwijzingen van de fabrikant wordt aanbevolen op een vlakke weg in de tweede versnelling weg te rijden of indien volgens deze aanwijzingen de eerste versnelling uitsluitend bedoeld is als versnelling voor moeilijk te berijden wegen, terreinrijden of slepen.

Bij voertuigen die de in de bedrijfscyclus voorgeschreven waarden inzake acceleratie en topsnelheid niet halen, moet het gaspedaal volledig worden ingedrukt tot ze opnieuw de vereiste waarden halen. Afwijkingen van de bedrijfscyclus worden in het testrapport vermeld.

2.3.2. Voertuigen met halfautomatische versnellingsbak worden getest in de normaal bij het wegverkeer gebruikte versnellingen en de versnellingshendel wordt volgens de aanwijzingen van de fabrikant bediend.

2.3.3. Voertuigen met automatische versnellingsbak worden getest in de hoogste versnelling („drive”). Het gas geven geschiedt zodanig dat een zo constant mogelijke acceleratie wordt verkregen en de verschillende versnellingen in de normale volgorde worden ingeschakeld. De in aanhangsel 1 van deze bijlage aangegeven schakelmomenten zijn hier niet van toepassing; de acceleratie moet geschieden langs de rechte lijnen die het einde van de periode van stationair draaien verbinden met het begin van de volgende periode van constante snelheid. De geldende toleranties zijn vermeld in punt 2.4.

2.3.4. Voertuigen met een overdrive die door de bestuurder kan worden ingeschakeld, worden voor de stadscyclus (deel 1) zonder gebruik van de overdrive getest en voor de cyclus buiten de stad (deel 2) met gebruik van de overdrive.

2.3.5. In het geval van een voertuigtype waarbij het stationaire toerental van de motor hoger is dan het toerental tijdens de handelingen nrs. 5, 12 en 24 van de elementaire stadscyclus (deel 1), mag op verzoek van de fabrikant tijdens de vorige handeling worden ontkoppeld.

## 2.4. Toleranties

2.4.1. Er wordt een afwijking toegestaan van  $\pm 2$  km/h tussen de aangegeven snelheid en de theoretische snelheid bij accelereren, bij constante snelheid en bij vertragen met gebruik van de remmen van het voertuig. Indien het voertuig zonder gebruik van de remmen sneller vaart mindert, is alleen punt 6.5.3 van toepassing. Bij het overgaan van een fase op een andere zijn toleranties op de snelheid toegestaan die hoger liggen dan de hier voorgeschreven waarden, mits de duur van de geconstateerde afwijkingen telkens niet meer dan 0,5 s bedraagt.

2.4.2. De tijdtoleranties bedragen  $\pm 1,0$  s. Deze toleranties zijn tevens van toepassing aan het begin en op het einde van elke schakelperiode <sup>(1)</sup> voor de stadscyclus (deel 1) en voor de handelingen nrs. 3, 5 en 7 van de cyclus buiten de stad (deel 2).

2.4.3. De snelheid- en tijdtoleranties worden gecombineerd zoals aangegeven in aanhangsel 1 van deze bijlage.

### 3. VOERTUIG EN BRANDSTOF

#### 3.1. Testvoertuig

3.1.1. Het voertuig wordt in goede mechanische staat aangeboden. Het is ingereden en heeft vóór de test ten minste 3 000 km afgelegd.

3.1.2. De uitlaat vertoont geen lekken waardoor de hoeveelheid opgevangen uitlaatgassen van de motor zou kunnen verminderen.

3.1.3. De technische dienst kan de dichtheid van het inlaatsysteem controleren om te voorkomen dat de carburatie door een niet bedoelde aanzuiging van lucht wordt gewijzigd.

3.1.4. De afstelling van de motor en de bedieningsorganen van het voertuig stemt overeen met de aanwijzingen van de fabrikant. Dit geldt met name voor de afstelling van het stationair draaien (toerental en koolmonoxidegehalte van de uitlaatgassen), van de koudstartvoorziening en van het systeem voor de reiniging van de uitlaatgassen.

3.1.5. Het testvoertuig, of een gelijkwaardig voertuig, is indien nodig uitgerust met een apparaat voor het meten van de noodzakelijke karakteristieke parameters voor de afstelling van de rollenbank overeenkomstig punt 4.1.1 van deze bijlage.

3.1.6. De voor de tests verantwoordelijke technische dienst kan controleren of de prestaties van het voertuig overeenstemmen met de specificaties van de fabrikant, of het voertuig voor normaal rijden kan worden gebruikt en of het met name in staat is koud en warm te starten.

#### 3.2. Brandstof

Bij de tests om na te gaan of een voertuig voldoet aan de emissiegrenswaarden in rij A van de tabel in punt 5.3.1.4, moet de referentiebrandstof beantwoorden aan de specificaties in punt 1 van bijlage 10 of, in het geval van een gasvormige referentiebrandstof, aan de specificaties in punt 1.1.1 of punt 1.2 van bijlage 10a.

Bij de tests om na te gaan of een voertuig voldoet aan de emissiegrenswaarden in rij B van de tabel in punt 5.3.1.4, moet de referentiebrandstof beantwoorden aan de specificaties in punt 2 van bijlage 10 of, in het geval van een gasvormige referentiebrandstof, aan de specificaties in punt 1.1.2 of punt 1.2 van bijlage 10a.

3.2.1. Voertuigen die op zowel benzine als LPG of aardgas lopen, worden getest overeenkomstig bijlage 12 met de passende referentiebrandstof(fen) zoals gedefinieerd in bijlage 10a.

### 4. TESTAPPARATUUR

#### 4.1. Rollenbank

4.1.1. De rollenbank moet de rijweerstand op de weg kunnen simuleren en van een van de volgende typen zijn:

- rollenbank met kromme voor een niet-regelbaar opgenomen vermogen: de fysische kenmerken van de bank zijn zodanig dat de vorm van de kromme vaststaat;
- rollenbank met kromme voor een regelbaar opgenomen vermogen: bij dit type bank kunnen ten minste twee parameters worden ingesteld om de vorm van de kromme te laten variëren.

<sup>(1)</sup> De toegestane tijd van twee seconden omvat de tijd voor het schakelen en, indien nodig, een zekere speling om gelijk te komen met het schema van de cyclus.

- 4.1.2. De afstelling van de rollenbank mag na verloop van tijd niet veranderen. De bank mag geen merkbare trillingen bij het voertuig veroorzaken die de normale werking van het voertuig nadelig kunnen beïnvloeden.
- 4.1.3. De rollenbank is voorzien van systemen waarmee de traagheid en de rijweerstand kunnen worden gesimuleerd. In het geval van een bank met twee rollen zijn deze systemen aangesloten op de voorste rol.
- 4.1.4. *Nauwkeurigheid*
- 4.1.4.1. Het moet mogelijk zijn de aangegeven rijweerstand te meten en af te lezen met een nauwkeurigheid van  $\pm 5\%$ .
- 4.1.4.2. Bij een rollenbank met kromme voor een niet-regelbaar opgenomen vermogen bedraagt de instellingsprecisie bij 80 km/h  $\pm 5\%$ . Bij een rollenbank met kromme voor een regelbaar opgenomen vermogen moet de instelling van de rollenbank op het op de weg opgenomen vermogen kunnen worden afgestemd met een precisie van  $\pm 5\%$  bij 120, 100, 80, 60 en 40 km/h, en van  $\pm 10\%$  bij 20 km/h. Bij lagere snelheden moet deze instelling een positieve waarde hebben.
- 4.1.4.3. De totale traagheid van de draaiende delen (indien van toepassing met inbegrip van de gesimuleerde traagheid) moet bekend zijn en tot op  $\pm 20$  kg overeenstemmen met de traagheidsklasse voor de test.
- 4.1.4.4. De snelheid van het voertuig wordt bepaald aan de hand van de draaisnelheid van de rol (de voorste rol bij banken met twee rollen). Deze snelheid wordt gemeten met een nauwkeurigheid van  $\pm 1$  km/h bij snelheden van meer dan 10 km/h.
- 4.1.4.5. De werkelijk afgelegde afstand van het voertuig wordt bepaald aan de hand van de draaibeweging van de rol (de voorste rol bij banken met twee rollen).
- 4.1.5. *Instelling van het door de rollenbank opgenomen vermogen en van de traagheid*
- 4.1.5.1. Rollenbank met kromme voor een niet-regelbaar opgenomen vermogen: de rem wordt zodanig ingesteld dat het bij een constante snelheid van 80 km/h op de aangedreven wielen uitgeoefende vermogen wordt opgenomen en het opgenomen vermogen bij 50 km/h wordt genoteerd. De methoden voor de bepaling en instelling van deze belasting zijn beschreven in aanhangsel 3 van deze bijlage.
- 4.1.5.2. Rollenbank met kromme voor een regelbaar opgenomen vermogen: de rem wordt zodanig ingesteld dat het bij constante snelheden van 120, 100, 80, 60, 40 en 20 km/h op de aangedreven wielen uitgeoefende vermogen wordt opgenomen. De methoden voor de bepaling en instelling van deze belastingen zijn beschreven in aanhangsel 3 van deze bijlage.
- 4.1.5.3. *Traagheid*
- Bij rollenbanken met elektrische traagheidsimulering moet worden aangetoond dat zij gelijkwaardige resultaten opleveren als rollenbanken met mechanische traagheidssystemen. De methoden waarmee deze gelijkwaardigheid wordt aangetoond, zijn beschreven in aanhangsel 4 van deze bijlage.

## 4.2. **Bemonsteringssysteem voor de uitlaatgassen**

- 4.2.1. Met het bemonsteringssysteem voor de uitlaatgassen kunnen de werkelijke hoeveelheden uitgestoten verontreinigende stoffen in de uitlaatgassen worden gemeten. Hierbij wordt gebruikgemaakt van de verdunningsmethode (CVS, constant volume sampling). Hiertoe moeten de uitlaatgassen van het voertuig constant met omgevingslucht worden verdund onder gecontroleerde omstandigheden. Bij de meting van de massa-emissies met deze methode moet aan twee voorwaarden worden voldaan: het totale volume van het mengsel van uitlaatgas en verdunningslucht moet worden gemeten en er moet een constant proportioneel monster van dit volume worden verzameld en geanalyseerd. De hoeveelheden verontreinigende stoffen worden bepaald aan de hand van de concentraties in het monster, gecorrigeerd naar de concentratie van deze verontreinigende stoffen in de omgevingslucht en de totale flux tijdens de testperiode.

Het emissieniveau van verontreinigende deeltjes wordt bepaald door tijdens de volledige duur van de test uit een proportionele deelstroom de deeltjes met passende filters op te vangen en de hoeveelheid ervan overeenkomstig punt 4.3.1.1 gravimetrisch te bepalen.

- 4.2.2. De door het systeem stromende hoeveelheid moet voldoende zijn om watercondensatie te verhinderen onder alle omstandigheden die zich kunnen voordoen bij een test zoals voorgeschreven in aanhangsel 5 van deze bijlage.
- 4.2.3. In aanhangsel 5 worden drie verdunningsmethoden (CVS) beschreven die aan de bepalingen van deze bijlage voldoen.
- 4.2.4. Het mengsel van lucht en uitlaatgas moet ter hoogte van de sonde S2 homogeen zijn.

- 4.2.5. Met de sonde moet een reëel monster worden genomen van de verdunde uitlaatgassen.
- 4.2.6. Het systeem mag geen gaslekken vertonen. Het ontwerp en de gebruikte materialen moeten van dien aard zijn dat het systeem de concentratie van verontreinigende stoffen in het verdunde uitlaatgas niet beïnvloedt. Indien enig onderdeel van de apparatuur (warmtewisselaar, ventilator enz.) van invloed is op de concentratie van een gasvormige verontreinigende stof in het verdunde gas, moet de bemonstering van deze verontreinigende stof vóór dat onderdeel plaatsvinden indien het probleem niet kan worden opgelost.
- 4.2.7. Indien het geteste voertuig voorzien is van een uitlaatsysteem met verschillende uitlaatoeningen, moeten de aansluitslangen zo dicht mogelijk bij het voertuig onderling zijn verbonden zonder dat de werking van het voertuig daardoor wordt beïnvloed.
- 4.2.8. De variaties van de statische druk aan de uitlaatoening(en) van het voertuig mogen niet meer dan  $\pm 1,25$  kPa afwijken van de variaties van de statische druk, gemeten tijdens de rijcyclus op de rollenbank zonder aansluiting op de uitlaatoening(en). Bemonsteringssystemen waarmee de statische druk met een tolerantie van  $\pm 0,25$  kPa kan worden gehandhaafd, worden gebruikt indien de fabrikant daartoe bij de goedkeuringsinstantie een schriftelijk verzoek indient waarin de noodzaak van deze geringere tolerantie wordt aangetoond. De tegendruk moet zo dicht mogelijk bij het uiteinde in de uitlaatpijp worden gemeten of in een verlengstuk daarvan met dezelfde diameter.
- 4.2.9. De verschillende kleppen waarmee de uitlaatgasstroom kan worden geleid, moeten snel te bedienen en snelwerkend zijn.
- 4.2.10. De gasmonsters worden verzameld in bemonsteringszakken van voldoende capaciteit. Deze zakken moeten van zodanig materiaal zijn vervaardigd dat de concentratie van het verontreinigende gas na 20 minuten opslag met niet meer dan  $\pm 2$  % wordt gewijzigd.

### 4.3. Analyseapparatuur

#### 4.3.1. Bepalingen

- 4.3.1.1. De analyse van de verontreinigende gassen geschiedt met de volgende apparatuur:

koolmonoxide (CO) en kooldioxide (CO<sub>2</sub>):

analyseapparaten van het niet-dispergerende type met infraroodabsorptie (NDIR);

koolwaterstoffen (HC) bij elektrische-ontstekingsmotoren:

vlamionisatieanalysator (FID), geijkt op propaan, uitgedrukt in koolstofatomequivalent (C<sub>1</sub>);

koolwaterstoffen (HC) bij compressieontstekingsmotoren:

vlamionisatieanalysator, met detector, afsluiters, leidingen enz., verwarmd tot 463 K (190 °C)  $\pm$  10 K (HFID). Het toestel is geijkt op propaan, uitgedrukt in koolstofatomequivalent (C<sub>1</sub>);

stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>):

een chemiluminescentieanalysator (CLA) met NO<sub>x</sub>/NO-converter of een niet-dispergerende analysator met resonantieabsorptie in het ultraviolet (NDUVR), beide met NO<sub>x</sub>/NO-converter;

deeltjes - gravimetrische bepaling van de opgevangen deeltjes:

De deeltjes worden telkens op twee in de bemonsteringsgasstroom achter elkaar geplaatste filters opgevangen. De hoeveelheid opgevangen deeltjes per filterpaar bedraagt:

$$M = \frac{V_{\text{mix}}}{V_{\text{ep}} \cdot d} \cdot m \rightarrow m = M \cdot d \cdot \frac{V_{\text{ep}}}{V_{\text{mix}}}$$

waarin:

- $V_{ep}$  = doorstroming door de filters;  
 $V_{mix}$  = doorstroming in de tunnel;  
 $M$  = deeltjesmassa (g/km);  
 $M_{limit}$  = grens deeltjesmassa (grensmassa, g/km);  
 $m$  = massa van de door de filters opgevangen deeltjes (g);  
 $d$  = afstand die overeenkomt met de bedrijfscyclus (km).

De bemonsteringsgraad van de deeltjes ( $V_{ep}/V_{mix}$ ) wordt zo geregeld dat voor  $M = M_{limit}$  geldt:  $1 \leq m \leq 5$  mg (bij gebruik van filters met een diameter van 47 mm).

Het filteroppervlak bestaat uit een materiaal dat waterafstotend is en inert voor de bestanddelen van het uitlaatgas (met fluorkoolstof gecoate glasvezelfilters of soortgelijk).

#### 4.3.1.2. Nauwkeurigheid

De analyseapparaten hebben een meetbereik dat verenigbaar is met de precisie die vereist is voor het meten van de concentraties van de verontreinigende stoffen in het uitlaatgasmonster.

De werkelijke waarde van de kalibratiegassen buiten beschouwing gelaten, mag de meetfout niet meer bedragen dan  $\pm 2\%$  (intrinsieke fout van het analyseapparaat).

Voor concentraties kleiner dan 100 ppm mag de meetfout niet groter zijn dan  $\pm 2$  ppm.

De analyse van het monster van de omgevingslucht wordt met hetzelfde analyseapparaat met een geschikt werkgebied uitgevoerd.

De microgrambalans die wordt gebruikt om het gewicht van alle filters te bepalen, moet tot op 5  $\mu\text{g}$  nauwkeurig (standaardafwijking) en tot op 1  $\mu\text{g}$  afleesbaar zijn.

#### 4.3.1.3. Koudeval

Vóór de analysators mogen geen gasdroogapparaten worden gebruikt, tenzij wordt aangetoond dat deze geen effect hebben op het verontreinigingsgehalte van de gasstroom.

#### 4.3.2. Bijzondere voorschriften voor compressieontstekingsmotoren

Er wordt een verwarmde bemonsteringsleiding aangebracht voor continue analyse van de koolwaterstoffen met de vlamionisatiedetector (HFID), inclusief recorder (R). De gemiddelde concentratie van de gemeten koolwaterstoffen wordt bepaald door integratie. Tijdens de hele test wordt de temperatuur van deze leiding op 463 K (190 °C)  $\pm 10$  K gehouden. De leiding is voorzien van een verwarmd filter ( $F_H$ ) met een rendement van 99 % voor deeltjes  $\geq 0,3 \mu\text{m}$ , om vaste deeltjes voor analyse uit de continue gasstroom te verwijderen.

De responstijd van het bemonsteringssysteem (van de sonde tot de inlaat van het analyseapparaat) mag niet meer dan vier seconden bedragen.

De vlamionisatiedetector (HFID) wordt gebruikt met een systeem met constant debiet (warmtewisselaar) met het oog op een representatieve bemonstering, tenzij de debietvariatie in het CFV- of CFO-systeem wordt gecompenseerd.

De deeltjesbemonsteringsapparatuur bestaat uit een verdunningstunnel, een bemonsteringssonde, een filtereenheid, een deelstroompomp, doorstroomregelaars en meetinrichtingen. De deelstroom voor de bemonstering van de deeltjes wordt door twee achter elkaar geplaatste filters geleid. De sonde die de testgasstroom op deeltjes bemonstert, moet zodanig in het verdunningskanaal zijn geplaatst dat een representatief gasstroommonster van een homogeen lucht/uitlaatgasmengsel kan worden genomen en dat onmiddellijk vóór het deeltjesfilter de temperatuur van dat mengsel niet meer bedraagt dan 325 K (52 °C). De temperatuur van de gasstroom mag bij de stromingsmeter niet meer dan  $\pm 3$  K variëren, het massadebiet mag niet meer dan  $\pm 5\%$  variëren. Indien de doorstromingshoeveelheid wegens een te hoge filterbelasting op ontoelaatbare wijze verandert, wordt de test stopgezet. Bij herhaling moet een geringer debiet worden ingesteld en/of een groter filter worden gebruikt. De filters worden ten vroegste één uur vóór het begin van de test uit de kamer genomen.

De benodigde deeltjesfilters worden ten minste 8 en ten hoogste 56 uur vóór de test in een open, tegen stofafzetting beschermde schaal in een klimaatkamer geconditioneerd (temperatuur, vochtigheid). Na conditionering worden de schone filters gewogen en tot het tijdstip van gebruik bewaard. Indien de filters niet binnen één uur na verwijdering uit de weegkamer worden gebruikt, worden zij opnieuw gewogen.

De limiet van één uur kan worden vervangen door een limiet van acht uur indien aan een of beide van de onderstaande voorwaarden wordt voldaan:

een gestabiliseerd filter wordt in een afgesloten filterhouder met dichtgestopte uiteinden geplaatst en bewaard of

een gestabiliseerd filter wordt in een afgesloten filterhouder geplaatst die dan onmiddellijk wordt aangebracht in een bemonsteringsleiding waarin geen doorstroming plaatsvindt.

#### 4.3.3. Kalibratie

Alle analyseapparaten moeten zo vaak als nodig worden gekalibreerd en in elk geval in de loop van de maand vóór de typegoedkeuringstest, alsmede ten minste eenmaal per halfjaar voor de controle van de overeenstemming van de productie.

De kalibratiemethode voor de in punt 4.3.1 vermelde analyseapparaten is beschreven in aanhangsel 6 van deze bijlage.

#### 4.4. Volumemeting

4.4.1. De methode voor het meten van het totale volume verdunde uitlaatgassen, die bij de bemonstering met constant volume (CVS) wordt toegepast, is zodanig dat de nauwkeurigheid  $\pm 2\%$  bedraagt.

#### 4.4.2. Kalibratie van het systeem voor bemonstering met constant volume (CVS)

De apparatuur voor volumemeting in het CVS-systeem wordt gekalibreerd volgens een methode die voldoende waarborg biedt dat de vereiste nauwkeurigheid wordt verkregen en wel met voldoende korte intervallen om deze nauwkeurigheid te handhaven.

In aanhangsel 6 van deze bijlage wordt een voorbeeld gegeven van een kalibratiemethode waarmee de vereiste nauwkeurigheid kan worden verkregen. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een debietmeter van het dynamische type die geschikt is voor de grote doorstromingshoeveelheden waarvan sprake is bij toepassing van de CVS-methode. De nauwkeurigheid van het apparaat moet gewaarborgd zijn en het apparaat moet in overeenstemming zijn met een nationale of internationale norm.

#### 4.5. Gassen

##### 4.5.1. Zuivere gassen

Voor kalibratie en uitvoering van de test zijn indien nodig de volgende zuivere gassen beschikbaar:

- gezuiverde stikstof (zuiverheid:  $\pm 1$  ppm C,  $\pm 1$  ppm CO,  $\pm 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\pm 0,1$  ppm NO);
- gezuiverde synthetische lucht (zuiverheid:  $\pm 1$  ppm C,  $\pm 1$  ppm CO,  $\pm 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\pm 0,1$  ppm NO); zuurstofconcentratie van 18 tot 21 vol.-%;
- gezuiverde zuurstof (zuiverheid:  $> 99,5$  vol.-% O<sub>2</sub>);
- gezuiverde waterstof (en mengsels met helium): (zuiverheid:  $\pm 1$  ppm C,  $\pm 400$  ppm CO<sub>2</sub>);
- koolmonoxide (minimumzuiverheid van 99,5 %);
- propaan (minimumzuiverheid van 99,5 %).

##### 4.5.2. Kalibratie- en ijkassen

Er zijn gasmengsels met de volgende chemische samenstelling beschikbaar:

- C<sub>8</sub>H<sub>8</sub> en gezuiverde synthetische lucht (zie punt 4.5.1 van deze bijlage);
- CO en gezuiverde stikstof;

- CO<sub>2</sub> en gezuiverde stikstof;
- NO en gezuiverde stikstof (de hoeveelheid in dit kalibratiegas aanwezige NO<sub>2</sub> mag niet meer dan 5 % van het NO-gehalte bedragen.)

De werkelijke concentratie van een kalibratiegas moet binnen  $\pm 2\%$  van de vermelde cijfers liggen.

De in aanhangsel 6 van deze bijlage voorgeschreven concentraties mogen eveneens zijn verkregen met behulp van een meng- en doseertoestel voor gassen, door verdunning met gezuiverde stikstof of met gezuiverde synthetische lucht. De nauwkeurigheid van de menginrichting is zodanig dat de concentratie van de verdunde kalibratiegassen met een tolerantie van  $\pm 2\%$  kan worden bepaald.

#### 4.6. Overige apparatuur

##### 4.6.1. *Temperatuur*

De in aanhangsel 8 vermelde temperaturen worden gemeten met een nauwkeurigheid van  $\pm 1,5$  K.

##### 4.6.2. *Druk*

De luchtdruk kan tot op  $\pm 0,1$  kPa nauwkeurig worden gemeten.

##### 4.6.3. *Absolute vochtigheid*

De absolute vochtigheid (H) kan tot op  $\pm 5\%$  nauwkeurig worden gemeten.

Het bemonsteringssysteem voor de uitlaatgassen wordt gecontroleerd met de methode die in aanhangsel 7, punt 3, van deze bijlage is beschreven.

De maximaal toegestane afwijking tussen de hoeveelheid aangevoerd gas en de hoeveelheid gemeten gas bedraagt 5 %.

#### 5. VOORBEREIDING VAN DE TEST

##### 5.1. **Aanpassing van de traagheidssimulatoren aan de translatietraagheden van het voertuig**

Er wordt gebruikgemaakt van een traagheidsimulator waarmee een totale traagheid van de roterende massa's kan worden verkregen die overeenstemt met de referentiemassa binnen de volgende grenzen:

Referentiemassa (RM) van het voertuig (kg)	Gelijkwaardige traagheid (kg)
RM $\leq$ 480	455
480 < RM $\leq$ 540	510
540 < RM $\leq$ 595	570
595 < RM $\leq$ 650	625
650 < RM $\leq$ 710	680
710 < RM $\leq$ 765	740
765 < RM $\leq$ 850	800
850 < RM $\leq$ 965	910
965 < RM $\leq$ 1 080	1 020
1 080 < RM $\leq$ 1 190	1 130
1 190 < RM $\leq$ 1 305	1 250
1 305 < RM $\leq$ 1 420	1 360
1 420 < RM $\leq$ 1 530	1 470
1 530 < RM $\leq$ 1 640	1 590
1 640 < RM $\leq$ 1 760	1 700
1 760 < RM $\leq$ 1 870	1 810
1 870 < RM $\leq$ 1 980	1 930

Referentiemassa (RM) van het voertuig (kg)	Gelijkwaardige traagheid (kg)
1 980 < RM ≤ 2 100	2 040
2 100 < RM ≤ 2 210	2 150
2 210 < RM ≤ 2 380	2 270
2 380 < RM ≤ 2 610	2 270
2 610 < RM	2 270

Indien de overeenkomstige gelijkwaardige traagheid niet beschikbaar is op de rollenbank, wordt de hogere waarde het dichtst bij de referentiemassa van het voertuig gebruikt.

## 5.2. Afstelling van de rollenbank

Het door de rollenbank opgenomen vermogen wordt afgesteld volgens de methoden beschreven in punt 4.1.5.

De gebruikte methode en de verkregen waarden (gelijkwaardige traagheid, karakteristieke afstellingsparameter) worden in het testrapport vermeld.

## 5.3. Conditionering van het voertuig

- 5.3.1. Bij voertuigen met compressieontstekingsmotor wordt, met het oog op de meting van de deeltjes, ten hoogste 36 uur en ten minste 6 uur vóór de test een cyclus van deel 2 uitgevoerd zoals beschreven in aanhangsel 1 van deze bijlage. Achtereenvolgens worden drie cycli gereden. De afstelling van de rollenbank is aangegeven in de punten 5.1 en 5.2.

Op verzoek van de fabrikant kunnen voertuigen met elektrische-ontstekingsmotor worden voorgeconditioneerd met één rijcyclus van deel 1 en twee rijcycli van deel 2.

Na deze voorconditionering, die specifiek is voor compressieontstekingsmotoren, en vóór de test moeten zowel voertuigen met compressieontstekings- als met elektrische-ontstekingsmotor worden opgesteld in een ruimte waar de temperatuur vrijwel constant en tussen 293 en 303 K (20 en 30 °C) wordt gehouden. Deze conditionering duurt ten minste zes uur en wordt voortgezet totdat de temperatuur van de motorolie en die van de eventuele koelvloeistof tot op ± 2 K overeenstemmen met die van de ruimte.

- 5.3.1.1. Op verzoek van de fabrikant wordt de test verricht binnen ten hoogste 30 uur nadat het voertuig op normale bedrijfstemperatuur heeft gereden.
- 5.3.1.2. Voertuigen met een elektrische-ontstekingsmotor op LPG of aardgas en voertuigen die zodanig zijn uitgerust dat zij op zowel benzine als LPG of aardgas kunnen lopen, worden getest met de eerste gasvormige referentiebrandstof en met de tweede gasvormige referentiebrandstof. Vóór de test met de tweede referentiebrandstof vindt voorconditionering van het voertuig plaats. Hiertoe wordt met de tweede referentiebrandstof een voorconditioneringscyclus gereden die bestaat uit eenmaal deel 1 (stadsyclus) en tweemaal deel 2 (buiten de stad) van de in aanhangsel 1 bij deze bijlage beschreven testcyclus. Op verzoek van de fabrikant en met instemming van de technische dienst kan deze voorconditioneringscyclus worden verlengd. De afstelling van de rollenbank is zoals aangegeven in de punten 5.1 en 5.2 van deze bijlage.
- 5.3.2. De bandenspanning moet de door de fabrikant opgegeven spanning zijn, die trouwens ook bij de inleidende wegtest voor het afstellen van de rem is gebruikt. Op banken met twee rollen kan de bandenspanning nog met ten hoogste 50 % worden verhoogd. De werkelijk gebruikte bandenspanning wordt in het testrapport vermeld.

## 6. PROCEDURE VOOR TESTS OP DE ROLLENBANK

### 6.1. Bijzondere uitvoeringsvoorwaarden voor de cyclus

- 6.1.1. Tijdens de test moet de temperatuur in de testruimte tussen 293 en 303 K (20 en 30 °C) liggen. De absolute luchtvochtigheid (H) in de ruimte of van de aan de motor toegevoerde lucht moet zodanig zijn dat:

$$5,5 \leq H \leq 12,2 \text{ (g H}_2\text{O/kg droge lucht)}$$



6.1.2. Het voertuig moet tijdens de test vrijwel horizontaal staan om een abnormale verdeling van de brandstof te voorkomen.

6.1.3. Een luchtstroom met variabele snelheid wordt over het voertuig geblazen. De ventilator moet binnen het bedrijfsgebied van 10 km/h tot ten minste 50 km/h een zodanige snelheid hebben dat de lineaire snelheid van de lucht aan de ventilatoruitlaat tot op  $\pm 5$  km/h de overeenkomstige rolsnelheid benadert. De gebruikte ventilator moet de volgende kenmerken hebben:

- oppervlak: ten minste 0,2 m<sup>2</sup>;
- hoogte van de onderrand boven de grond: ongeveer 20 cm;
- afstand van de voorzijde van het voertuig: ongeveer 30 cm.

Een andere mogelijkheid is de ventilatorsnelheid vast te stellen op een luchtsnelheid van ten minste 6 m/s (21,6 km/h).

Op verzoek van de fabrikant kan voor speciale voertuigen (bv. bestelwagens, terreinvoertuigen) de hoogte van de koelventilator worden gewijzigd.

6.1.4. Tijdens de test wordt de snelheid als functie van de tijd geregistreerd of in een gegevensverzamelingsstelsel ingevoerd, zodat de juiste uitvoering van de cycli kan worden gecontroleerd.

## 6.2. Starten van de motor

6.2.1. De motor wordt gestart met behulp van de daartoe aanwezige voorzieningen volgens de aanwijzingen van de fabrikant, zoals deze vermeld staan in het instructieboek voor serievoertuigen.

6.2.2. De eerste cyclus start zodra de procedure voor het starten van de motor is ingezet.

6.2.3. Bij gebruik van LPG of aardgas als brandstof is het toegestaan de motor met benzine te starten en op LPG of aardgas over te schakelen na een vooraf bepaalde periode die door de bestuurder niet kan worden gewijzigd.

## 6.3. Stationair draaien

6.3.1. Handgeschakelde of halfautomatische versnellingsbak, zie de tabellen 1.2 en 1.3 in aanhangsel 1 van deze bijlage.

6.3.2. *Automatische versnellingsbak*

Zodra de keuzehendel in de beginstand is geplaatst, mag deze gedurende de test niet worden verzet, behalve in het geval vermeld in punt 6.4.3 of indien de keuzehendel de eventueel aanwezige overdrive in werking kan stellen.

## 6.4. Acceleraties

6.4.1. Tijdens de volledige duur van de acceleratiefasen verlopen de acceleraties zo constant mogelijk.

6.4.2. Indien een acceleratie niet in de voorgeschreven tijd kan worden uitgevoerd, wordt de extra benodigde tijd zoveel mogelijk in mindering gebracht op de tijd voor het schakelen en, indien deze ontbreekt, op de daarop aansluitende periode van constante snelheid.

6.4.3. *Automatische versnellingsbak*

Indien een acceleratie niet in de voorgeschreven tijd kan worden uitgevoerd, wordt de keuzehendel voor de versnellingen bediend volgens de voorschriften voor handgeschakelde versnellingsbakken.

## 6.5. Vertragingen

6.5.1. Bij alle vertragingen van de elementaire stadscyclus (deel 1) wordt het gaspedaal volledig losgelaten en blijft de koppeling ingeschakeld. De koppeling wordt vrijgezet, terwijl de versnellingsbak ingeschakeld blijft, bij de hoogste van de volgende snelheden: 10 km/h of de snelheid die overeenkomt met het stationaire toerental van de motor.

Bij alle vertragingen van de cyclus buiten de stad (deel 2) wordt het gaspedaal volledig losgelaten en blijft de koppeling ingeschakeld. De koppeling wordt vrijgezet, terwijl de versnellingsbak ingeschakeld blijft, wanneer de snelheid bij de laatste vertraging tot 50 km/h is verminderd.

- 6.5.2. Indien de vertraging langer duurt dan voor deze fase is voorgeschreven, worden de remmen van het voertuig gebruikt om aan de cyclustijd te kunnen voldoen.
- 6.5.3. Indien de vertraging korter duurt dan voor deze fase is voorgeschreven, herstelt men de tijdsindeling van de theoretische cyclus door met een periode van constante snelheid of stationair draaien over te gaan op de volgende handeling.
- 6.5.4. Aan het einde van de vertragingperiode (stilstand van het voertuig op de rollen) van de elementaire stadscyclus (deel 1) wordt de versnelling in neutraal gezet en de koppeling ingeschakeld.

## 6.6. **Constate snelheden**

- 6.6.1. „Pompen” of het sluiten van de gasklep moet worden vermeden bij het overgaan van acceleratie naar de volgende fase van constante snelheid.
- 6.6.2. Tijdens perioden van constante snelheid wordt het gaspedaal in dezelfde stand gehouden.

## 7. PROCEDURE VOOR BEMONSTERING EN ANALYSE

### 7.1. **Bemonstering**

De bemonstering begint (BM) voordat of op het moment dat de motor wordt gestart, en eindigt op het einde van de laatste fase van stationair draaien in de cyclus buiten de stad (deel 2, einde bemonstering (EM)), of, in geval van een test van type VI, einde van de laatste fase van stationair draaien van de laatste elementaire stadscyclus (deel 1).

### 7.2. **Analyse**

- 7.2.1. De analyse van de uitlaatgassen in de zak geschiedt zo spoedig mogelijk en in elk geval niet later dan 20 minuten na het einde van de testcyclus. De filters waarmee de deeltjes zijn opgevangen, moeten uiterlijk één uur na de test in de kamer worden gebracht, daar tussen 2 en 36 uur worden geconditioneerd en vervolgens worden gewogen.
- 7.2.2. Vóór elke analyse wordt het analyseapparaat met behulp van het passende nulgas ingesteld op de nulwaarde van het bereik dat voor elke verontreinigende stof wordt gebruikt.
- 7.2.3. Vervolgens worden de analyseapparaten met behulp van kalibratiegassen in nominale concentraties tussen 70 en 100 % van de volledige schaal ingesteld volgens de kalibratiekrommen.
- 7.2.4. De nulinstelling van de analyseapparaten wordt nogmaals gecontroleerd. Indien de afgelezen waarde meer dan 2 % afwijkt van de waarde die bij de in punt 7.2.2 voorgeschreven instelling is verkregen, wordt de handeling herhaald.
- 7.2.5. Vervolgens worden de monsters geanalyseerd.
- 7.2.6. Na de analyse worden de nulwaarde en de schaalinstelwaarden opnieuw gecontroleerd met dezelfde gassen. Indien deze nieuwe waarden niet meer dan 2 % afwijken van die in punt 7.2.3, worden de analyseresultaten als geldig beschouwd.
- 7.2.7. Bij alle in dit punt beschreven handelingen moeten het debiet en de druk van de gassen gelijk zijn aan die bij de kalibratie van de analyseapparaten.
- 7.2.8. De waarde die wordt genoteerd voor de concentratie van alle in de gassen gemeten verontreinigende stoffen, is het cijfer dat wordt afgelezen na stabilisering van het meettoestel. De massa-emissies van koolwaterstoffen door compressieontstekingsmotoren worden berekend aan de hand van de geïntegreerde waarde die wordt afgelezen op de verwarmde vlamionisatiedetector (HFID), eventueel na correctie op basis van de debietvariatie zoals voorgeschreven in aanhangsel 5 van deze bijlage.

## 8. BEPALING VAN DE UITGESTOTEN HOEVEELHEID VERONTREINIGENDE GASSEN EN DEELTJES

## 8.1. Volumecorrectie

Het in aanmerking te nemen volume wordt herleid tot 101,33 kPa en 273,2 K.

## 8.2. Totale massa van de uitgestoten verontreinigende gassen en deeltjes

De massa  $M$  van elke tijdens de test door het voertuig uitgestoten verontreinigende stof wordt bepaald door berekening van het product van de volumetrische concentratie en het volume van het desbetreffende gas, waarbij wordt uitgegaan van de onderstaande dichtheidswaarden onder de hierboven aangegeven referentieomstandigheden:

- Voor koolmonoxide (CO):  $d = 1,25 \text{ g/l}$
- Voor koolwaterstoffen:
  - bij benzine ( $\text{CH}_{1,85}$ )  $d = 0,619 \text{ g/l}$
  - bij diesel ( $\text{CH}_{1,86}$ )  $d = 0,619 \text{ g/l}$
  - bij LPG ( $\text{CH}_{2,525}$ )  $d = 0,649 \text{ g/l}$
  - of bij aardgas ( $\text{CH}_4$ )  $d = 0,714 \text{ g/l}$
- Voor stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ):  $d = 2,05 \text{ g/l}$

De massa  $m$  van de door het voertuig tijdens de test uitgestoten verontreinigende deeltjes wordt berekend door weging van de massa van de deeltjes die zich op beide filters bevinden:  $m_1$  op het eerste filter,  $m_2$  op het tweede filter:

- indien  $0,95 (m_1 + m_2) \leq m_1$ ,  $m = m_1$ ;
- indien  $0,95 (m_1 + m_2) > m_1$ ,  $m = m_1 + m_2$ ,
- indien  $m_2 > m_1$ , wordt de test afgewezen.

In aanhangsel 8 van deze bijlage worden de methoden voor de berekening van de massa-emissies van verontreinigende gassen en deeltjes beschreven, samen met een aantal voorbeelden.

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 1

## OPEENVOLGENDE DELEN VAN DE BEDRIJFSCYCLUS VOOR DE TEST VAN TYPE I

## 1. BEDRIJFSCYCLUS

De bedrijfscyclus, die bestaat uit deel 1 (stadscyclus) en deel 2 (cyclus buiten de stad), is geïllustreerd in figuur 1/1.

## 2. ELEMENTAIRE STADSCYCLUS (deel 1)

(Zie figuur 1/2 en tabel 1.2)

## 2.1. Uitsplitsing naar fasen

	Tijd (s)	%	
Stationair draaien	60	30,8	35,4
Stationair draaien, voertuig rijdend, gekoppeld en in een versnelling	9	4,6	
Schakelen	8	4,1	
Acceleraties	36	18,5	
Constante snelheid	57	29,2	
Vertragingen	25	12,8	
	195	100	

## 2.2. Uitsplitsing naar gebruik van de versnellingsbak

	Tijd (s)	%	
Stationair draaien	60	30,8	35,4
Stationair draaien, voertuig rijdend, gekoppeld en in een versnelling	9	4,6	
Schakelen	8	4,1	
Eerste versnelling	24	12,3	
Tweede versnelling	53	27,2	
Derde versnelling	41	21	
	195	100	

## 2.3. Algemene informatie:

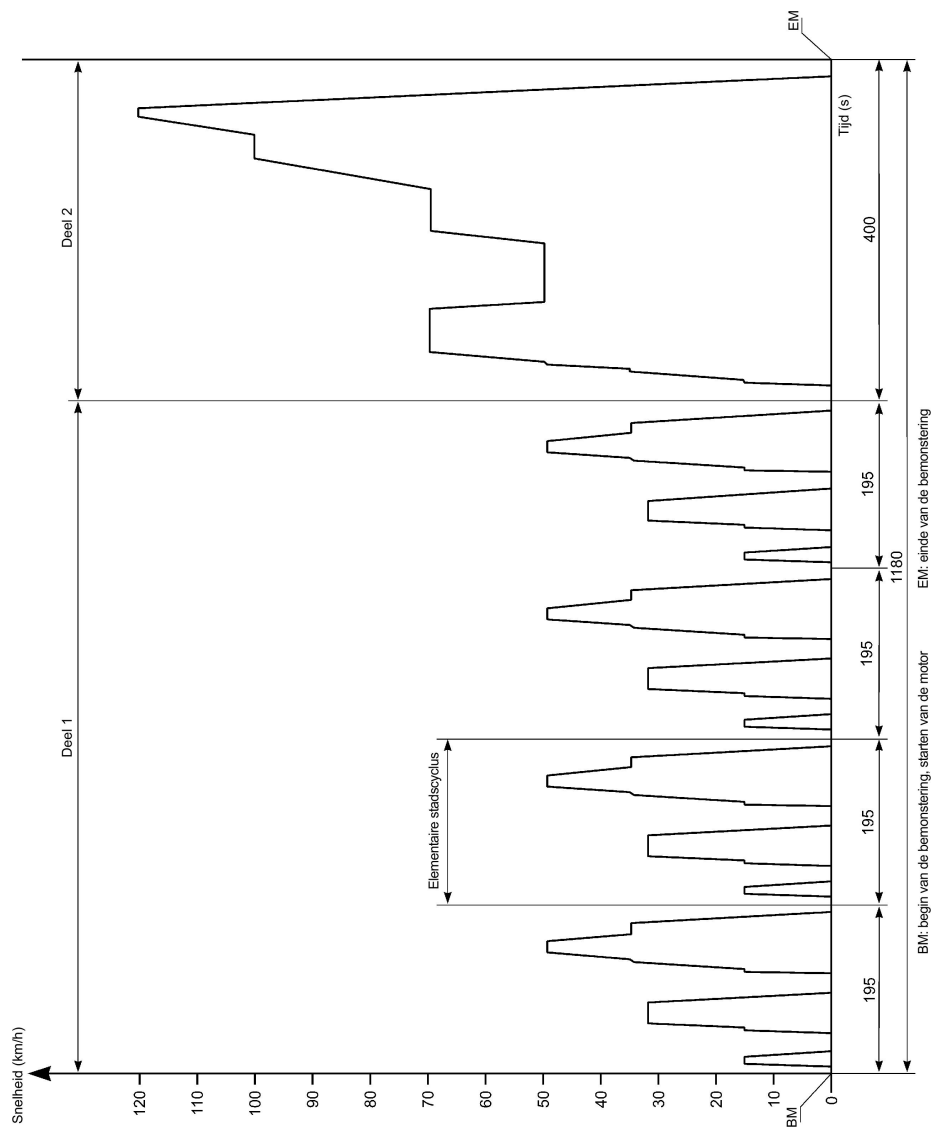
- Gemiddelde snelheid tijdens de test: 19 km/h
- Werkelijke looptijd: 195 s
- Per cyclus theoretisch afgelegde afstand: 1,013 km
- Voor de vier cycli theoretisch afgelegde afstand: 4,052 km

Tabel 1.2

## Elementaire stadscyclus op de rollenbank (deel 1)

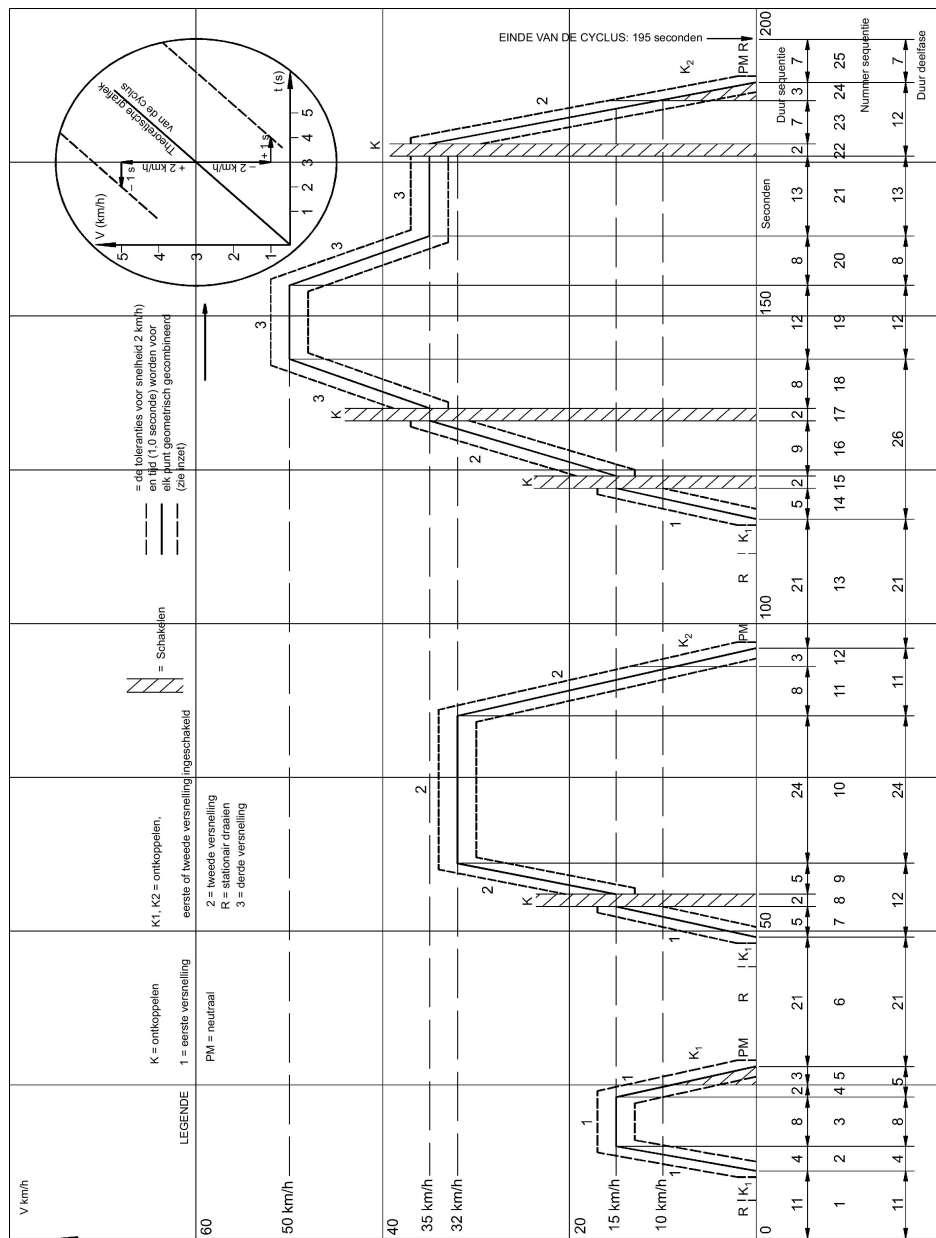
Nr. van de handeling	Handeling	Fase	Versnelling (m/s <sup>2</sup> )	Snelheid (km/h)	Duur van elke		Gecumuleerde tijd (s)	In te schakelen versnelling bij mechanische versnellingsbak
					handeling (s)	fase (s)		
1	Stationair draaien	1			11	11	11	6 s PM + 5 s K <sub>1</sub> (*)
2	Versnellen	2	1,04	0-15	4	4	15	1
3	Constante snelheid	3		15	9	8	23	1
4	Vertragen	4	-0,69	15-10	2	5	25	1
5	Vertragen, ontkoppeld		-0,92	10-0	3		28	K <sub>1</sub> (*)
6	Stationair draaien	5			21	21	49	16 s PM + 5 s K <sub>1</sub> (*)
7	Versnellen	6	0,83	0-15	5	12	54	1
8	Schakelen				2		56	
9	Versnellen		0,94	15-32	5		61	2
10	Constante snelheid	7		32	24	24	85	2
11	Vertragen	8	-0,75	32-10	8	11	93	2
12	Vertragen, ontkoppeld		-0,92	10-0	3		96	K <sub>2</sub> (*)
13	Stationair draaien	9	0-15	0-15	21		117	16 s PM + 5 s K <sub>1</sub> (*)
14	Versnellen	10			5	26	122	1
15	Schakelen				2		124	
16	Versnellen		0,62	15-35	9		133	2
17	Schakelen				2		135	
18	Versnellen		0,52	35-50	8		143	3
19	Constante snelheid	11		50	12	12	155	3
20	Vertragen	12	-0,52	50-35	8	8	163	3
21	Constante snelheid	13		35	13	13	176	3
22	Schakelen	14			2	12	178	
23	Vertragen		-0,99	35-10	7		185	2
24	Vertragen, ontkoppeld		-0,92	10-0	3		188	K <sub>2</sub> (*)
25	Stationair draaien	15			7	7	195	7 s PM (*)

(\*) PM = versnellingsbak in neutraal, koppeling ingeschakeld. K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> = eerste of tweede versnelling ingeschakeld, ontkoppeld.



Figuur 1/1

Bedrijfsyclus voor de test van type I



Figuur 1/2

Elementaire stads cyclus voor de test van type I

## 3. CYCLUS BUITEN DE STAD (deel 2)

(Zie figuur 1/3 en tabel 1.3)

## 3.1. Uitsplitsing naar fasen

	Tijd (s)	%
Stationair draaien	20	5,0
Stationair draaien, voertuig rijdend, gekoppeld en in een versnelling	20	5,0
Schakelen	6	1,5
Acceleraties	103	25,8
Constance snelheid	209	52,2
Vertragingen	42	10,5
	400	100

## 3.2. Uitsplitsing naar gebruik van de versnellingsbak

	Tijd (s)	%
Stationair draaien	20	5,0
Stationair draaien, voertuig rijdend, gekoppeld en in een versnelling	20	5,0
Schakelen	6	1,5
Eerste versnelling	5	1,3
Tweede versnelling	9	2,2
Derde versnelling	8	2
Vierde versnelling	99	24,8
Vijfde versnelling	233	58,2
	400	100

## 3.3. Algemene informatie:

— Gemiddelde snelheid tijdens de test:	62,6 km/h
— Werkelijke looptijd:	400 s
— Per cyclus theoretisch afgelegde afstand:	6,955 km
— Maximumsnelheid:	120 km/h
— Maximumacceleratie:	0,833 m/s <sup>2</sup>
— Maximumvertraging:	- 1,389 m/s <sup>2</sup>



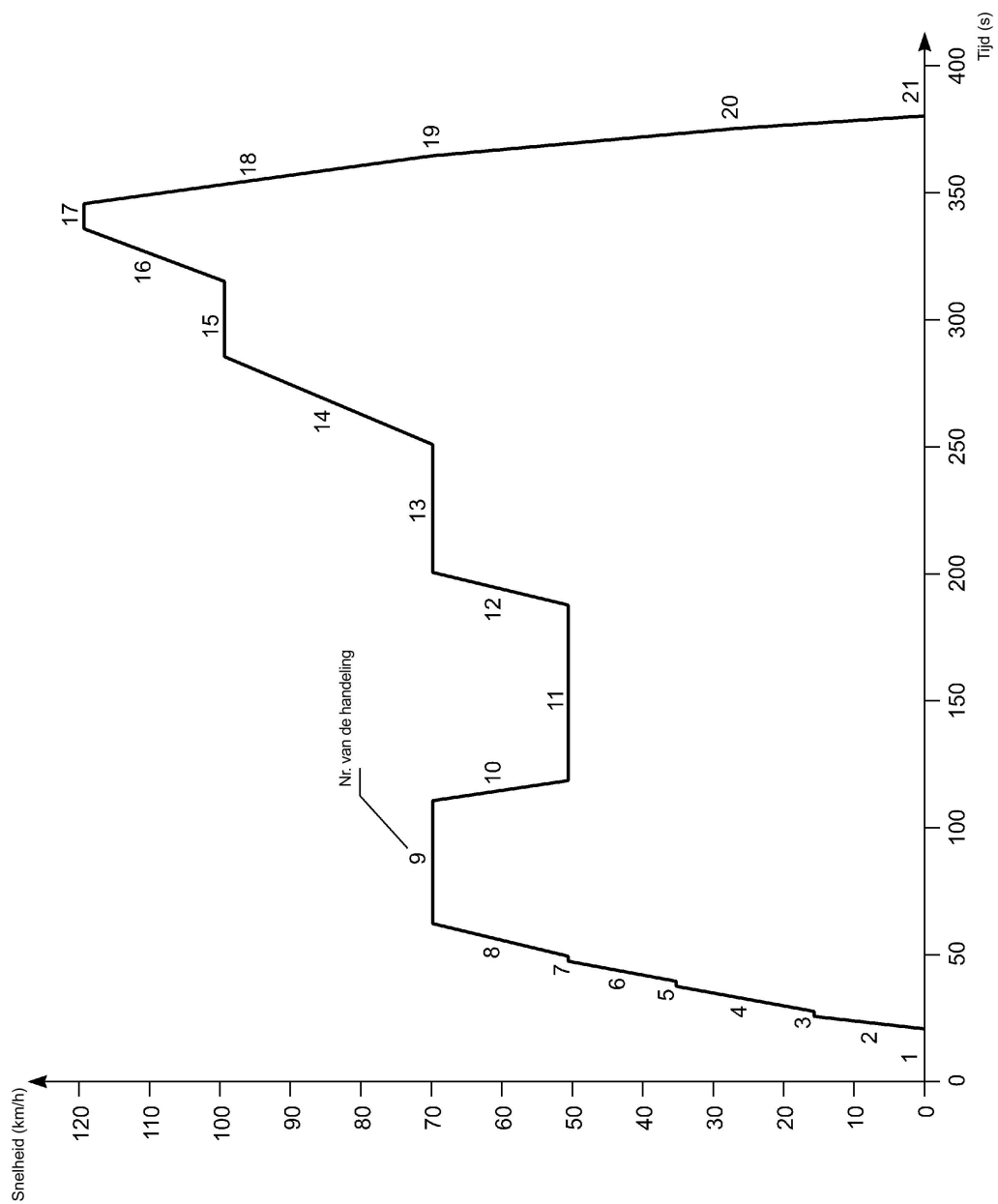
Tabel 1.3

## Cyclus buiten de stad (deel 2) voor de test van type I

Nr. van de handeling	Handeling	Fase	Versnelling (m/s <sup>2</sup> )	Snelheid (km/h)	Duur van elke		Gecumuleerde tijd (s)	In te schakelen versnelling bij mechanische versnellingsbak
					handeling (s)	fase (s)		
1	Stationair draaien	1			20	20	20	K <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>
2	Versnellen	12	0,83	0	5	41	25	1
3	Schakelen				2		27	—
4	Versnellen		0,62	15-35	9		36	2
5	Schakelen				2		38	—
6	Versnellen		0,52	35-30	8		46	3
7	Schakelen				2		48	—
8	Versnellen		0,43	50-70	13		61	4
9	Constante snelheid	3		70	50	50	111	5
10	Vertragen	4	-0,69	70-50	8	8	119	4 s.5 + 4 s.4
11	Constante snelheid	5		50	69	69	188	4
12	Versnellen	6	0,43	50-70	13	13	201	4
13	Constante snelheid	7		70	50	50	251	5
14	Versnellen	8	0,24	70-100	35	35	286	5
15	Constante snelheid <sup>(2)</sup>	9		100	30	30	316	5 <sup>(2)</sup>
16	Versnellen <sup>(2)</sup>	10	0,28	100-120	20	20	336	5 <sup>(2)</sup>
17	Constante snelheid <sup>(2)</sup>	11		120	10	20	346	5 <sup>(2)</sup>
18	Vertragen <sup>(2)</sup>	12	-0,69	120-80	16	34	362	5 <sup>(2)</sup>
19	Vertragen <sup>(2)</sup>		-1,04	80-50	8		370	5 <sup>(2)</sup>
20	Vertragen, ontkoppeld		1,39	50-0	10		380	K5 <sup>(1)</sup>
21	Stationair draaien	13			20	20	400	PM <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> PM = versnellingsbak in neutraal, koppeling ingeschakeld. K<sub>1</sub>, K<sub>5</sub> = eerste of vijfde versnelling ingeschakeld, ont koppeld.

<sup>(2)</sup> Overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant kunnen nog meer versnellingen worden gebruikt, indien het voertuig van een transmissie met meer dan vijf versnellingen is voorzien.



Figuur 1/3

Cyclus buiten de stad (deel 2) voor de test van type I

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 2

## ROLLENBANK

## 1. DEFINITIE VAN EEN ROLLENBANK MET KROMME VOOR EEN NIET-REGELBAAR OPGENOMEN VERMOGEN

## 1.1. Inleiding

Indien de totale rijweerstand op de weg niet op de bank kan worden gereproduceerd tussen de waarden 10 en 120 km/h, wordt aanbevolen gebruik te maken van een rollenbank met de hieronder gedefinieerde kenmerken.

## 1.2. Definitie

## 1.2.1. De bank kan met een of twee rollen zijn uitgerust.

De voorste rol drijft, direct of indirect, de traagheidsmassa's en de rem aan.

## 1.2.2. Het door de rem en de inwendige wrijving van de rollenbank opgenomen vermogen bij een snelheid van 0 tot 120 km/h is als volgt:

$$F = (a + b \cdot V^2) \pm 0,1 \cdot F_{80} \text{ (zonder negatief te zijn)}$$

waarin:

- F = totaal door de rollenbank opgenomen vermogen (N);
- a = waarde van de rolweerstand (N);
- b = waarde van de luchtweerstandscoëfficiënt (N/(km/h)<sup>2</sup>);
- V = snelheid (km/h);
- F<sub>80</sub> = vermogen bij een snelheid van 80 km/h (N).

## 2. KALIBRATIE VAN DE ROLLENBANK

## 2.1. Inleiding

In dit aanhangsel wordt de methode beschreven die moet worden toegepast om het door de rollenbank opgenomen vermogen te bepalen. Het opgenomen vermogen omvat het ten gevolge van wrijving en het door de rem opgenomen vermogen.

De rollenbank wordt op een snelheid gebracht die hoger ligt dan de maximumsnelheid bij de tests. Vervolgens wordt de aandrijving uitgeschakeld: de draaisnelheid van de aangedreven rol vermindert.

De kinetische energie van de rollen wordt opgenomen door de rem en door wrijving. Bij deze methode wordt geen rekening gehouden met variaties van de inwendige wrijving van de rollen in belaste en onbelaste toestand, terwijl evenmin rekening wordt gehouden met de wrijving van de achterrol indien deze vrij meedraait.

## 2.2. Kalibratie van de vermogensindicator bij een snelheid van 80 km/h als functie van het opgenomen vermogen.

Hierbij wordt de hieronder omschreven methode toegepast (zie ook figuur 2/1).

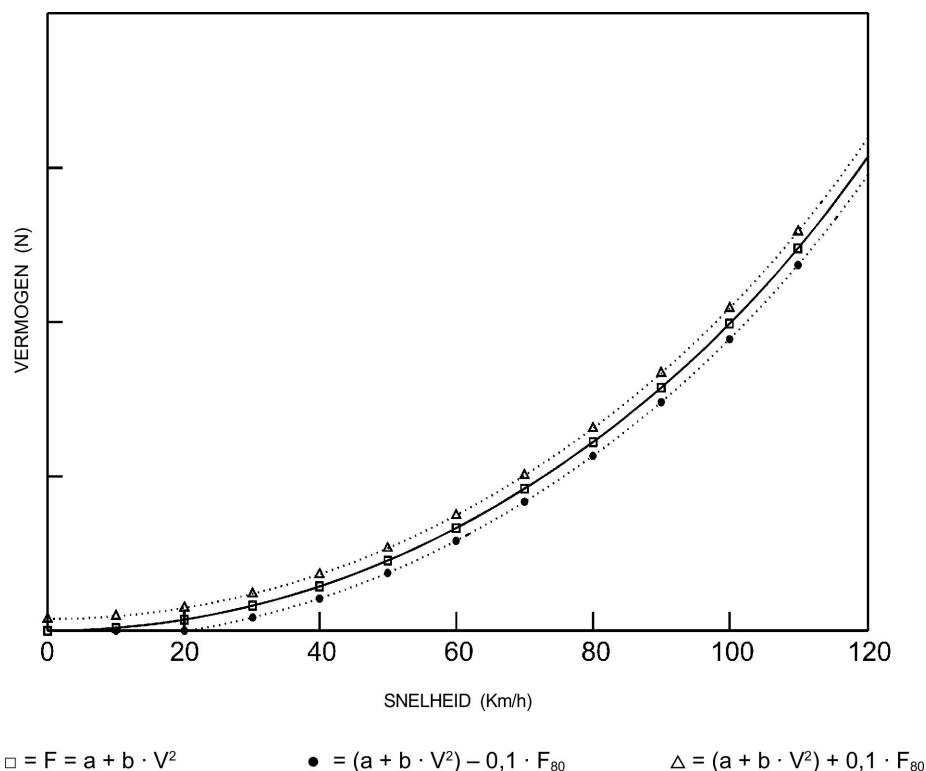
## 2.2.1. Meet de draaisnelheid van de rol voorzover dit nog niet is gebeurd. Men kan hierbij gebruikmaken van een vijfde wiel, een toerenteller of een ander hulpmiddel.

## 2.2.2. Plaats het voertuig op de rollenbank of pas een andere methode toe om de bank in werking te stellen.

2.2.3. Maak gebruik van het vliegwiel of een ander traagheidsimulatiesysteem voor de desbetreffende traagheidsklasse.

Figuur 2/1

Diagram ter illustratie van het door de rollenbank opgenomen vermogen



2.2.4. Breng de bank op een snelheid van 80 km/h.

2.2.5. Noteer het aangegeven vermogen  $F_i$  (N).

2.2.6. Voer de snelheid van de bank op tot 90 km/h.

2.2.7. Schakel het aandrijfsysteem van de bank uit.

2.2.8. Noteer de tijd die de bank nodig heeft om van 85 tot 75 km/h te vertragen.

2.2.9. Stel de rem in op een andere waarde.

2.2.10. Herhaal de in de punten 2.2.4 tot en met 2.2.9 voorgeschreven handelingen een voldoende aantal malen om de volledige reeks vermogens te bestrijken.

2.2.11. Bereken het opgenomen vermogen volgens onderstaande formule:

$$F = \frac{M_i \Delta V}{t}$$

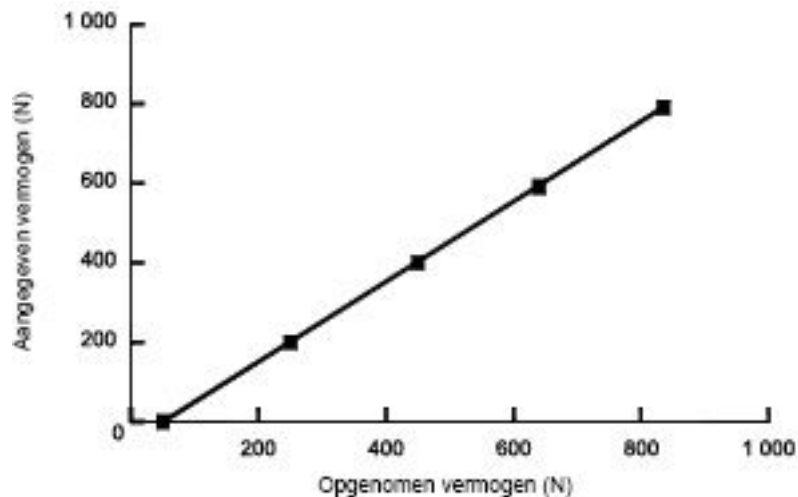
waarin:

- $F$  = het opgenomen vermogen (N);
- $M_i$  = traagheidsequivalent in kg (zonder rekening te houden met de inertie van de vrije achterrol);
- $\Delta V$  = snelheidsafwijking in m/s (10 km/h = 2,775 m/s);
- $t$  = tijd die de rol nodig heeft om van 85 km/h tot 75 km/h te vertragen.

- 2.2.12. In figuur 2/2 is het aangegeven vermogen bij 80 km/h als functie van het opgenomen vermogen bij dezelfde snelheid weergegeven.

Figuur 2/2

Aangegeven vermogen bij 80 km/h als functie van het opgenomen vermogen bij 80 km/h



- 2.2.13. Herhaal de in de punten 2.2.3 tot en met 2.2.12 voorgeschreven handelingen voor alle in aanmerking komende traagheidsklassen.

2.3. **Kalibratie van de vermogensindicator bij andere snelheden als functie van het opgenomen vermogen.**

De in punt 2.2 beschreven handelingen worden zo vaak herhaald als voor de gekozen snelheden noodzakelijk is.

2.4. **Controle van de absorptiekromme van de rollenbank bij een referentiesnelheid van 80 km/h**

- 2.4.1. Plaats het voertuig op de rollenbank of pas een andere methode toe om de bank in werking te stellen.
- 2.4.2. Stel de bank in op het opgenomen vermogen (F) bij een snelheid van 80 km/h.
- 2.4.3. Noteer het bij 120, 100, 80, 60, 40 en 20 km/h opgenomen vermogen.
- 2.4.4. Trek de kromme  $F(V)$  en controleer of deze voldoet aan de voorschriften van punt 1.2.2 van dit aanhangsel.
- 2.4.5. Herhaal de handelingen van de punten 2.4.1 tot en met 2.4.4 voor andere vermogenswaarden (F) bij een snelheid van 80 km/h en voor andere traagheidswaarden.
- 2.5. Dezelfde procedure wordt toegepast voor de kalibratie van de kracht of het koppel.

### 3. AFSTELLING VAN DE ROLLENBANK

#### 3.1. **Afstelmethode**

##### 3.1.1. *Inleiding*

Deze methode krijgt niet de voorkeur en mag alleen worden toegepast bij rollenbanken met een kromme voor een niet-regelbaar opgenomen vermogen om de instelling van het opgenomen vermogen bij 80 km/h te bepalen; zij mag niet worden gebruikt bij compressieontstekingsmotoren.

##### 3.1.2. *Testapparatuur*

De onderdruk (of absolute druk) in het inlaatspruitstuk van het voertuig wordt gemeten met een nauwkeurigheid van  $\pm 0,25$  kPa. Het moet mogelijk zijn deze parameter continu of met intervallen van niet meer dan een seconde te registreren. De snelheid wordt continu geregistreerd met een nauwkeurigheid van  $\pm 0,4$  km/h.

##### 3.1.3. *Test op de weg*

3.1.3.1. Eerst wordt gecontroleerd of aan de voorschriften van punt 4 van aanhangsel 3 van deze bijlage is voldaan.

3.1.3.2. Het voertuig rijdt met een constante snelheid van 80 km/h, waarbij de snelheid en de onderdruk (of de absolute druk) worden geregistreerd overeenkomstig de voorwaarden van punt 3.1.2.

3.1.3.3. De in punt 3.1.3.2 beschreven procedure wordt driemaal in beide richtingen herhaald. De zes ritten moeten binnen een tijdsbestek van vier uur worden afgelegd.

##### 3.1.4. *Gegevensreductie en acceptatiecriteria*

3.1.4.1. De resultaten van de in de punten 3.1.3.2 en 3.1.3.3 voorgeschreven handelingen worden geëvalueerd (de snelheid mag niet gedurende meer dan een seconde lager zijn dan 79,5 km/h of hoger dan 80,5 km/h). Bij elke rit moet de onderdruk met tussenpozen van één seconde worden vastgesteld en moeten de gemiddelde onderdruk en de standaardafwijking (s) worden berekend. Deze berekening moet betrekking hebben op ten minste tien onderdrukwaarden.

3.1.4.2. De standaardafwijking mag bij geen enkele rit groter zijn dan 10 % van de gemiddelde waarde (v).

3.1.4.3. De gemiddelde waarde van de zes ritten (drie in elke richting) wordt berekend.

##### 3.1.5. *Afstelling van de rollenbank*

###### 3.1.5.1. *Vorbereiding*

Voer de handelingen uit die zijn voorgeschreven in de punten 5.1.2.2.1 tot en met 5.1.2.2.4 van aanhangsel 3 van deze bijlage.

###### 3.1.5.2. *Afstelling van de rem*

Nadat het voertuig op bedrijfstemperatuur is gebracht, laat men het rijden met een constante snelheid van 80 km/h. De rem van de rollenbank wordt vervolgens zodanig afgesteld dat de onderdruk (v) wordt verkregen die overeenkomstig punt 3.1.4.3 is vastgesteld. De afwijking ten opzichte van deze waarde mag niet meer dan 0,25 kPa bedragen. Voor deze handeling wordt gebruikgemaakt van de apparatuur die bij de test op de weg is gebruikt.

### 3.2. Alternatieve methode

Met instemming van de fabrikant kan onderstaande methode worden toegepast.

- 3.2.1. De rem wordt zodanig afgesteld dat het op de aangedreven wielen uitgeoefende vermogen bij een constante snelheid van 80 km/h wordt opgenomen overeenkomstig de volgende tabel:

Referentiemassa van het voertuig	Gelijkwaardige traagheid	Door de rollenbank opgenomen vermogen en opgenomen kracht bij 80 km/h		Coëfficiënten	
		kW	N	a	b
Rm (kg)	kg			N	N/(km/h)
Rm ≤ 480	455	3,8	171	3,8	0,0261
480 < Rm ≤ 540	510	4,1	185	4,2	0,0282
540 < Rm ≤ 595	570	4,3	194	4,4	0,0296
595 < Rm ≤ 650	625	4,5	203	4,6	0,0309
650 < Rm ≤ 710	680	4,7	212	4,8	0,0323
710 < Rm ≤ 765	740	4,9	221	5,0	0,0337
765 < Rm ≤ 850	800	5,1	230	5,2	0,0351
850 < Rm ≤ 965	910	5,6	252	5,7	0,0385
965 < Rm ≤ 1 080	1 020	6,0	270	6,1	0,0412
1 080 < Rm ≤ 1 190	1 130	6,3	284	6,4	0,0433
1 190 < Rm ≤ 1 305	1 250	6,7	302	6,8	0,0460
1 305 < Rm ≤ 1 420	1 360	7,0	315	7,1	0,0481
1 420 < Rm ≤ 1 530	1 470	7,3	329	7,4	0,0502
1 530 < Rm ≤ 1 640	1 590	7,5	338	7,6	0,0515
1 640 < Rm ≤ 1 760	1 700	7,8	351	7,9	0,0536
1 760 < Rm ≤ 1 870	1 810	8,1	365	8,2	0,0557
1 870 < Rm ≤ 1 980	1 930	8,4	378	8,5	0,0577
1 980 < Rm ≤ 2 100	2 040	8,6	387	8,7	0,0591
2 100 < Rm ≤ 2 210	2 150	8,8	396	8,9	0,0605
2 210 < Rm ≤ 2 380	2 270	9,0	405	9,1	0,0619
2 380 < Rm ≤ 2 610	2 270	9,4	423	9,5	0,0646
2 610 < Rm	2 270	9,8	441	9,9	0,0674

- 3.2.2. Bij andere voertuigen dan personenwagens met een referentiemassa van meer dan 1 700 kg of bij voertuigen waarbij alle wielen permanent worden aangedreven, worden de in de tabel van punt 3.2.1 aangegeven vermogenswaarden vermenigvuldigd met een factor 1,3.

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 3

**RIJWEERSTAND VAN EEN VOERTUIG — METHODE VOOR METING OP DE WEG — SIMULATIE OP EEN ROLLENBANK**

## 1. DOEL VAN DE METHODEN

De hierna beschreven methoden hebben ten doel de rijweerstand te meten van een met constante snelheid op de weg rijdend voertuig en deze weerstand te simuleren op een rollenbank onder de voorwaarden vermeld in punt 4.1.5 van bijlage 4.

## 2. DEFINITIE VAN DE WEG

De weg is horizontaal en voldoende lang om de hierna vermelde metingen te kunnen uitvoeren. De helling is constant tot op  $\pm 0,1$  % en mag niet meer bedragen dan 1,5 %.

## 3. ATMOSFERISCHE OMSTANDIGHEDEN

3.1. **Wind**

Tijdens de test mag de gemiddelde windsnelheid niet meer dan 3 m/s bedragen met windstoten van niet meer dan 5 m/s. Bovendien moet de windcomponent dwars op de weg minder dan 2 m/s bedragen. De windsnelheid wordt op 0,7 m boven het wegdek gemeten.

3.2. **Vochtigheid**

De weg moet droog zijn.

3.3. **Druk en temperatuur**

Op het tijdstip van de test mag de dichtheid van de lucht niet meer dan  $\pm 7,5$  % afwijken van de referentieomstandigheden  $P = 100$  kPa en  $T = 293,2$  K.

4. VOORBEREIDING VAN HET VOERTUIG <sup>(1)</sup>4.1. **Selectie van het testvoertuig**

Indien niet alle uitvoeringen van een voertuigtype aan de test worden onderworpen, worden voor de selectie van het testvoertuig de volgende criteria gehanteerd.

4.1.1. *Carrosserie*

Indien er verschillende carrosserietypen zijn, wordt de test uitgevoerd op de minst aërodynamische carrosserie. De fabrikant verstrekt de nodige gegevens voor de selectie.

4.1.2. *Banden*

Voor de test wordt de breedste band gekozen. Indien er meer dan drie bandenmaten zijn, wordt de op één na breedste gekozen.

<sup>(1)</sup> Zolang er geen uniforme technische voorschriften zijn opgesteld, moeten de fabrikant en de technische dienst het voor hybride elektrische voertuigen (HEV's) eens worden over de staat van het voertuig bij de uitvoering van de test zoals gedefinieerd in dit aanhangsel.



4.1.3. *Testmassa*

De testmassa is de referentiemassa van het voertuig met het hoogste traagheidsbereik.

4.1.4. *Motor*

Het testvoertuig is van de grootste warmtewisselaar(s) voorzien.

4.1.5. *Transmissie*

Er wordt een test uitgevoerd met elk type van de volgende transmissies:

- voorwielaandrijving;
- achterwielaandrijving;
- permanente vierwielaandrijving;
- niet-permanente vierwielaandrijving;
- automatische versnellingsbak;
- handgeschakelde versnellingsbak.

4.2. **Inrijden**

Het voertuig verkeert in de normale rijklare toestand en is ten minste 3 000 km ingereden. De banden zijn gelijktijdig met het voertuig ingereden of hebben 90 tot 50 % van de oorspronkelijke profieldiepte.

4.3. **Inspecties**

Er wordt gecontroleerd of het voertuig wat de hierna genoemde punten betreft in overeenstemming is met de fabrieksspecificaties:

- wielen, sierdoppen, banden (merk, type, spanning);
- uitlijning van de voorwielen;
- afstelling van de remmen (opheffing van bijkomende wrijving), smering van de voor- en achteras;
- afstelling van de vering en van de stand van het voertuig enz.

4.4. **Vorbereiding voor de test**

4.4.1. Het voertuig wordt belast tot de referentiemassa. De stand van het voertuig moet overeenkomen met de positie die wordt ingenomen indien het zwaartepunt van de belasting zich bevindt in het midden van het lijnstuk dat de punten R van de buitenste voorzitplaatsen verbindt.

4.4.2. Bij tests op de weg worden de ramen van het voertuig gesloten. Eventuele kleppen van klimaatregelsystemen, koplampen enz. moeten dicht zijn.

4.4.3. Het voertuig moet schoon zijn.

4.4.4. Direct vóór de test wordt het voertuig op de juiste wijze op bedrijfstemperatuur gebracht.

5. **METHODEN**5.1. **Variatie van de energie bij uitloopmethode**5.1.1. *Op de weg*5.1.1.1. **Meetapparatuur en toelaatbare fout**

De tijd wordt gemeten met een toelaatbare fout van minder dan  $\pm 0,1$  s;

de snelheid wordt gemeten met een toelaatbare fout van minder dan  $\pm 2$  %.

## 5.1.1.2. Testprocedure

5.1.1.2.1. De snelheid van het voertuig wordt opgevoerd tot 10 km/h boven de gekozen testsnelheid V.

5.1.1.2.2. De versnellingsbak wordt in de neutrale stand geplaatst.

5.1.1.2.3. Meet de vertragingstijd ( $t_1$ ) van het voertuig van snelheid

$$V_2 = V + \Delta V \text{ km/h tot snelheid } V_1 = V - \Delta V \text{ km/h}$$

5.1.1.2.4. Voer dezelfde test uit in tegenovergestelde richting ter bepaling van  $t_2$ .5.1.1.2.5. Bereken het gemiddelde T van de tijden  $t_1$  en  $t_2$ .

5.1.1.2.6. Herhaal deze tests een aantal malen zodat de statistische nauwkeurigheid (p) met betrekking tot het gemiddelde

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \text{ niet meer dan 2 \% bedraagt (} p \leq 2 \text{ \%).$$

De statistische nauwkeurigheid (p) wordt gedefinieerd door:

$$p = \left( \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \right) \cdot \frac{100}{T}$$

waarin:

- t = coëfficiënt volgens onderstaande tabel;
- n = aantal tests;
- s = standaardafwijking.

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T)^2}{n-1}}$$

n	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$t/\sqrt{n}$	1,6	1,25	1,06	0,94	0,85	0,77	0,73	0,66	0,64	0,61	0,59	0,57

5.1.1.2.7. Bereken het vermogen met behulp van de formule:

$$p = \frac{M \cdot V \cdot \Delta V}{T}$$

waarin:

- P = wordt uitgedrukt in kW;
- V = de testsnelheid in m/s;
- $\Delta V$  = snelheidsafwijking van de snelheid V, in m/s;
- M = referentiemassa in kg;
- T = tijd in seconden (s).

5.1.1.2.8. Het vermogen (P) dat op de weg is gemeten, wordt als volgt gecorrigeerd naar de referentieomgevingsomstandigheden:

$$P_{\text{gecorrigeerd}} = K \cdot P_{\text{gemeten}}$$

$$K = \frac{R_R}{R_T} [1 + K_R(t - t_0)] + \frac{R_{\text{AERO}}}{R_T} \cdot \left( \frac{P_0}{P} \right)$$

waarin:

- $R_R$  = rolweerstand bij snelheid  $V$ ;
- $R_{AERO}$  = luchtweerstand bij snelheid  $V$ ;
- $R_T$  = totale rijweerstand =  $R_R + R_{AERO}$ ;
- $K_R$  = temperatuurcorrectiefactor van de rolweerstand, vastgesteld op  $8,64 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$  of de door de bevoegde instantie goedgekeurde correctiefactor van de fabrikant;
- $t$  = omgevingstemperatuur in  $^{\circ}\text{C}$  bij de wegstest;
- $t_0$  = Referentieomgevingstemperatuur =  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- $\rho$  = dichtheid van de lucht in de testomstandigheden;
- $\rho_0$  = dichtheid van de lucht in de referentieomstandigheden ( $20^{\circ}\text{C}$ , 100 kPa).

De verhoudingen  $R_R/R_T$  en  $R_{AERO}/R_T$  worden door de voertuigfabrikant opgegeven op basis van de gegevens waarover het bedrijf normaliter beschikt.

Indien deze waarden niet beschikbaar zijn, mogen, voorzover de fabrikant en de betrokken technische dienst daarmee instemmen, de met behulp van de onderstaande formule verkregen cijfers voor de verhouding tussen rolweerstand en totale weerstand worden gebruikt:

$$\frac{R_R}{R_T} = a \cdot M + b$$

waarin:

- $M$  = voertuigmassa in kg
- en voor elke snelheid de coëfficiënten  $a$  en  $b$  volgens onderstaande tabel:

$V$ (km/h)	$a$	$b$
20	$7,24 \text{ A } 10^{-5}$	0,82
40	$1,59 \text{ A } 10^{-4}$	0,54
60	$1,96 \text{ A } 10^{-4}$	0,33
80	$1,85 \text{ A } 10^{-4}$	0,23
100	$1,63 \text{ A } 10^{-4}$	0,18
120	$1,57 \text{ A } 10^{-4}$	0,14

### 5.1.2. Op de rollenbank

#### 5.1.2.1. Meetapparatuur en nauwkeurigheid

De apparatuur is dezelfde als die voor de test op de weg.

#### 5.1.2.2. Testprocedure

##### 5.1.2.2.1. Plaats het voertuig op de rollenbank.

##### 5.1.2.2.2. Pas de bandenspanning (koud) van de aangedreven wielen aan zoals vereist voor de rollenbank.

##### 5.1.2.2.3. Stel het traagheidsequivalent van de rollenbank in.

##### 5.1.2.2.4. Breng het voertuig en de rollenbank op de juiste wijze op bedrijfstemperatuur.

##### 5.1.2.2.5. Voer de handelingen uit die beschreven zijn in punt 5.1.1.2 (met uitzondering van de punten 5.1.1.2.4 en 5.1.1.2.5) waarbij in de formule van punt 5.1.1.2.7, $M$ wordt vervangen door $I$ .

- 5.1.2.2.6. Stel de rem zodanig af dat het gecorrigeerde vermogen (punt 5.1.1.2.8) wordt gereproduceerd en dat rekening wordt gehouden met het verschil tussen de voertuigmassa ( $M$ ) op de weg en de te gebruiken testmassa met equivalente traagheid ( $I$ ). Dit kan worden uitgevoerd door de gemiddelde gecorrigeerde uitlooptijd van  $V_2$  tot  $V_1$  op de weg te berekenen en dezelfde tijd op de rollenbank te reproduceren met behulp van de volgende formule:

$$T_{\text{gecorrigeerd}} = \frac{T_{\text{gemeten}}}{K} \cdot \frac{I}{M}$$

$K$  = de in punt 5.1.1.2.8 gespecificeerde waarde.

- 5.1.2.2.7. Het door de rollenbank op te nemen vermogen  $P_a$  wordt bepaald om voor hetzelfde voertuig op verschillende dagen hetzelfde vermogen (punt 5.1.1.2.8) te kunnen reproduceren.

## 5.2. Meting van het koppel bij constante snelheid

### 5.2.1. Op de weg

#### 5.2.1.1. Meetapparatuur en toelaatbare fout

Het koppel wordt gemeten met een nauwkeurigheid van  $\pm 2\%$ .

De snelheid wordt gemeten met een nauwkeurigheid van  $\pm 2\%$ .

#### 5.2.1.2. Testprocedure

##### 5.2.1.2.1. Breng het voertuig op de gekozen constante snelheid $V$ .

5.2.1.2.2. Noteer het koppel  $C_t$  en de snelheid gedurende ten minste 20 seconden. Het registratiesysteem moet een nauwkeurigheid hebben van ten minste  $\pm 1$  Nm voor het koppel en  $\pm 0,2$  km/h voor de snelheid.

5.2.1.2.3. De variaties van het koppel  $C_t$  en de snelheid als functie van de tijd mogen gedurende elke seconde van de registratie niet meer dan 5 % bedragen.

5.2.1.2.4. Het koppel  $C_{t1}$  is het gemiddelde koppel vastgesteld met behulp van onderstaande formule:

$$C_{t1} = \frac{1}{\Delta t} \int_t^{t+\Delta t} C(t) dt$$

5.2.1.2.5. De test wordt driemaal in elke richting uitgevoerd. Bepaal het gemiddelde koppel van deze zes metingen bij de referentiesnelheid. Indien de gemiddelde snelheid meer dan 1 km/h afwijkt van de referentiesnelheid, wordt voor het berekenen van het gemiddelde koppel een lineaire regressie toegepast.

5.2.1.2.6. Bepaal het gemiddelde  $C_t$  van de beide koppelwaarden  $C_{t1}$  en  $C_{t2}$ .

5.2.1.2.7. Het gemiddelde koppel  $C_T$  dat op de weg is gemeten, wordt als volgt gecorrigeerd naar de referentieomgevingsomstandigheden:

$$C_{T\text{gecorrigeerd}} = K \cdot C_{T\text{gemeten}}$$

waarin:  $K$  = de in punt 5.1.1.2.8 van dit aanhangsel gespecificeerde waarde.

### 5.2.2. Op de rollenbank

#### 5.2.2.1. Meetapparatuur en toelaatbare fout

De apparatuur is dezelfde als die voor de test op de weg.

5.2.2.2. Testprocedure

5.2.2.2.1. Voer de handelingen uit die zijn beschreven in de punten 5.1.2.2.1 tot en met 5.1.2.2.4.

5.2.2.2.2. Voer de handelingen uit die zijn beschreven in de punten 5.2.1.2.1 tot en met 5.2.1.2.4.

5.2.2.2.3. Stel de rem zodanig in dat het gecorrigeerde totale koppel op de weg van punt 5.2.1.2.7 wordt gereproduceerd.

5.2.2.2.4. Voer, voor hetzelfde doel, dezelfde handelingen uit als in punt 5.1.2.2.7.

—

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 4

**CONTROLE VAN ANDERE DAN MECHANISCHE TRAAGHEDEN**

## 1. DOEL

Met de in dit aanhangsel beschreven methode kan worden nagegaan of de totale traagheid van de rollenbank de reële waarden tijdens de fasen van de bedrijfscyclus op bevredigende wijze simuleert. De fabrikant van de rollenbank voorziet in een methode om te controleren of aan de voorschriften van punt 3 wordt voldaan.

## 2. PRINCIPE

2.1. **Uitwerking van de werkvergelijkingen**

Aangezien de bank blootstaat aan de wisselende draaisnelheid van de rol(len), kan de kracht aan de oppervlakte van de rol(len) worden uitgedrukt met de formule:

$$F = I \cdot \gamma = I_M \cdot \gamma + F_1$$

waarin:

- $F$  = kracht aan de oppervlakte van de rol(len);
- $I$  = totale traagheid van de bank (equivalente traagheid van het voertuig; zie de tabel in punt 5.1);
- $I_M$  = traagheid van de mechanische massa's van de rollenbank;
- $\gamma$  = tangentiële versnelling aan de oppervlakte van de rol;
- $F_1$  = traagheidskracht.

*Opmerking:* In het aanhangsel wordt deze formule verder toegelicht voor wat rollenbanken met mechanische traagheidssimulatie betreft.

De totale traagheid wordt uitgedrukt met de formule:

$$I = I_M + F_1 / \gamma$$

waarin:

- $I_M$  kan worden berekend of gemeten met traditionele methoden,
- $F_1$  op de rollenbank kan worden gemeten,
- $\gamma$  kan worden berekend aan de hand van de omtreksnelheid van de rollen.

De totale traagheid ( $I$ ) wordt bepaald aan de hand van een versnellings- of vertragingstest met gelijke of hogere waarden dan die welke tijdens een bedrijfscyclus zijn verkregen.

2.2. **Toelaatbare fout bij de berekening van de totale traagheid**

Met behulp van de meet- en rekenmethoden moet de totale traagheid  $I$  met een relatieve fout ( $\Delta I/I$ ) van minder dan  $\pm 2\%$  kunnen worden bepaald.

3. SPECIFICATIES

3.1. De massa van de gesimuleerde totale traagheid I blijft gelijk aan de theoretische waarde van de gelijkwaardige traagheid (zie punt 5.1 van bijlage 4) binnen de volgende grenzen:

3.1.1.  $\pm 5\%$  van de theoretische waarde voor iedere momentane waarde;

3.1.2.  $\pm 2\%$  van de theoretische waarde van de voor iedere sequentie van de cyclus berekende gemiddelde waarde.

3.2. De in punt 3.1.1 genoemde grenswaarden bedragen bij het starten gedurende één seconde  $\pm 50\%$  en, bij voertuigen met handgeschakelde versnellingsbak, tijdens het schakelen gedurende twee seconden  $\pm 50\%$ .

4. CONTROLEPROCEDURE

4.1. Bij iedere test worden controles uitgevoerd gedurende de hele cyclus zoals gedefinieerd in punt 2.1 van bijlage 4.

4.2. Indien evenwel aan de voorschriften van punt 3 wordt voldaan met momentane acceleraties waarbij driemaal zo hoge of lage waarden worden bereikt als bij de sequenties van de theoretische cyclus, zijn bovengenoemde controles niet nodig.

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 5

## DEFINITIE VAN DE GASBEMONSTERINGSSYSTEMEN

## 1. INLEIDING

- 1.1. Aan de voorschriften van punt 4.2 van bijlage 4 kan met verschillende bemonsteringssystemen worden voldaan.

De in de punten 3.1 en 3.2 beschreven typen worden aanvaardbaar geacht indien zij voldoen aan de essentiële criteria van de variabele verdunning.

- 1.2. Het laboratorium moet in zijn rapport de bij de test toegepaste bemonsteringsmethode vermelden.

## 2. CRITERIA DIE VAN TOEPASSING ZIJN OP HET SYSTEEM MET VARIABELE VERDUNNING VOOR HET METEN VAN DE UITLAATGASEMISSIES

2.1. **Toepassingsgebied**

Specificatie van de functionele kenmerken van een uitlaatgasbemonsteringssysteem dat bestemd is voor het meten van de werkelijke massa-emissies van een voertuig overeenkomstig de bepalingen van dit reglement.

Op grond van het principe van bemonstering met variabele verdunning voor het meten van de massa-emissies moet aan drie voorwaarden worden voldaan.

- 2.1.1. De uitlaatgassen van het voertuig moeten onder specifieke voorwaarden continu met omgevingslucht worden verdund.

- 2.1.2. Het totale volume van het mengsel van uitlaatgassen en verdunningslucht moet nauwkeurig worden gemeten.

- 2.1.3. Voor de analyse moet een continu proportioneel monster van de verdunde uitlaatgassen en de verdunningslucht worden genomen.

De massa-emissies worden bepaald aan de hand van de concentraties van het proportionele monster en het tijdens de test gemeten totale volume. De concentraties in het monster worden gecorrigeerd naar het gehalte aan verontreinigende stoffen dat in de omgevingslucht aanwezig is.

Bij voertuigen met compressieontstekingsmotor worden ook de deeltjesemissies bepaald.

2.2. **Technische samenvatting**

In figuur 5/1 is het bemonsteringssysteem schematisch weergegeven.

- 2.2.1.1. De uitlaatgassen van het voertuig moeten met een voldoende hoeveelheid omgevingslucht worden verdund om watercondensatie in het bemonsterings- en meetstelsel te voorkomen.

- 2.2.2. Het uitlaatgasbemonsteringssysteem moet de mogelijkheid bieden de gemiddelde volumeconcentraties van de CO<sub>2</sub>-, CO-, HC- en NO<sub>x</sub>-bestanddelen en, bij voertuigen met compressieontstekingsmotor, de deeltjesemissies te meten, die aanwezig zijn in de uitlaatgassen tijdens de testcyclus van het voertuig.

- 2.2.3. Het mengsel van lucht en uitlaatgassen moet ter hoogte van de sonde homogeen zijn (zie punt 2.3.1.2).

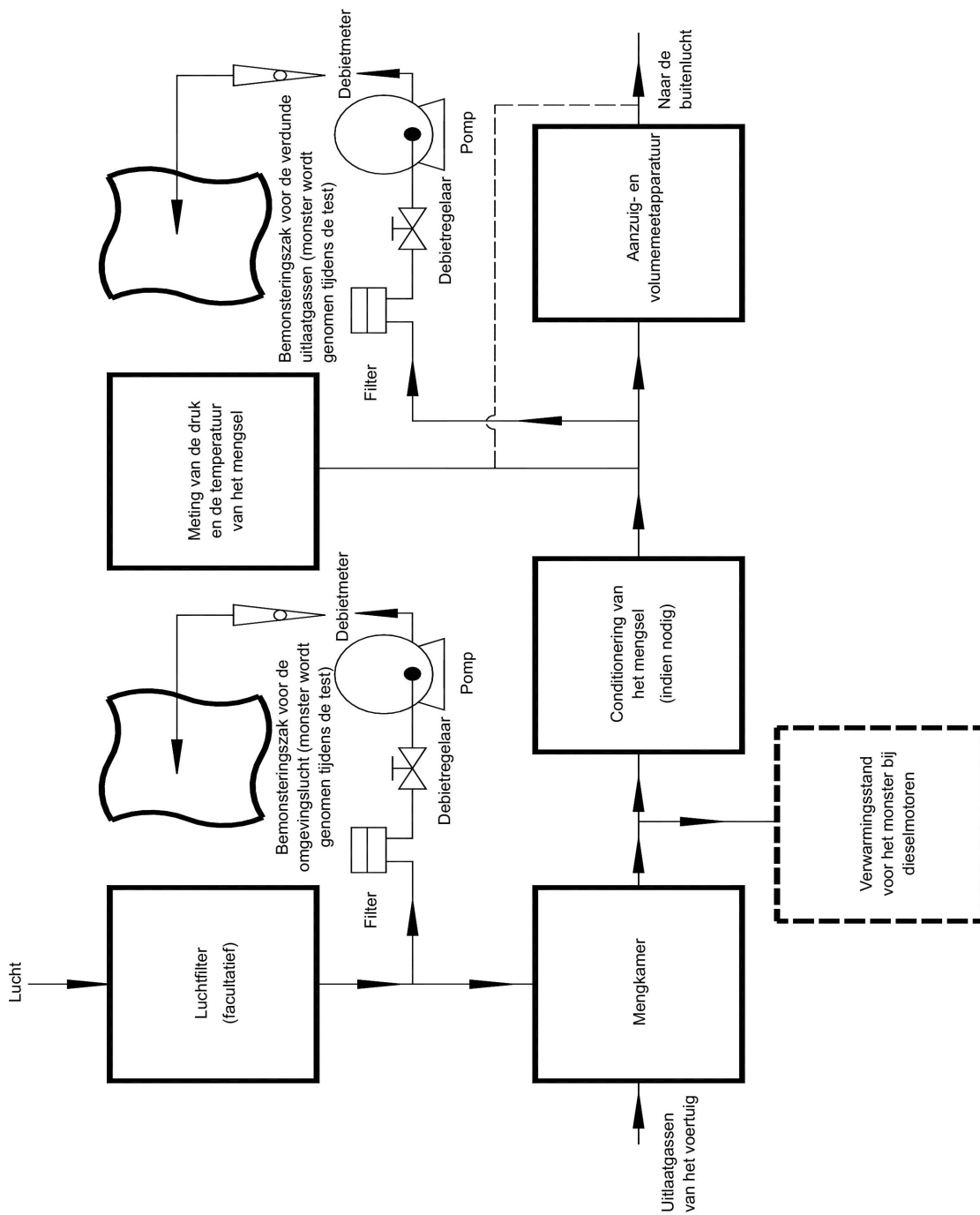
- 2.2.4. Met de sonde moet een representatief monster worden genomen van de verdunde uitlaatgassen.

- 2.2.5. Met het systeem moet het totale volume van de verdunde uitlaatgassen kunnen worden gemeten.



- 2.2.6. De bemonsteringsapparatuur moet gasdicht zijn. Het ontwerp van het bemonsteringssysteem met variabele verdunning en de materialen van de apparatuur moeten zodanig zijn dat zij de concentratie van de verontreinigende stoffen in de verdunde uitlaatgassen niet beïnvloeden. Indien enig onderdeel van de apparatuur (warmtewisselaar, cycloonafscheider, ventilator enz.) van invloed is op de concentratie van enig verontreinigend bestanddeel van de verdunde uitlaatgassen en deze tekortkoming niet kan worden gecorrigeerd, moet de bemonstering van dit bestanddeel vóór dat onderdeel plaatsvinden.
- 2.2.7. Indien het geteste voertuig voorzien is van een uitlaatsysteem met verschillende uitlaaten, worden de aansluitslangen onderling verbonden door een spruitstuk dat zo dicht mogelijk bij het voertuig wordt geïnstalleerd.
- 2.2.8. De gasmonsters worden opgevangen in zakken van voldoende capaciteit om de gasstroom tijdens de bemonstering niet te belemmeren. Het materiaal waarvan deze zakken zijn gemaakt, mag de concentratie van de verontreinigende gassen niet beïnvloeden (zie punt 2.3.4.4).
- 2.2.9. Het systeem met variabele verdunning moet zodanig zijn uitgevoerd dat hiermee monsters van de uitlaatgassen kunnen worden genomen zonder dat de tegendruk aan het uiteinde van de uitlaatpijp aanmerkelijk wordt gewijzigd (zie punt 2.3.1.1).
- 2.3. **Specifieke voorschriften**
- 2.3.1. *Apparatuur voor het opvangen en verdunnen van de uitlaatgassen*
- 2.3.1.1. De verbindingsslang tussen de uitlaaten van het voertuig en de mengkamer moet zo kort mogelijk zijn en mag in geen geval:
- een wijziging in de statische druk aan de uitlaaten van het geteste voertuig teweegbrengen van meer dan  $\pm 0,75$  kPa bij 50 km/h of van meer dan  $\pm 1,25$  kPa tijdens de hele duur van de tests en zulks ten opzichte van de statische drukken die gemeten worden wanneer geen enkele verbindingsslang op de uitlaaten van het voertuig is aangesloten. De druk wordt gemeten in de uitlaaten of in een verlengstuk daarvan met dezelfde diameter, zo dicht mogelijk bij het einde van de uitlaatpijp;
  - de aard van de uitlaatgassen veranderen.
- 2.3.1.2. Er is een mengkamer aanwezig waarin de uitlaatgassen van het voertuig en de verdunningslucht zodanig worden vermengd dat aan de uitlaat van de mengkamer een homogeen mengsel wordt verkregen.
- De homogeniteit van het mengsel in een willekeurig doorsnedevlak ter hoogte van de sonde mag niet meer dan  $\pm 2$  % afwijken van de gemiddelde waarde die verkregen wordt op ten minste vijf op gelijke afstanden over de diameter van de gasstroom verdeelde punten. Ter minimalisering van de effecten op de omstandigheden aan de uitlaaten en ter beperking van de drukval in de apparatuur voor het conditioneren van de verdunningslucht, voorzover deze aanwezig is, mag de druk in de mengkamer niet meer dan  $\pm 0,25$  kPa afwijken van de atmosferische druk.
- 2.3.2. *Aanzuig- en volumemeteapparatuur*
- Deze apparatuur mag voorzien zijn van een reeks vaste snelheidsinstellingen zodat een debiet kan worden verkregen waarbij watercondensatie wordt vermeden. Dit resultaat wordt in het algemeen bereikt door in de bemonsteringszak voor de verdunde uitlaatgassen een CO<sub>2</sub>-concentratie van minder dan 3 vol.-% te handhaven.
- 2.3.3. *Volumemeting*
- 2.3.3.1. De volumemeter moet onder alle bedrijfsomstandigheden zijn kalibratienauwkeurigheid tot op  $\pm 2$  % behouden. Indien deze inrichting eventuele temperatuurvariëaties van het mengsel van uitlaatgassen en verdunningslucht op het meetpunt niet kan compenseren, wordt een warmtewisselaar gebruikt waarmee de temperatuur op  $\pm 6$  K ten opzichte van de gespecificeerde bedrijfstemperatuur wordt gehouden.
- Eventueel kan een cycloonafscheider worden gebruikt om de volumemeteapparatuur te beschermen.
- 2.3.3.2. Direct vóór de volumemeter moet een temperatuursensor zijn aangebracht. Deze temperatuursensor moet een juistheid en nauwkeurigheid hebben van  $\pm 1$  K en een reactietijd van 0,1 s bij 62 % van een gegeven temperatuurvariatie (in siliconenolie gemeten waarde).
- 2.3.3.3. Tijdens de test moeten de drukmetingen een juistheid en nauwkeurigheid hebben van  $\pm 0,4$  kPa.
- 2.3.3.4. De bepaling van de druk ten opzichte van de atmosferische druk geschiedt vóór en (eventueel) achter de volumemeter.

Figuur 5/1  
Schema van een systeem met variabele verdunning voor het meten van de uitlaatgasemissies



- 2.3.4. *Gasbemonstering*
- 2.3.4.1. *Verdunde uitlaatgassen*
- 2.3.4.1.1. Het monster van de verdunde uitlaatgassen wordt genomen vóór de aanzuigapparatuur, maar achter de eventuele conditioneringsapparatuur.
- 2.3.4.1.2. Het debiet mag niet meer dan  $\pm 2\%$  van het gemiddelde afwijken.
- 2.3.4.1.3. Het bemonsteringsdebiet bedraagt ten minste 5 l/min en mag ten hoogste 0,2 % bedragen van het debiet van de verdunde uitlaatgassen.
- 2.3.4.2. *Verdunningslucht*
- 2.3.4.2.1. Bij constant debiet wordt een monster van de verdunningslucht genomen in de nabijheid van de omgevingsluchtinlaat (achter het filter, voorzover aanwezig).
- 2.3.4.2.2. De lucht mag niet verontreinigd zijn door uitlaatgassen die afkomstig zijn uit het vermengingsgebied.
- 2.3.4.2.3. Het bemonsteringsdebiet van de verdunningslucht moet vergelijkbaar zijn met dat van de verdunde uitlaatgassen.
- 2.3.4.3. *Bemonstering*
- 2.3.4.3.1. De voor de bemonstering gebruikte materialen mogen geen invloed hebben op de concentratie van de verontreinigende stoffen.
- 2.3.4.3.2. Voor het verwijderen van vaste deeltjes uit het monster mogen filters worden gebruikt.
- 2.3.4.3.3. Voor het transport van het monster naar de bemonsteringszak(ken) zijn pompen vereist.
- 2.3.4.3.4. Om tot de voor de bemonstering vereiste debieten te komen, zijn debietregelaars en debietmeters vereist.
- 2.3.4.3.5. Tussen de driewegkranen en de bemonsteringszakken kunnen gasdichte snelsluitverbindingen worden aangebracht met automatische sluiting aan de zijde van de opvangzak. Voor het transport van de monsters naar de analyseapparatuur kunnen andere systemen worden gebruikt (bv. driewegkranen).
- 2.3.4.3.6. De verschillende kleppen waarmee de gasmonsterstroom wordt geleid, moeten snel te bedienen en snelwerkend zijn.
- 2.3.4.4. *Opslag van de monsters*
- De gasmonsters worden verzameld in bemonsteringszakken met een capaciteit die voldoende is om het bemonsteringsdebiet te handhaven. De zakken moeten zijn vervaardigd van zodanig materiaal dat de concentratie van synthetische verontreinigende gassen na 20 minuten met niet meer dan 2 % wordt gewijzigd.
- 2.4. **Aanvullend bemonsteringsapparaat voor het testen van voertuigen met compressieontstekingsmotor**
- 2.4.1. In tegenstelling tot de gasbemonstering bij voertuigen met elektrische-ontstekingsmotor bevinden de plaatsen voor de bemonstering van koolwaterstoffen en deeltjes zich in een verdunningstunnel.
- 2.4.2. Om warmteverlies in de uitlaatgassen tussen de uitlaatopening en de inlaatopening van de verdunningstunnel te beperken, mag de lengte van de hiervoor gebruikte buis ten hoogste 3,6 m of bij een buis met thermische isolatie ten hoogste 6,1 m bedragen. De binnendiameter mag ten hoogste 105 mm bedragen.
- 2.4.3. In de verdunningstunnel — een recht, uit elektrisch geleidend materiaal bestaand buisstuk — moeten turbulente stromingsomstandigheden heersen (Reynoldsgetal  $\geq 4\ 000$ ), zodat het verdunde uitlaatgas homogeen is ter hoogte van de bemonsteringspunten en bemonstering van representatieve gas- en deeltjesmonsters verzekerd is. De verdunningstunnel heeft een diameter van ten minste 200 mm. Het systeem is geaard.
- 2.4.4. Het deeltjesbemonsteringssysteem bestaat uit een sonde in de verdunningstunnel en twee achter elkaar geplaatste filters. In de stromingsrichting zijn voor en achter het filterpaar snelsluitende kleppen aangebracht.

De vorm van de bemonsteringssonde stemt overeen met de afbeelding in figuur 5/2.

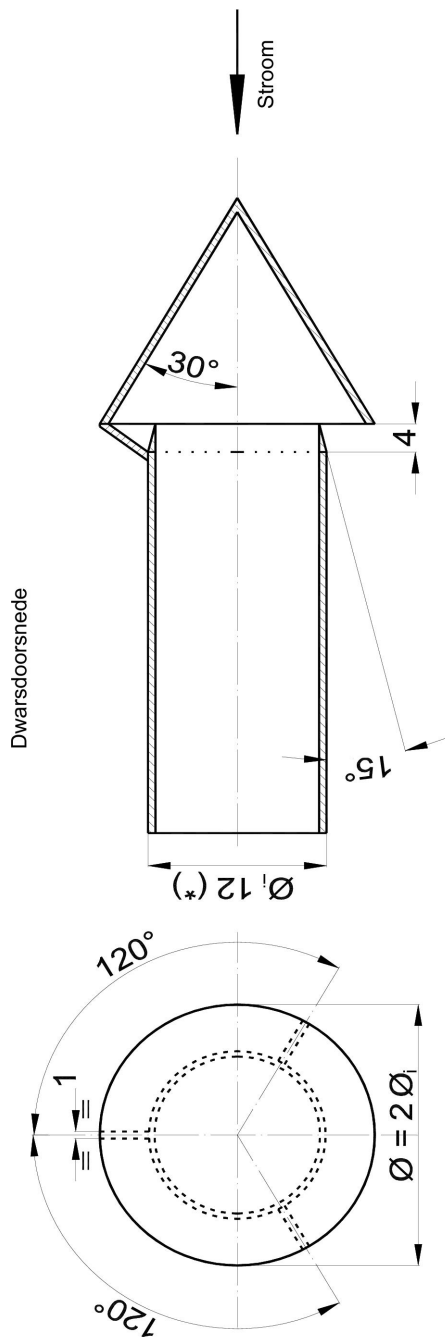
- 2.4.5. De deeltjesbemonsteringssonde voldoet aan de volgende voorwaarden:
- De sonde is in de nabijheid van de middellijn van de tunnel, ongeveer tien tunneldiameters stroomafwaarts van de inlaatopening van het uitlaatgas, ingebouwd en heeft een binnendiameter van ten minste 12 mm.
- De afstand van de punt van de bemonsteringssonde tot de filterhouder bedraagt ten minste vijfmaal de diameter van de sonde, maar ten hoogste 1 020 mm.
- 2.4.6. De meeteenheid van de gasstroom omvat pompen, gastoevoerregelaars en debietmeters.
- 2.4.7. Het bemonsteringssysteem voor de koolwaterstoffen omvat een verwarmde bemonsteringssonde, -leiding en -pomp en een verwarmd bemonsteringsfilter. De bemonsteringssonde moet, op dezelfde afstand van de inlaatopening van de uitlaatgassen als de deeltjesbemonsteringssonde, zo zijn ingebouwd dat een wederzijdse beïnvloeding van de bemonsteringsystemen wordt vermeden. De binnendiameter bedraagt ten minste 4 mm.
- 2.4.8. Alle verwarmde delen worden door het verwarmingssysteem op een temperatuur van 463 K (190 °C) ± 10 K gehouden.
- 2.4.9. Indien debietvariaties niet kunnen worden gecompenseerd, worden een warmtewisselaar en een verwarmingselement zoals beschreven in punt 2.3.3.1 geïnstalleerd om een constante stroom en dus de evenredigheid van het bemonsteringsdebiet te garanderen.

### 3. BESCHRIJVING VAN DE SYSTEMEN

#### 3.1. **Systeem met variabele verdunning en verdringerpomp (PDP-CVS) (figuur 5/3)**

- 3.1.1. Het bemonsteringssysteem met constant volume en verdringerpomp (PDP-CVS), waarbij de gasstroom die de pomp passeert bij constante temperatuur en druk wordt bepaald, voldoet aan de voorwaarden van deze bijlage. Voor het meten van het totale volume wordt het aantal omwentelingen van de gekalibreerde verdringerpomp geteld. Een proportioneel gasmonster wordt verkregen door bemonstering bij constant gehouden gasstroom met behulp van een pomp, een debietmeter en een stromingsregelklep.
- 3.1.2. In figuur 5/3 wordt een schematische voorstelling van zo'n bemonsteringssysteem gegeven. Aangezien de gewenste resultaten met diverse configuraties kunnen worden verkregen, hoeft de installatie niet exact met het schema overeen te stemmen. Bijkomende onderdelen zoals instrumenten, kleppen, elektromagneten en schakelaars kunnen worden gebruikt om extra gegevens te verschaffen en de functies van de deelsystemen te coördineren.
- 3.1.3. De bemonsteringsapparatuur bestaat uit:
- 3.1.3.1. een filter (D) voor de verdunningslucht, dat eventueel mag worden voorverwarmd. Dit filter bestaat uit een laag actieve koolstof tussen twee lagen papier en dient om de concentratie van uit de omgeving afkomstige koolwaterstoffen in de verdunningslucht te verlagen en te stabiliseren;
- 3.1.3.2. een mengkamer (M) waarin een homogeen mengsel van lucht en uitlaatgassen wordt gevormd;
- 3.1.3.3. een warmtewisselaar (H) met voldoende capaciteit om de temperatuur van het uitlaatgas/luchtmengsel, die vlak boven de verdringerpomp wordt gemeten, de hele test lang tot op 6 K nauwkeurig op de voorgeschreven waarde te houden. Dit apparaat mag geen invloed hebben op het gehalte aan verontreinigende stoffen in het verdunde gas dat daarna voor analyse wordt afgenomen;
- 3.1.3.4. een verwarmingselement (TC) om de warmtewisselaar vóór de test voor te verwarmen en hem tijdens de test tot op 6 K nauwkeurig op de voorgeschreven temperatuur te houden;
- 3.1.3.5. een verdringerpomp (PDP), die een constant volumedebiet van het uitlaatgas/luchtmengsel produceert. De capaciteit van de pomp moet voldoende zijn om onder alle omstandigheden die zich tijdens een test kunnen voordoen, condensvorming in de apparatuur te verhinderen. Met het oog hierop wordt over het algemeen een verdringerpomp gebruikt met een capaciteit die
- 3.1.3.5.1. het dubbele bedraagt van de maximumstroom uitlaatgas die in de acceleratiefasen van de testcyclus wordt geproduceerd, of
- 3.1.3.5.2. voldoende is om de CO<sub>2</sub>-concentratie in de bemonsteringszak waarin het verdunde uitlaatgas wordt opgevangen, onder 3 vol.-% te houden voor benzine en diesel, onder 2,2 vol.-% voor LPG en onder 1,5 vol.-% voor aardgas;

Figuur 5/2  
Vorm van de deeltjesbemonsteringssonde



(\*) minimumbinnendiameter  
Wanddikte: 1 mm – Materiaal: roestvrij staal

- 3.1.3.6. een temperatuursensor ( $T_1$ ) (nauwkeurigheid en juistheid  $\pm 1$  K) die vlak boven de verdringerpomp is aangebracht en dient om tijdens de test continu de temperatuur van het verdunde gasmengsel te controleren;
- 3.1.3.7. een manometer ( $G_1$ ) (nauwkeurigheid en juistheid  $\pm 0,4$  kPa) die vlak boven de verdringerpomp is aangebracht en dient om het drukverhang tussen het gasmengsel en de omgevingslucht te registreren;
- 3.1.3.8. een tweede manometer ( $G_2$ ) (nauwkeurigheid en juistheid  $\pm 0,4$  kPa) die zo is aangebracht dat het drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp kan worden geregistreerd;
- 3.1.3.9. twee bemonsteringssondes ( $S_1$  en  $S_2$ ) waarmee continu monsters van de verdunningslucht en van het verdunde uitlaatgas/luchtmengsel kunnen worden genomen;
- 3.1.3.10. een filter (F) voor het onttrekken van de vaste deeltjes aan de voor analyse bestemde gasmonsters;
- 3.1.3.11. pompen (P) voor het verzamelen van een constante stroom verdunningslucht en een constante stroom van het verdunde uitlaatgas/luchtmengsel gedurende de test;
- 3.1.3.12. stroomregelaars (N) die de doorstroming van de door de bemonsteringssondes  $S_1$  en  $S_2$  tijdens de test genomen gasmonsters constant moeten houden; de gasstroom moet zodanig zijn dat men aan het einde van elke test beschikt over monsters waarvan het volume voldoende is voor analyse (ongeveer 10 l/min);
- 3.1.3.13. debietmeters (FL) voor de regulering en controle van het constante gasmonsterdebiet tijdens de test;
- 3.1.3.14. snelsluitende kleppen (V) die de constante gasstroom hetzij naar de bemonsteringszakken, hetzij naar de buitenlucht moeten leiden;
- 3.1.3.15. gasdichte snelsluitverbindingselementen (Q) tussen de snelsluitende kleppen en de bemonsteringszakken. De afsluiting van het verbindingselement aan de zijde van de opvangzak moet automatisch gebeuren. Er zijn andere methoden mogelijk om het gasmonster tot aan de analyseapparatuur te leiden (bv. driewegkranen);
- 3.1.3.16. zakken (B) voor het opvangen van de monsters verdund uitlaatgas en verdunningslucht tijdens de test. De inhoud van de zakken moet groot genoeg zijn om het bemonsteringsdebiet niet te verkleinen. De zakken zijn vervaardigd van een materiaal dat geen invloed heeft op de metingen zelf of op de chemische samenstelling van de gasmonsters (bv. folie bestaande uit een polyetheen-polyamideverbinding of uit fluorkoolwaterstofpolymeren);
- 3.1.3.17. een digitale teller (C) voor het registreren van het aantal omwentelingen dat de verdringerpomp tijdens de test heeft gemaakt.
- 3.1.4. Aanvullende apparatuur voor metingen aan voertuigen met compressieontstekingsmotor

Volgens de voorschriften van de punten 4.3.1.1 en 4.3.2 van bijlage 4 moet bij het testen van voertuigen met compressieontstekingsmotor de aanvullende apparatuur worden gebruikt die in figuur 5/3 met een stippellijn is omgeven:

- $F_h$  verwarmd filter;
- $S_3$  bemonsteringspunt voor koolwaterstoffen;
- $V_h$  verwarmde meerwegafsluiter;
- Q kort verbindingselement dat analyse van het omgevingsluchtmonster  $B_A$  in de HFID-detector mogelijk maakt;
- HFID verwarmde vlamionisatiedetector;
- I en R apparatuur voor integratie en registratie van de momentane koolwaterstofconcentraties;
- $L_h$  verwarmde bemonsteringsleiding.

De temperatuur van alle verwarmde onderdelen wordt op 463 K (190 °C)  $\pm$  10 K gehouden.

Deeltjesbemonsteringssysteem:

- $S_4$  bemonsteringssonde in de verdunningstunnel;
- $F_p$  filtereenheid, bestaande uit twee achter elkaar geplaatste filters; omschakelinrichting voor andere parallel geplaatste filterparen;
- bemonsteringsleiding;
- pompen, debietregelaars, debietmeters.

### 3.2. Verdunningsstelsel met venturibus met kritische stroming (CFV-CVS) (figuur 5/4)

3.2.1. Het gebruik van een venturibus met kritische stroming bij de bemonstering met constant gehouden volume (CVS) is gebaseerd op de beginselen van de vloeistofmechanica in kritische stromingsomstandigheden. Het debiet van het variabele mengsel van verdunningslucht en uitlaatgas wordt op geluidssnelheid gehouden, die recht evenredig is aan de vierkantswortel van de gastemperatuur. Gedurende de hele test wordt de stroom continu gecontroleerd, berekend en geïntegreerd.

Door een extra venturibus te gebruiken bij de bemonstering wordt de evenredigheid van de gasmonsters gewaarborgd. Aangezien druk en temperatuur aan de ingang van beide venturibussen gelijk zijn, is het volume van het als monster genomen gas evenredig aan het totale volume van het geproduceerde mengsel van verdunde uitlaatgassen, en het stelsel voldoet dus aan de voorwaarden van deze bijlage.

3.2.2. In figuur 5/4 wordt een schematische voorstelling van zo'n bemonsteringstelsel gegeven. Aangezien de gewenste resultaten met diverse configuraties kunnen worden verkregen, hoeft de installatie niet exact met het schema overeen te stemmen. Bijkomende onderdelen zoals instrumenten, kleppen, elektromagneten en schakelaars kunnen worden gebruikt om extra gegevens te verschaffen en de functies van de deelsystemen te coördineren.

3.2.3. De opvangapparatuur bestaat uit:

3.2.3.1. een filter (D) voor de verdunningslucht, dat eventueel mag worden voorverwarmd. Dit filter bestaat uit een laag actieve koolstof tussen twee lagen papier en dient om de concentratie van uit de omgeving afkomstige koolwaterstoffen in de verdunningslucht te verlagen en te stabiliseren;

3.2.3.2. een mengkamer (M) waarin een homogeen mengsel van lucht en uitlaatgassen wordt gevormd;

3.2.3.3. een cycloonafscheider (CS) om vaste deeltjes aan het gasmengsel te onttrekken;

3.2.3.4. twee bemonsteringssondes ( $S_1$  en  $S_2$ ) waarmee monsters van de verdunningslucht en van het verdunde uitlaatgas kunnen worden genomen;

3.2.3.5. een bemonsteringsventuribus met kritische stroming (SV) om proportionele monsters verdund uitlaatgas te nemen bij bemonsteringssonde  $S_2$ ;

3.2.3.6. een filter (F) om vaste deeltjes aan de voor analyse bestemde gasmonsters te onttrekken;

3.2.3.7. pompen (P) die een gedeelte van de lucht en het verdunde uitlaatgas tijdens de test in zakken moeten verzamelen;

3.2.3.8. een stroomregelaar (N) die de doorstroming van de door bemonsteringssonde  $S_1$  tijdens de test genomen gasmonsters constant moet houden; de gasstroom moet zodanig zijn dat men aan het einde van de test beschikt over monsters waarvan het volume voldoende is voor analyse (ongeveer 10 l/min);

3.2.3.9. een trillingdemper (PS) in de bemonsteringsleiding;

3.2.3.10. debietmeters (FL) voor de regulering en controle van het gasmonsterdebiet tijdens de test;

3.2.3.11. snelsluitende elektromagnetische kleppen (V) die de constante gasstroom hetzij naar de bemonsteringszakken, hetzij naar de buitenlucht moeten leiden;

3.2.3.12. gasdichte snelsluitverbindingselementen (Q) tussen de snelsluitende kleppen en de bemonsteringszakken. De afsluiting van de verbindingselementen aan de zijde van de opvangzak moet automatisch gebeuren. Er zijn andere methoden mogelijk om het gasmonster tot aan de analyseapparatuur te leiden (bv. driewegkranen);

3.2.3.13. zakken (B) voor het opvangen van de monsters verdund uitlaatgas en verdunningslucht tijdens de tests. De inhoud van de zakken moet groot genoeg zijn om het bemonsteringsdebiet niet te verkleinen. De zakken zijn vervaardigd van een materiaal dat geen invloed heeft op de metingen zelf of op de chemische samenstelling van de gasmonsters (bv. folie bestaande uit een polyethen-polyamideverbinding of uit fluorkoolwaterstofpolymeren);

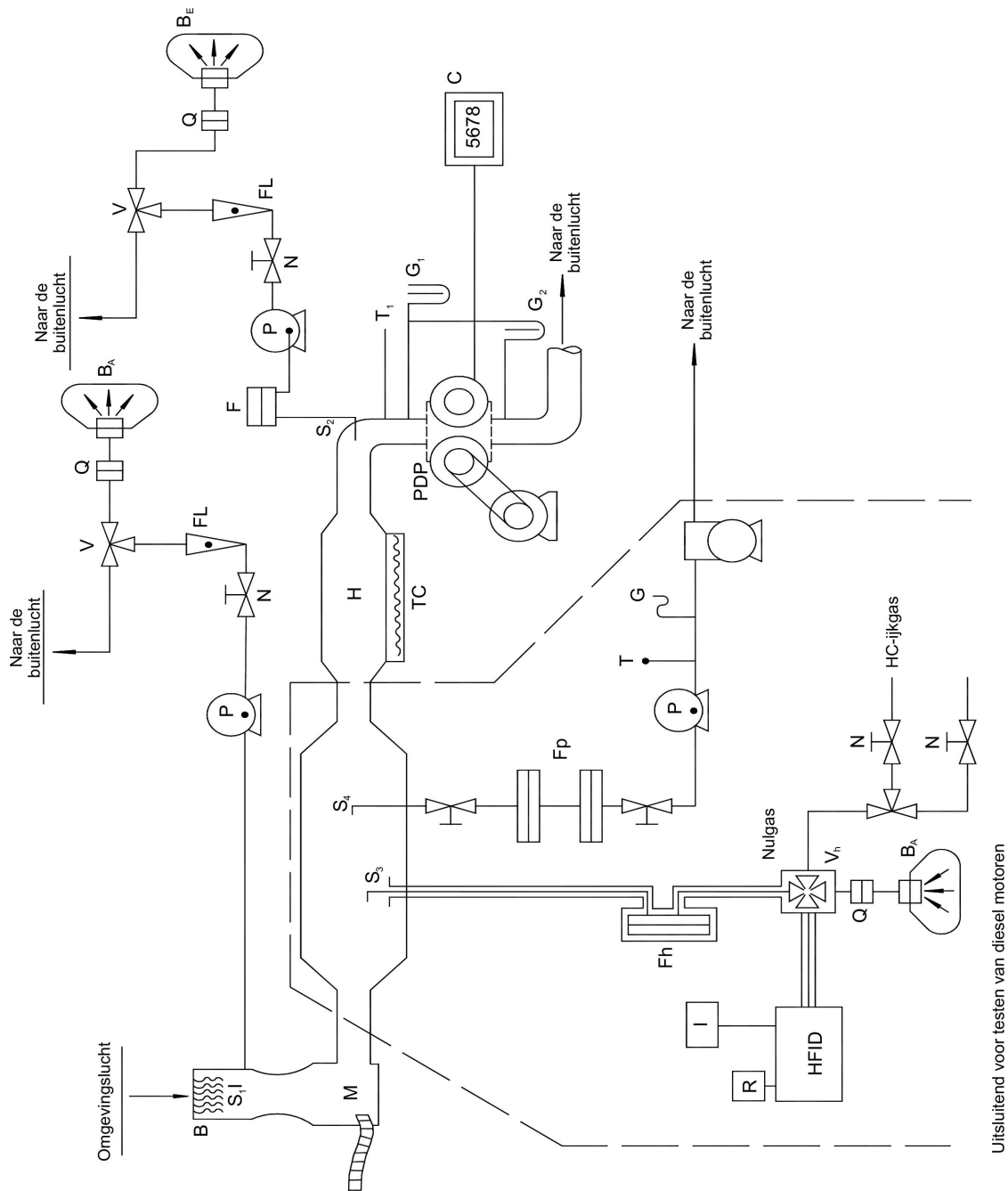
3.2.3.14. een manometer (G) met een juistheid en nauwkeurigheid van  $\pm 0,4$  kPa;

3.2.3.15. een temperatuursensor (T) die een juistheid en nauwkeurigheid moet hebben van  $\pm 1$  K en een reactietijd van 0,1 s bij 62 % van een gegeven temperatuurvariatie (waarde gemeten in siliconenolie);

3.2.3.16. een meetventuribus met kritische stroming (MV) om het volume van de stroom verdund uitlaatgas te meten;

Figuur 5/3

Schema van een bemonsteringssysteem met constant volume en verdringpomp (PDP-CVS)

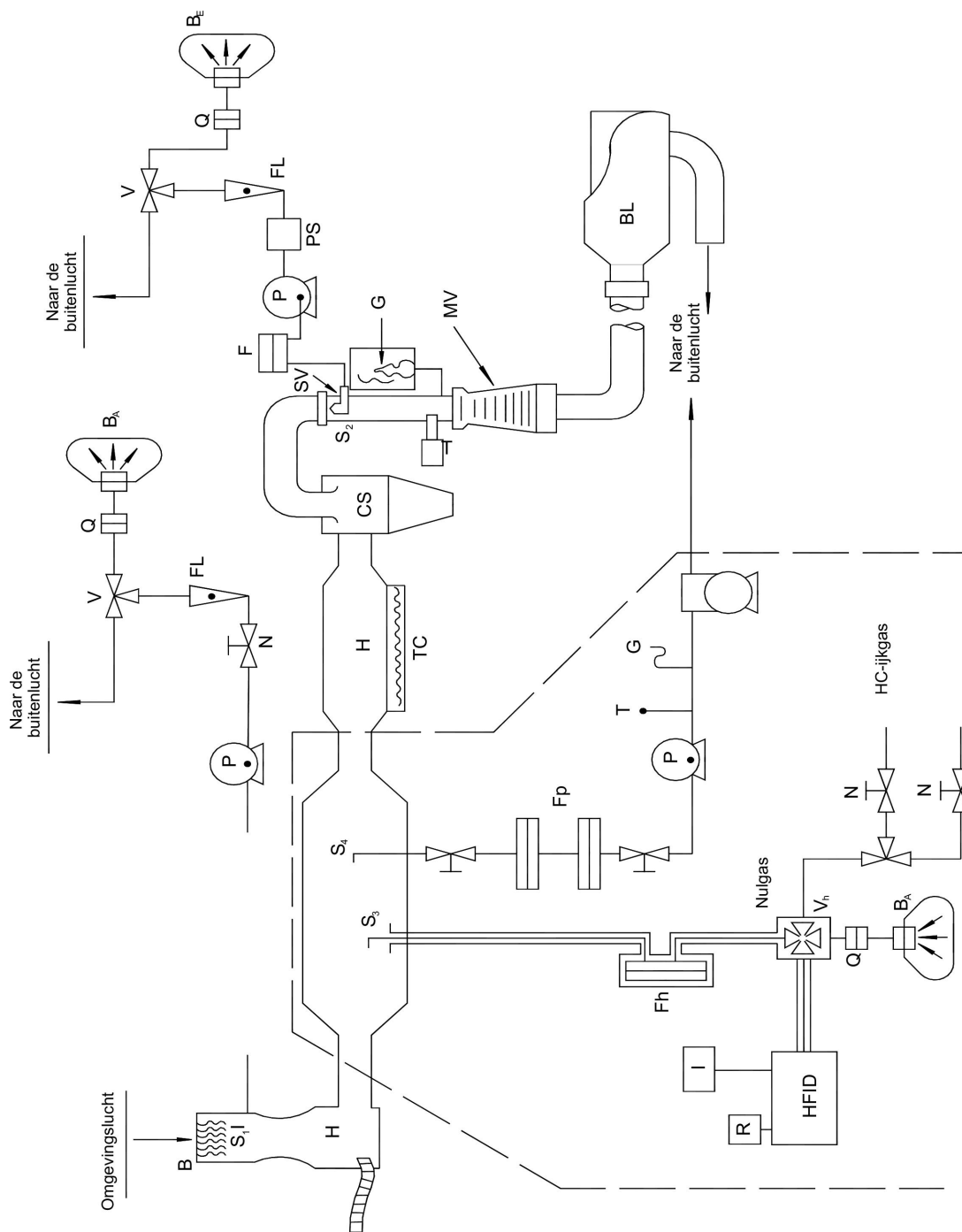






Figuur 5/4

Schema van een bemonsteringssysteem met constant volume en een venturibus met kritische stroming (CFV-CVS)



Uitsluitend voor testen van diesel motoren

- 3.2.3.17. een ventilator (BL) met een voldoende capaciteit om het totale volume verdund uitlaatgas te kunnen aanzuigen;
- 3.2.3.18. de capaciteit van het CFV-CVS-systeem moet groot genoeg zijn om condensvorming in de apparatuur onder alle omstandigheden die zich tijdens een test kunnen voordoen, te verhinderen. Daarom wordt meestal een ventilator (BL) gebruikt met een capaciteit die:
- 3.2.3.18.1. het dubbele bedraagt van de maximumstroom uitlaatgas die in de acceleratiefasen van de testcyclus wordt geproduceerd, of
- 3.2.3.18.2. voldoende is om de CO<sub>2</sub>-concentratie in de bemonsteringszak waarin het verdunde uitlaatgas wordt opgevangen, onder 3 vol.-% te houden.
- 3.2.4. *Aanvullende apparatuur voor metingen aan voertuigen met compressieontstekingsmotor*

Volgens de voorschriften van de punten 4.3.1.1 en 4.3.2 van bijlage 4 moet bij het testen van voertuigen met compressieontstekingsmotor de aanvullende apparatuur worden gebruikt die in figuur 5/4 met een stippellijn is omgeven:

- F<sub>h</sub> verwarmd filter;
- S<sub>3</sub> bemonsteringspunt voor koolwaterstoffen;
- V<sub>h</sub> verwarmde meerwegafsluiter;
- Q kort verbindingselement dat analyse van het omgevingsluchtmonster B<sub>A</sub> in de HFID-detector mogelijk maakt;
- HFID verwarmde vlamionisatiedetector;
- I en R apparatuur voor integratie en registratie van de momentane koolwaterstofconcentraties;
- L<sub>h</sub> verwarmde bemonsteringsleiding.

De temperatuur van alle verwarmde onderdelen wordt op 463 K (190 °C) ± 10 K gehouden.

Indien stroomvariëaties niet kunnen worden gecompenseerd, worden een warmtewisselaar (H) en een verwarmingselement (T<sub>v</sub>) zoals beschreven in punt 3.1.3 van dit aanhangsel geïnstalleerd om een constante stroom door de venturibuis (M<sub>v</sub>) en dus de evenredigheid van de stroom door S<sub>3</sub> te garanderen.

- S<sub>4</sub> = bemonsteringssonde in de verdunningstunnel;
- F<sub>p</sub> = filtereenheid, bestaande uit twee achter elkaar geplaatste filters; omschakelinrichting voor andere parallel geplaatste filterparen,
- bemonsteringsleiding;
- pompen, debietregelaars, debietmeters.

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 6

**METHODE VOOR KALIBRATIE VAN DE APPARATUUR**

## 1. VASTSTELLING VAN DE KALIBRATIEKROMME

- 1.1. Elk normaal gebruikt werkgebied wordt volgens onderstaande methode gekalibreerd volgens de voorschriften van punt 4.3.3 van bijlage 4.
- 1.2. De kalibratiekromme van het analyseapparaat wordt uitgezet met ten minste vijf kalibratiepunten die zo gelijkmatig mogelijk zijn verdeeld. De nominale concentratie van het kalibratiegas met de hoogste concentratie bedraagt ten minste 80 % van de volledige schaaluitslag.
- 1.3. De kalibratiekromme wordt berekend met de kleinste-kwadratenmethode. Indien de resulterende polynomiale graad groter is dan drie, moet het aantal kalibratiepunten ten minste gelijk zijn aan deze polynomiale graad plus twee.
- 1.4. De kalibratiekromme mag niet meer dan  $\pm 2$  % afwijken van de nominale waarde van ieder kalibratiegas.
- 1.5. Uitzetten van de kalibratiekromme

Aan de hand van de uitgezette kalibratiekromme en kalibratiepunten kan worden nagegaan of de kalibratie correct is uitgevoerd. De verschillende karakteristieke parameters van de analyseapparatuur moeten worden aangegeven, met name:

- de schaal;
- de gevoeligheid;
- het nulpunt;
- de datum van uitvoering van de kalibratie.

- 1.6. Andere technieken (bv. computers, elektronisch gestuurde schakeling van het werkgebied) mogen worden toegepast, indien tot tevredenheid van de technische dienst kan worden aangetoond dat hiermee dezelfde nauwkeurigheid wordt bereikt.

1.7. **Controle van de kalibratie**

- 1.7.1. Elk normaal gebruikt werkgebied moet vóór elke analyse worden gecontroleerd volgens de volgende procedure.
- 1.7.2. De kalibratie wordt gecontroleerd met een nulgas en een ijkgas waarvan de nominale waarde tussen 80 en 95 % van de te analyseren waarde ligt.
- 1.7.3. Indien de gevonden waarden voor de twee controlepunten niet meer dan  $\pm 5$  % verschillen van de volledige schaaluitslag van de theoretische waarde, mogen de instelparameters worden gewijzigd. Is dit niet het geval, dan moet een nieuwe kalibratiekromme worden vastgesteld overeenkomstig punt 1 van dit aanhangsel.
- 1.7.4. Na de test worden het nulgas en hetzelfde ijkgas gebruikt voor een nieuwe controle. De analyse wordt aanvaardbaar geacht indien het verschil tussen de twee metingen minder dan 2 % bedraagt.

2. **CONTROLE VAN DE VLAMIONISATIEDETECTOR (FID); RESPONS VOOR KOOLWATERSTOFFEN**2.1. **Optimalisering van de detectorrespons**

De FID wordt afgesteld volgens de aanbevelingen van de fabrikant van het toestel. Voor de optimalisering van de respons voor het meest gebruikte werkgebied moet propaan in lucht worden gebruikt.

## 2.2. Kalibratie van de koolwaterstofanalysator

De analysator moet worden gekalibreerd met propaan in lucht en gezuiverde synthetische lucht. Zie punt 4.5.2 van bijlage 4 (kalibratie- en ijkassen).

Volg de in de punten 1.1 tot en met 1.5 van dit aanhangsel beschreven procedure voor de opstelling van een kalibratiekromme.

## 2.3. Responsfactoren voor verschillende koolwaterstoffen en aanbevolen grenswaarden

De responsfactor ( $R_f$ ) voor een bepaald koolwaterstofmonster is de verhouding tussen de  $C_1$ -waarde van de FID en de concentratie in de gascilinder, uitgedrukt als ppm  $C_1$ .

De concentratie van het testgas is zodanig dat de respons voor het werkgebied ongeveer 80 % van de volledige schaaluitslag is. De concentratie moet bekend zijn met een nauwkeurigheid van  $\pm 2$  % ten opzichte van een gravimetrische standaard uitgedrukt in volume. Bovendien moet de gascilinder gedurende 24 uur bij een temperatuur tussen 293 en 303 K (20 en 30 °C) worden voorgeconditioneerd.

De responsfactoren moeten worden bepaald wanneer een analysator in gebruik wordt genomen en daarna bij de grote onderhoudsbeurten. Voor de te gebruiken testgassen worden de volgende responsfactoren aanbevolen:

- methaan en gezuiverde lucht:  $1,00 < R_f < 1,15$
- of  $1,00 < R_f < 1,05$  voor voertuigen op aardgas
- propyleen en gezuiverde lucht:  $0,90 < R_f < 1,00$
- toluen en gezuiverde lucht:  $0,90 < R_f < 1,00$

ten opzichte van een responsfactor ( $R_f$ ) van 1,00 voor propaan en gezuiverde lucht.

## 2.4. Controle van de storing door zuurstof en aanbevolen grenswaarden

De responsfactor wordt bepaald zoals beschreven in punt 2.3. Voor het te gebruiken testgas wordt het volgende responsfactorgebied aanbevolen:

- propaan en stikstof:  $0,95 < R_f < 1,05$

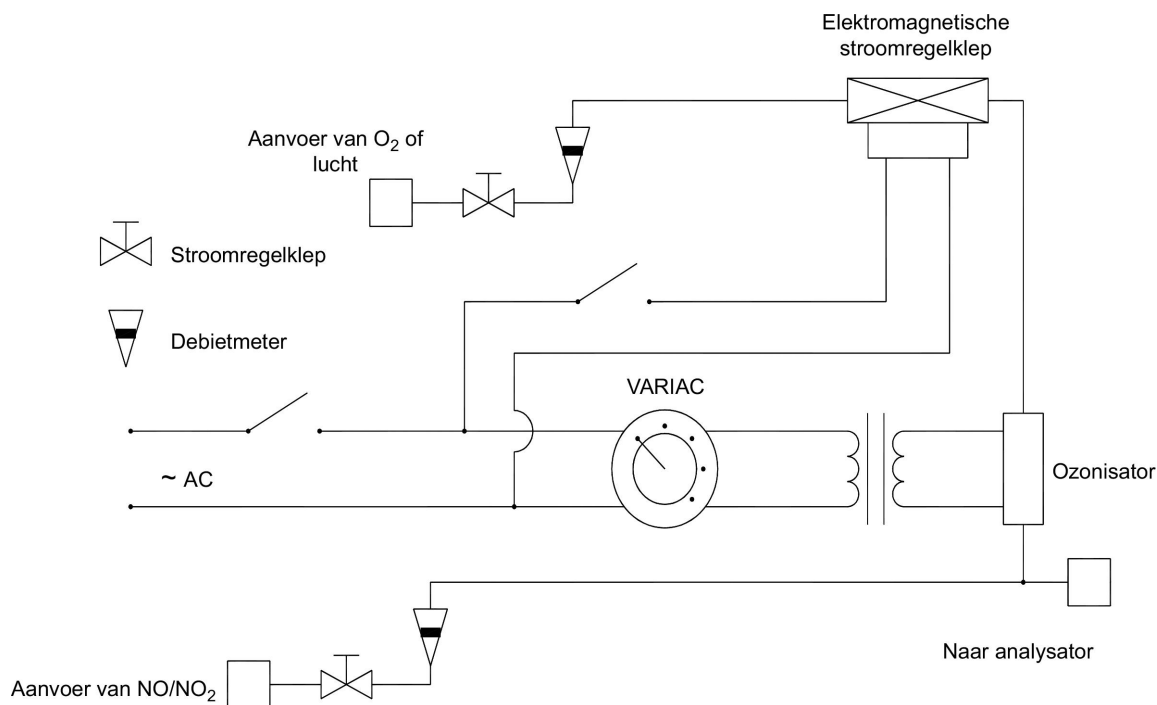
## 3. DOELMATIGHEIDSTEST VAN DE NO<sub>x</sub>-OMZETTER

De doelmatigheid van het toestel dat wordt gebruikt voor de omzetting van NO<sub>2</sub> in NO wordt als volgt getest.

Aan de hand van de in figuur 6/1 afgebeelde testopstelling en de onderstaande procedure kan de doelmatigheid van de omzetters worden getest met behulp van een ozonisator.

- 3.1. Het analyseapparaat wordt volgens de aanwijzingen van de fabrikant in het meest gebruikte werkgebied gekalibreerd met een nulgas en een ijkgas (waarvan het NO-gehalte ongeveer 80 % van het werkgebied moet bedragen en de NO<sub>2</sub>-concentratie van het gasmengsel minder dan 5 % van de NO-concentratie bedraagt). De NO<sub>x</sub>-analysator moet in de NO-stand staan, zodat het ijkgas niet door de omzetter stroomt. De aangegeven concentratie wordt geregistreerd.
- 3.2. Via een T-stuk wordt continu zuurstof of synthetische lucht aan de ijkgasstroom toegevoegd totdat de aangegeven concentratie ongeveer 10 % minder bedraagt dan de in punt 3.1 aangegeven kalibratieconcentratie. De aangegeven concentratie (C) wordt geregistreerd. De ozonisator is gedurende dit hele proces gedeactiveerd.
- 3.3. Vervolgens wordt de ozonisator geactiveerd, zodat voldoende ozon wordt geproduceerd om de NO-concentratie tot 20 % (minimumwaarde 10 %) van de kalibratieconcentratie van punt 3.1 te verminderen. De aangegeven concentratie (d) wordt geregistreerd.
- 3.4. De NO<sub>x</sub>-analysator wordt vervolgens in de NO<sub>x</sub>-stand gezet, zodat het gasmengsel (bestaande uit NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>) door de omzetter stroomt. De aangegeven concentratie (a) wordt geregistreerd.

Figuur 6/1

Schema voor de controle van de doelmatigheid van de NO<sub>x</sub>-omzetter

- 3.5. De ozonisator wordt nu gedeactiveerd. Het in punt 3.2 beschreven gasmengsel stroomt door de omzetter in de detector. De aangegeven concentratie (b) wordt geregistreerd.
- 3.6. Terwijl de ozonisator gedeactiveerd is, wordt ook de zuurstof- of synthetische-luchtstroom afgesloten. De NO<sub>2</sub>-aflezing van de analysator mag dan niet meer dan 5 % hoger zijn dan de in punt 3.1 voorgeschreven waarde.
- 3.7. De doelmatigheid van de NO<sub>x</sub>-omzetter wordt als volgt berekend:

$$\text{Doelmatigheid (\%)} = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \cdot 100 \right)$$

- 3.8. De doelmatigheid van de omzetter mag niet lager zijn dan 95 %.
- 3.9. De doelmatigheid van de omzetter wordt ten minste eenmaal per week gecontroleerd.

## 4. KALIBRATIE VAN HET CVS-SYSTEEM

- 4.1. Het CVS-systeem wordt gekalibreerd met behulp van een nauwkeurige debietmeter en een instelbare restrictie. De stroom in het systeem wordt gemeten bij verschillende drukwaarden; de afstellingsparameters van het systeem worden gemeten en aan de gasstromen gerelateerd.
- 4.1.1. Er mogen verschillende typen debietmeters worden gebruikt (bv. een gekalibreerde venturibus, een laminaire stromingsmeter, een debietmeter met gekalibreerde turbine) mits het een dynamisch meetapparaat is dat bovendien aan de voorschriften van de punten 4.4.1 en 4.4.2 van bijlage 4 voldoet.
- 4.1.2. In de volgende punten worden methoden voor de kalibratie van PDP- en CFV-bemonsteringsapparaten beschreven, waarbij gebruik wordt gemaakt van een laminaire stromingsmeter met de gewenste nauwkeurigheid, met daarbij een statistische controle van de geldigheid van de kalibratie.

#### 4.2. Kalibratie van de verdringerpomp (PDP)

4.2.1. De volgende kalibratieprocedure bevat een beschrijving van de apparatuur, de testconfiguratie en de verschillende parameters die moeten worden gemeten voor de bepaling van het debiet van de pomp van het CVS. Alle parameters die betrekking hebben op de pomp, worden gelijktijdig gemeten met de parameters betreffende de debietmeter, die in serie is geschakeld met de pomp. Vervolgens kan de kromme van het berekende debiet (uitgedrukt in  $\text{m}^3/\text{min}$  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. Vervolgens wordt de lineaire vergelijking bepaald die de verhouding tussen het pompdebiet en de correlatiefunctie uitdrukt. Indien de pomp van het CVS meer dan een pompsnelheid heeft, moet voor iedere gebruikte snelheid een kalibratie worden verricht.

4.2.2. Deze kalibratieprocedure is gebaseerd op de meting van de absolute waarden van de parameters van de pomp en de debietmeters, die in verband staan met het debiet op ieder punt. Om de nauwkeurigheid en continuïteit van de kalibratiekromme te waarborgen, moet aan drie voorwaarden worden voldaan:

4.2.2.1. de druk van de pomp wordt gemeten aan de aansluitingen op de pomp zelf en niet aan de externe leidingen die zijn verbonden met de in- en uitlaat van de pomp. De drukmeteraansluitingen die respectievelijk op het bovenste en het onderste punt van de voorste aandrijfschijf van de pomp zijn aangebracht, worden onderworpen aan de reële druk die in het pomphuis heerst en geven bijgevolg de absolute drukverschillen weer;

4.2.2.2. de temperatuur moet tijdens de kalibratie constant worden gehouden. De laminaire stromingsmeter is gevoelig voor temperatuurveranderingen aan de inlaat, waardoor spreiding van de gemeten waarden wordt veroorzaakt. Temperatuurverschillen van  $\pm 1$  K zijn aanvaardbaar, mits dit geleidelijk gebeurt over een periode van verscheidene minuten;

4.2.2.3. alle verbindingselementen tussen de debietmeter en de CVS-pomp moeten gasdicht zijn.

4.2.3. Tijdens een uitlaatemisietest kan de gebruiker van de pomp door meting van dezelfde pompparameters het debiet berekenen aan de hand van de kalibratievergelijking.

4.2.3.1. Figuur 6/2 van dit aanhangsel toont een van de mogelijke testopstellingen. Varianten zijn toegestaan, mits ze door de goedkeuringsinstantie even nauwkeurig worden geacht. Indien de in figuur 5/3 van aanhangsel 5 beschreven opstelling wordt gebruikt, moeten de volgende parameters voldoen aan de voorgeschreven nauwkeurigheidstoleranties:

— barometerdruk (gecorrigeerd) ( $P_b$ )	$\pm 0,03$ kPa
— omgevingstemperatuur (T)	$\pm 0,2$ K
— luchttemperatuur aan de inlaat van LFE (ETI)	$\pm 0,15$ K
— onderdruk boven LFE (EPI)	$\pm 0,01$ kPa
— drukverlies in de LFE-buis (EDP)	$\pm 0,0015$ kPa
— luchttemperatuur bij de inlaat van de CVS-pomp (PTI)	$\pm 0,2$ K
— luchttemperatuur bij de uitlaat van de CVS-pomp (PTO)	$\pm 0,2$ K
— onderdruk bij de inlaat van de CVS-pomp (PPI)	$\pm 0,22$ kPa
— drukhoogte bij de uitlaat van de CVS-pomp (PPO)	$\pm 0,22$ kPa
— aantal omwentelingen van de pomp tijdens de testperiode (n)	$\pm 1$ l/min
— duur van de meting (minimaal 250 s) (t)	$\pm 0,1$ s

4.2.3.2. Nadat het systeem is aangesloten zoals aangegeven in figuur 6/2 van dit aanhangsel, wordt de regelafsluiter volledig geopend en laat men de CVS-pomp gedurende 20 minuten werken alvorens met de kalibratie te beginnen.

4.2.3.3. De regelafsluiter wordt gedeeltelijk gesloten om bij de inlaat van de pomp een verhoging van de onderdruk te verkrijgen (ongeveer 1 kPa), zodat men over ten minste zes meetpunten voor de hele kalibratie beschikt. Men laat het systeem gedurende drie minuten stabiliseren, waarna de metingen worden herhaald.

#### 4.2.4. Gegevensanalyse

4.2.4.1. De luchtstroming ( $Q_s$ ) bij elk meetpunt wordt berekend in  $\text{m}^3/\text{min}$  (normale omstandigheden), aan de hand van de meetwaarden van de debietmeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode.

4.2.4.2. De luchtstroming wordt vervolgens omgezet in pompdebiet ( $V_0$ ), weergegeven in  $\text{m}^3$  per omwenteling bij absolute temperatuur en druk aan de inlaat van de pomp.

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \cdot \frac{T_p}{273,2} \cdot \frac{101,33}{P_p}$$

waarin:

- $V_0$  = pompdebiet bij  $T_p$  en  $P_p$  in  $m^3/omw.$ ;
- $Q_s$  = luchtstroming bij 101,33 kPa en 273,2 K in  $m^3/min$ ;
- $T_p$  = temperatuur bij de inlaat van de pomp (K);
- $P_p$  = absolute druk bij de inlaat van de pomp (kPa);
- $n$  = pompsnelheid in  $min^{-1}$ .

Ter compensatie van de wisselwerking tussen de drukvariaties van de pomp en de pompslip wordt de correlatiefunctie ( $x_0$ ) tussen het toerental van de pomp ( $n$ ), het drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp en de absolute druk bij de uitlaat van de pomp berekend met de volgende formule:

$$x_0 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_e}}$$

waarin:

- $x_0$  = correlatiefunctie;
- $\Delta P_p$  = drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp (kPa);
- $P_e$  = absolute druk bij de uitlaat van de pomp ( $PPO + P_b$ ) (kPa).

Om te komen tot de kalibratievergelijkingen met de onderstaande formule wordt een lineaire aanpassing met de kleinste kwadraten uitgevoerd:

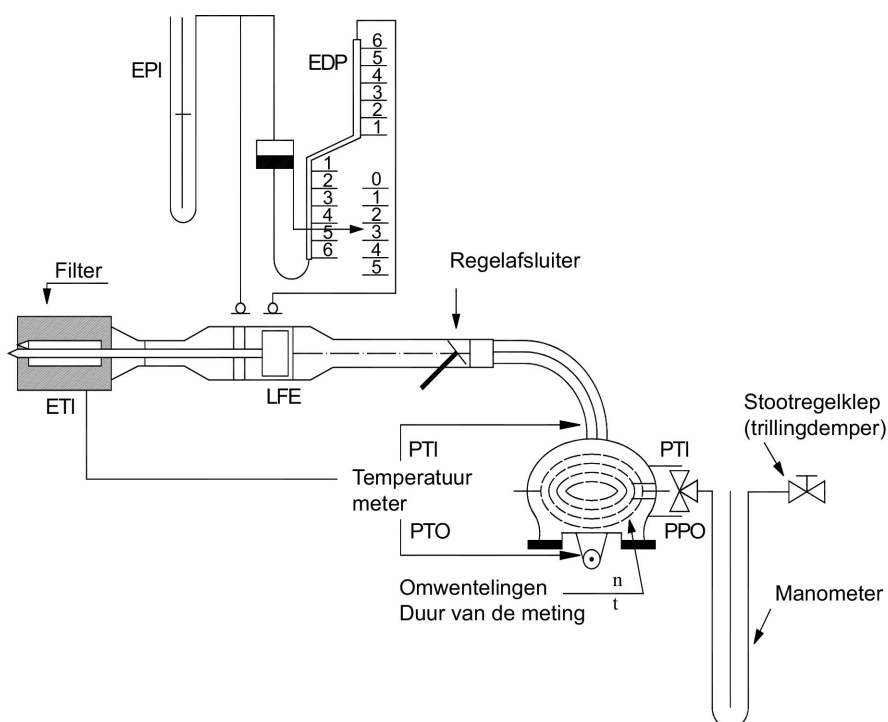
$$V_0 = D_0 - M(x_0)$$

$$n = A - B(\Delta P_p)$$

$D_0$ ,  $M$ ,  $A$  en  $B$  zijn de constanten van helling en ordinaat bij de oorsprong die de krommen beschrijven.

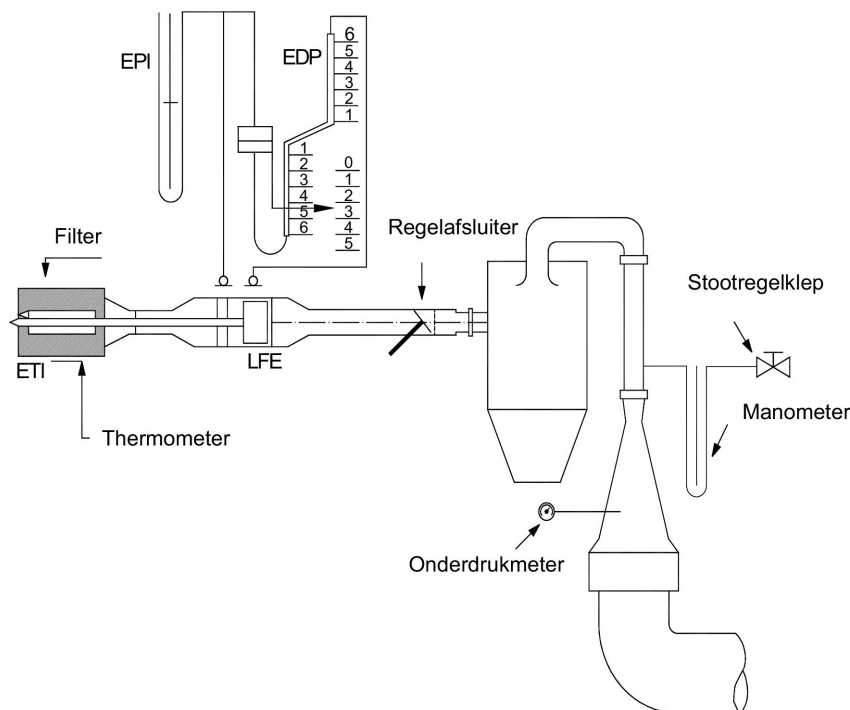
Figuur 6/2

### Kalibratieconfiguratie voor het PDP-CVS-systeem



Figuur 6/3

## Kalibratieconfiguratie voor het CFV-CVS-systeem



- 4.2.4.3. Indien het CVS 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.

Indien de kalibratie goed is uitgevoerd, moeten de met behulp van de vergelijking berekende waarden op  $\pm 0,5\%$  van de gemeten waarde van  $V_0$  zijn gelegen. De waarden van  $M$  variëren van pomp tot pomp. De kalibratie wordt uitgevoerd bij het in bedrijf stellen van de pomp en na iedere belangrijke onderhoudsbeurt.

#### 4.3. Kalibratie van de venturibus met kritische stroming (CFV)

- 4.3.1. De kalibratie van de CFV is gebaseerd op de debietvergelijking voor een venturibus met kritische stroming:

$$Q_s = \frac{K_v \cdot P}{\sqrt{T}}$$

waarin:

- $Q_s$  = debiet;
- $K_v$  = kalibratiecoëfficiënt;
- $P$  = absolute druk (kPa);
- $T$  = absolute temperatuur (K).

Het gasdebiet is afhankelijk van de druk en de temperatuur bij de inlaat.

Met de hieronder beschreven kalibratiemethode wordt de waarde van de kalibratiecoëfficiënt verkregen bij de gemeten waarden van druk, temperatuur en luchtstroom.



- 4.3.2. Voor de kalibratie van de elektronische apparatuur van de CFV wordt de door de fabrikant aanbevolen methode toegepast.
- 4.3.3. Bij de noodzakelijke metingen voor de kalibratie van het debiet van de venturibuis met kritische stroming moeten de volgende parameters voldoen aan de voorgeschreven nauwkeurigheidstoleranties:
- |  |                   |
|--|-------------------|
| — barometerdruk (gecorrigeerd) ( $P_b$ )                 | $\pm 0,03$ kPa,   |
| — luchttemperatuur aan de inlaat van LFE (ETI)           | $\pm 0,15$ K,     |
| — onderdruk boven LFE (EPI)                              | $\pm 0,01$ kPa,   |
| — drukverlies in de LFE-buis (EDP)                       | $\pm 0,0015$ kPa, |
| — luchtstroom ( $Q_s$ )                                  | $\pm 0,5$ %,      |
| — onderdruk bij de inlaat van de CFV (PPI)               | $\pm 0,02$ kPa,   |
| — temperatuur bij de inlaat van de venturibuis ( $T_v$ ) | $\pm 0,2$ K.      |
- 4.3.4. Na opstelling van de apparatuur overeenkomstig figuur 3 van dit aanhangsel wordt de dichtheid gecontroleerd. Ieder lek tussen de debietmeetinrichting en de venturibuis met kritische stroming zou in ernstige mate afbreuk doen aan de nauwkeurigheid van de kalibratie.
- 4.3.5. De regelafsluiter voor de gasstroom wordt volledig geopend, de ventilator wordt ingeschakeld en men laat het systeem tot een constante werking komen. De door de apparaten aangewezen waarden worden geregistreerd.
- 4.3.6. De regelafsluiter voor de gasstroom wordt op verschillende standen ingesteld en men verricht ten minste acht metingen verspreid over het kritische stromingsgebied van de venturibuis.
- 4.3.7. De bij de kalibratie geregistreerde waarden worden gebruikt voor het bepalen van de onderstaande factoren.

De luchtstroom ( $Q_s$ ) op elk meetpunt wordt berekend aan de hand van de meetwaarden van de debietmeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode.

De waarden van de kalibratiecoëfficiënt voor elk meetpunt worden berekend met behulp van onderstaande formule:

$$K_v = \frac{Q_s \cdot \sqrt{T_v}}{P_v}$$

waarin:

- $Q_s$  = luchtstroming bij 101,33 kPa en 273,2 K in m<sup>3</sup>/min;
- $T_v$  = temperatuur bij de inlaat van de venturibuis (K);
- $P_v$  = absolute druk bij de inlaat van de venturibuis (kPa).

Een kromme van  $K_v$  wordt uitgezet als functie van de druk bij de inlaat van de venturibuis. Bij een stroming met geluidssnelheid heeft  $K_v$  een zo goed als constante waarde. Wanneer de druk afneemt (d.w.z. wanneer de onderdruk toeneemt), komt de venturi vrij en neemt  $K_v$  af. De resulterende variaties van  $K_v$  zijn niet toelaatbaar.

Voor minimaal 8 punten in het kritische gebied worden de gemiddelde  $K_v$  en de standaardafwijking berekend.

Indien de standaardafwijking meer dan 0,3 % van de gemiddelde  $K_v$  bedraagt, moeten maatregelen worden genomen om dit te verhelpen.

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 7

## ALGEMENE CONTROLE VAN HET SYSTEEM

1. Om na te gaan of wordt voldaan aan de voorschriften van punt 4.7 van bijlage 4, wordt de totale nauwkeurigheid van de CVS-bemonsterings- en analyseapparatuur bepaald door een bekende massa verontreinigend gas in het systeem te brengen terwijl dit werkt zoals bij een normale test. Vervolgens wordt de analyse uitgevoerd en wordt de massa verontreinigend gas berekend aan de hand van de formules van aanhangsel 8 van bijlage 4, behalve dat voor propaan een dichtheid van 1,967 g/l onder normale omstandigheden wordt gebruikt. Van de volgende twee technieken is bekend dat ze een voldoende nauwkeurigheid geven.
2. **Meting van een constante stroom zuiver gas (CO of C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) met behulp van een opening met kritische stroming**
  - 2.1. Via een opening met gekalibreerde kritische stroming wordt een bekende hoeveelheid zuiver gas (CO of C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) in het CVS-systeem gebracht. Indien de inlaatdruk voldoende hoog is, is de door de opening geregelde stroom (q) onafhankelijk van de uitlaatdruk van de opening (kritische stromingsomstandigheden). Indien de waargenomen verschillen meer dan 5 % bedragen, moet de oorzaak hiervan worden opgespoord en uitgeschakeld. Men laat het CVS gedurende vijf tot tien minuten werken zoals bij een uitlaatemisietest. De in de zak opgevangen gassen worden met de normale apparatuur geanalyseerd en de verkregen resultaten worden vergeleken met het reeds bekende gehalte van de gasmonsters.
3. **Meting van een bekende hoeveelheid zuiver gas (CO of C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) door middel van een gravimetrische methode**
  - 3.1. Voor het controleren van het CVS-systeem kan de volgende gravimetrische methode worden toegepast.

Men bepaalt de massa van een kleine met koolmonoxide of propaan gevulde fles met een nauwkeurigheid van  $\pm 0,01$  g; gedurende vijf tot tien minuten laat men het CVS werken zoals bij een normale uitlaatemisietest, terwijl CO of propaan in het systeem wordt gespoten. De in het systeem gebrachte hoeveelheid zuiver gas wordt bepaald door het massaverschil van de fles te meten. De in de zak opgevangen gassen worden vervolgens geanalyseerd met de apparatuur die gewoonlijk voor de analyse van uitlaatgassen wordt gebruikt. De resultaten worden dan vergeleken met de eerder berekende concentratiewaarden.

## BIJLAGE 4

## Aanhangsel 8

## BEREKENING VAN DE MASSA VAN DE VERONTREINIGENDE EMISSIES

## 1. ALGEMENE BEPALINGEN

1.1. De massa van de uitgestoten verontreinigende gassen wordt berekend met behulp van onderstaande vergelijking:

$$M_i = \frac{V_{\text{mix}} \cdot Q_i \cdot k_h \cdot C_i \cdot 10^{-6}}{d} \quad (1)$$

waarin:

- $M_i$  = massa van de emissies van verontreinigende stof  $i$  in g/km;
- $V_{\text{mix}}$  = volume van de verdunde uitlaatgassen, uitgedrukt in l/test en herleid tot normale omstandigheden (273,2 K; 101,33 kPa);
- $Q_i$  = dichtheid van verontreinigende stof  $i$  in g/l bij normale temperatuur en druk (273,2 K; 101,33 kPa);
- $k_h$  = vochtigheidscorrectiefactor gebruikt voor de berekening van de massa van de uitgestoten stikstofoxiden. Er is geen vochtigheidscorrectie voor HC en CO;
- $C_i$  = concentratie van verontreinigende stof  $i$  in de verdunde uitlaatgassen, uitgedrukt in ppm en gecorrigeerd naar de in de verdunningslucht aanwezige concentratie van verontreinigende stof  $i$ ;
- $d$  = afstand van de bedrijfscyclus in km.

1.2. **Bepaling van het volume**

1.2.1. *Berekening van het volume bij gebruik van een systeem met variabele verdunning en met bewaking van een constant debiet door middel van een opening of venturibuis*

De parameters die gegevens verstrekken over het volumedebiet, worden continu geregistreerd en men berekent het totale volume tijdens de duur van de test.

1.2.2. *Berekening van het volume bij gebruik van een verdringerpomp*

Het gemeten volume van de verdunde uitlaatgassen bij systemen met verdringerpomp wordt berekend met behulp van onderstaande formule:

$$V = V_0 \cdot N$$

waarin:

- $V$  = volume (vóór correctie) van de verdunde uitlaatgassen in l/test;
- $V_0$  = volume van het door de pomp verplaatste gas onder testomstandigheden in l/omw.;
- $N$  = aantal omwentelingen van de pomp per test.

1.2.3. *Berekening van het volume van de verdunde uitlaatgassen, herleid tot normale omstandigheden*

Het volume van de verdunde uitlaatgassen wordt tot normale omstandigheden herleid met behulp van onderstaande formule:

$$V_{\text{mix}} = V \cdot K_1 \cdot \left( \frac{P_B - P_1}{T_p} \right) \quad (2)$$

waarin:

$$K_1 = \frac{273,2 \text{ (K)}}{101,33 \text{ (kPa)}} = 2,6961 \text{ (K/kPa)} \quad (3)$$

waarin:

- $P_B$  = barometerdruk in de meetkamer in kPa;
- $P_1$  = onderdruk bij de inlaat van de verdringerpomp ten opzichte van de omgevingsdruk (kPa);
- $T_p$  = gemiddelde temperatuur van de verdunde uitlaatgassen die tijdens de test in de verdringerpomp komen (K).

### 1.3. Berekening van de gecorrigeerde concentratie van verontreinigende stoffen in de bemonsteringszak

$$C_i = C_e - C_d \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \quad (4)$$

waarin:

- $C_i$  = concentratie van verontreinigende stof i in de verdunde uitlaatgassen, uitgedrukt in ppm en gecorrigeerd naar de in de verdunningslucht aanwezige concentratie van i;
- $C_e$  = gemeten concentratie van verontreinigende stof i in de verdunde uitlaatgassen, uitgedrukt in ppm;
- $C_d$  = concentratie van verontreinigende stof i in de voor de verdunning gebruikte lucht, uitgedrukt in ppm;
- DF = verdunningsfactor.

De verdunningsfactor wordt als volgt berekend:

voor benzine en diesel

$$DF = \frac{13,4}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO}) \cdot 10^{-4}} \quad \text{voor benzine en diesel (5a)}$$

$$DF = \frac{11,9}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO}) \cdot 10^{-4}} \quad \text{voor LPG (5b)}$$

$$DF = \frac{9,5}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO}) \cdot 10^{-4}} \quad \text{voor aardgas (5c)}$$

Waarin:

- $C_{CO_2}$  = CO<sub>2</sub> concentratie in de verdunde uitlaatgassen die zich in de bemonsteringszak bevinden, uitgedrukt in vol.-%;
- $C_{HC}$  = HC-concentratie in de verdunde uitlaatgassen die zich in de bemonsteringszak bevinden, uitgedrukt in ppm koolstofequivalent;
- $C_{CO}$  = CO-concentratie in de verdunde uitlaatgassen die zich in de bemonsteringszak bevinden, uitgedrukt in ppm.

### 1.4. Berekening van de vochtigheidscorrectiefactor voor no

Om het effect van de vochtigheid op de voor stikstofoxiden verkregen resultaten te corrigeren, moet de volgende formule worden toegepast:

$$k_h = \frac{1}{1 - 0,0329 \cdot (H - 10,71)} \quad (6)$$

waarin:

$$H = \frac{6,211 \cdot R_a \cdot P_d}{P_B - P_d \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

waarin:

- H = absolute vochtigheid, uitgedrukt in g water per kg droge lucht;
- $R_a$  = relatieve vochtigheid van de omgevingslucht, uitgedrukt in;
- $P_d$  = verzadigde dampspanning bij omgevingstemperatuur, uitgedrukt in kPa;
- $P_B$  = luchtdruk in de meetkamer, uitgedrukt in kPa.

1.5. **Voorbeeld**1.5.1. *Gegevens*

## 1.5.1.1. Omgevingsomstandigheden:

- omgevingstemperatuur: 23 °C = 297,2 K;
- barometerdruk:  $P_B = 101,33$  kPa;
- relatieve vochtigheid:  $R_a = 60$  %;
- verzadigde dampspanning van de H<sub>2</sub>O bij 23 °C:  $P_d = 2,81$  kPa.

## 1.5.1.2. Gemeten volume herleid tot normale omstandigheden (zie punt 1)

$$V = 51,961 \text{ m}^3$$

## 1.5.1.3. Afgelezen waarden:

	Verdund uitlaatgasmonster	Verdunningsluchtmonster
HC <sup>(1)</sup>	92 ppm	3,0 ppm
CO	470 ppm	0 ppm
NO <sub>x</sub>	70 ppm	0 ppm
CO <sub>2</sub>	1,6 vol.	0,03 vol.

<sup>(1)</sup> In ppm koolstofequivalent.

1.5.2. *Berekeningen*1.5.2.1. Vochtigheidscorrectiefactor ( $k_H$ ) (zie formule 6):

$$H = \frac{6,211 \cdot R_a \cdot P_d}{P_B - P_d \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

$$H = \frac{6,211 \cdot 60}{101,33 - (2,81 \cdot 60 \cdot 10^{-2})}$$

$$H = 10,5092$$

$$k_h = \frac{1}{1 - 0,0329 \cdot (H - 10,71)}$$

$$k_h = \frac{1}{1 - 0,0329 \cdot (10,5092 - 10,71)}$$

$$k_h = 0,9934$$

## 1.5.2.2. Verdunningsfactor (DF) (zie formule 5):

$$DF = \frac{13,4}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO}) \cdot 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13,4}{1,6 + (92 + 4,70) \cdot 10^{-4}}$$

$$DF = 8,091$$

## 1.5.2.3. Berekening van de gecorrigeerde concentratie van verontreinigende stoffen in de bemonsteringszak:

HC, massa-emissies (zie de formules 4 en 1)

$$C_i = C_e - C_d \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

$$C_i = 92 - 3 (1 -) \left(1 - \frac{1}{8,091}\right)$$

$$C_i = 89,371$$

$$M_{HC} = C_{HC} \cdot V_{mix} \cdot Q_{HC} \cdot \frac{1}{d}$$

$$Q_{HC} = 0,619 \text{ in het geval van benzine of diesel}$$

$$Q_{HC} = 0,649 \text{ in het geval van LPG}$$

$$Q_{HC} = 0,714 \text{ in het geval van aardgas}$$

$$M_{HC} = 89,371 \cdot 51,961 \cdot 0,619 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{d}$$

$$M_{HC} = \frac{2,88}{d} \text{ g/km}$$

CO, massa-emissies (zie formule 1)

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot V_{mix} \cdot Q_{CO} \cdot \frac{1}{d}$$

$$Q_{CO} = 1,25$$

$$M_{CO} = 470 \cdot 51,961 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{d}$$

$$M_{CO} = \frac{30,5}{d} \text{ g/km}$$

NO<sub>x</sub>, massa-emissies (zie formule 1)

$$M_{NO_x} = C_{NO_x} \cdot V_{mix} \cdot Q_{NO_x} \cdot k_H \cdot \frac{1}{d}$$

$$Q_{NO_x} = 2,05$$

$$M_{NO_x} = 70 \cdot 51,961 \cdot 2,05 \cdot 0,9934 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{d}$$

$$M_{NO_x} = \frac{7,14}{d} \text{ g/km}$$

## 2. SPECIALE BEPALINGEN VOOR VOERTUIGEN MET COMPRESSIEONTSTEKINGSMOTOR

## 2.1. HC-meting bij compressieontstekingsmotoren

Om de massa van de HC-emissie bij compressieontstekingsmotoren te bepalen, wordt de gemiddelde HC-concentratie berekend met behulp van onderstaande formule:

$$C_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} C_{HC} \cdot dt}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

waarin:

—  $\int_{t_1}^{t_2} C_{HC} \cdot dt$  = de integraal van de tijdens de test door de verwarmde FID geregistreerde waarde ( $t_2 - t_1$ );

—  $C_e$  = de in de verdunde uitlaatgassen gemeten HC-concentratie, in ppm;  $C_i$  vervangt  $C_{HC}$  in alle overeenkomstige vergelijkingen.

## 2.2. Bepaling van de deeltjes

De emissie van deeltjes  $M_p$  (g/km) wordt berekend met behulp van onderstaande vergelijking:

$$M_p = \frac{(V_{mix} + V_{ep}) \cdot P_e}{V_{ep} \cdot d}$$

wanneer de uitlaatgassen buiten de tunnel worden afgevoerd;

$$M_p = \frac{V_{mix} \cdot P_e}{V_{ep} \cdot d}$$

wanneer de uitlaatgassen terug naar de tunnel worden gestuurd.

Waarin:

$V_{mix}$  = het volume van de verdunde uitlaatgassen (zie punt 1.1) onder normale omstandigheden;

$V_{ep}$  = het volume van het door het deeltjesfilter gestroomde uitlaatgas onder normale omstandigheden;

$P_e$  = de massa van de door de filters opgevangen deeltjes;

$d$  = de afstand van de bedrijfscyclus in km;

$M_p$  = de emissie van deeltjes in g/km.