

CODE VAN GOEDE PRAKTIJK VOOR DE GELEIDE EMISSIEMETINGEN VAN ATMOSFERISCHE VERONTREINIGING

INHOUD

Inhoud	3
Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	6
HOOFDSTUK 1. Inleiding	7
HOOFDSTUK 2. Toe te passen normen	8
HOOFDSTUK 3. Algemene uitvoeringsaspecten bemonstering, bewaring van stalen en analyse	13
3.1. <i>Meetplaats</i>	15
3.1.1. Inrichting	15
3.1.2. Evaluatie meetplaats bij de rapportering	18
3.2. <i>Monsterneming geleide emissies algemeen</i>	20
3.3. <i>Aantonen van de homogeniteit van een meetsectie</i>	20
3.4. <i>Monsterneming met filter in of buiten het afgaskanaal (in-stack of out-stack)</i>	23
3.5. <i>Controle/kalibratie van meet- en bemonsteringsapparatuur</i>	27
3.5.1. Algemeen	27
3.5.2. Gasmeters	28
3.5.3. Pitotbuizen	29
3.5.4. Manometers	29
3.5.5. Temperatuursondes/Thermokoppels	30
3.5.6. Barometer	30
3.6. <i>Validatievereisten voor een emissiemeetmethode</i>	31
3.6.1. Algemeen	31
3.6.2. Validatievereisten voor monitoren	32
3.6.3. Te halen detectie-/bepalingsgrenzen voor de meetmethode	34
3.7. <i>Recipiënten waarin de monsters moeten bewaard worden en bewaartermijn</i>	35
3.8. <i>Kalibratie bij de analysemethode</i>	43
3.9. <i>Voorstel tot meetonzekerheidsberekening</i>	44
3.9.1. Overzicht	44
3.9.2. Meetonzekerheid monitoren	50
3.10. <i>Rapportering</i>	51
3.11. <i>Specifieke vereisten voor enkele methodes</i>	52
3.11.1. Gravimetrische stofgehaltebepaling	52
3.11.2. Gravimetrische bepaling van watergehalte	52
3.11.3. Natchemische bemonsteringen van HCl, HF en andere	53
3.11.4. Bemonstering van VOS door adsorptie	55
3.11.5. Zuurstofmeting	55
HOOFDSTUK 4. Duiding bij een aantal aspecten van de normen	56



4.1.	<i>Lektesten</i>	56
4.2.	<i>Veldblanco's</i>	56
4.2.1.	Veldblanco's bij manuele bemonstering _____	57
4.2.2.	Veldblanco's bij dioxines en dioxine-achtige PCB's volgens EN 1948-1, 2, 3, 4 _____	58
4.3.	<i>Gasmetingen met monitoren (continu meettoestellen)</i>	59
4.3.1.	Toegelaten meetprincipes _____	59
4.3.2.	Kalibratie en controle van gasmonitoren _____	59
4.3.3.	Controle op verliezen in de leiding _____	62
4.3.4.	Criteria voor zero- en spandrift _____	62
4.3.5.	Zelf certificeren van kalibratiegassen _____	63
4.3.6.	NO ₂ meting _____	63
HOOFDSTUK 5.	Referentielijst _____	65
Bijlage	_____	68

LIJST VAN TABELLEN

<i>Tabel 1: Overzichtslijst van de toe te passen normen (monsterneming en analyse)</i>	8
<i>Tabel 2: Tabel met overzicht van voorgeschreven temperaturen van monsternemingssonde en filter (filter in of buiten het afgaskanaal)</i>	24
<i>Tabel 3: Performantiecriteriën voor gasmeters conform de in 2017 gereviseerde normen EN 14791 en EN 14790</i>	28
<i>Tabel 4: Voorbeeld van aftoetsing van de bepalingsgrens van een natchemische emissiemeetmethode in relatie tot een wettelijk vastgelegde emissiegrenswaarde (EGW)</i>	34
<i>Tabel 5: Conservering van stalen afkomstig van emissiemetingen</i>	36
<i>Tabel 6: Berekening van de meetonzekerheid voor de verschillende componenten</i>	44
<i>Tabel 7: Vereisten voor veldblanco's</i>	57
<i>Tabel 8: Toegelaten meetprincipes instrumentele technieken</i>	59

LIJST VAN FIGUREN

<i>Figuur 1: Termen gerelateerd aan meetplaats en meetsectie</i>	16
<i>Figuur 2: Lineariteit van monitoren</i>	33
<i>Figuur 3: Controlekaart met statistische 2s- en 3s-grenzen rond het gemiddelde</i>	62

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

Conform artikel 12 van het Wetboek van 25/03/1999 van inspectie, preventie, vaststelling en bestraffing van milieumisdrijven, en milieuaansprakelijkheid (verder Inspectiewetboek genoemd) [Ordonnantie van 08 mei 2014 tot wijziging van de ordonnantie van 25 maart 1999 betreffende de opsporing, de vaststelling, de vervolging en de bestraffing van misdrijven inzake leefmilieu alsook andere wetgevingen inzake milieu, en tot instelling van een Wetboek van inspectie, preventie, vaststelling en bestraffing van milieumisdrijven, en milieuaansprakelijkheid], mogen de met het toezicht belaste personeelsleden metingen van de verontreiniging verrichten en kosteloos monsters nemen of laten uitvoeren door een erkend laboratorium. Artikel 13 bepaalt dat de metingen van verontreiniging worden uitgevoerd volgens de modaliteiten en met behulp van apparaten en meetsystemen die de objectiviteit en de integriteit van de verzamelde gegevens waarborgen.

De voorliggende Code van Goede Praktijk voor de geleide emissiemetingen van atmosferische verontreiniging, met inbegrip van de bewaring en de analyse van de monsters, is bestemd om gebruikt te worden bij het uitvoeren van dergelijke metingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

HOOFDSTUK 2. TOE TE PASSEN NORMEN

De normen die voor de te meten parameters van toepassing zijn en gevolgd dienen te worden, zijn opgenomen in Tabel 1. De te meten parameters zijn in deze tabel geclusterd in een aantal subcategorieën, omdat de specifieke aspecten van bemonstering en analyse sterk gelinkt zijn met het type van parameter. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld gasvormige en stofvormige pollutanten en tussen anorganische gasvormige pollutanten en (vluchtige) organische componenten, ...

Tabel 1: Overzichtslijst van de toe te passen normen (monsterneming en analyse)

Te meten parameter	Toe te passen norm
Emissieparameters	
Vochtgehalte	EN 14790
Temperatuur	EN ISO 16911-1
Snelheid	EN ISO 16911-1 ISO 10780 ⁽¹⁾
Debiet	EN ISO 16911-1 ISO 10780 ⁽¹⁾
Zuurstofgehalte (O ₂)	EN 14789
Polyaromatische koolwaterstoffen PAK's	
Antraceen	ISO 11338-1 t/m 2
Benzo(a)pyreen	ISO 11338-1 t/m 2
Benzo(b)fluorantheen	ISO 11338-1 t/m 2
Benzo(k)fluorantheen	ISO 11338-1 t/m 2
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	ISO 11338-1 t/m 2
Naftaleen	ISO 11338-1 t/m 2
Dioxines/PCB's	
PCDD + PCDF (dioxines + furanen)	EN 1948-1 t/m 3
Polychloorbifenylen (PCB)	EN 1948-4
Anorganische gasvormige pollutanten/natchemische bemonstering	
Waterstofcyanide (HCN) Cyanide en zijn anorganische verbindingen, uitgedrukt als HCN	(draft) EPA OTM 029
Waterstoffluoride (HF) Fluor en zijn anorganische verbindingen, uitgedrukt als HF	NBN T 95-501 NF X43-304 ⁽²⁾

Te meten parameter	Toe te passen norm
Zoutzuur (HCl) Chloor en zijn anorganische verbindingen, uitgedrukt als HCl	EN 1911
Ammoniak (NH ₃)	NEN 2826 EPA CTM-027 ⁽³⁾
Chloor	EPA-method 26
Waterstofsulfide H ₂ S	VDI 3486 blatt 2
Zwaveloxiden (SO _x /SO ₂)	EN 14791 ⁽⁴⁾
Anorganische componenten/meting met monitoren	
Koolstofdioxide (CO ₂)	ISO 12039
Koolstofmonoxide (CO)	EN 15058
Methaan (CH ₄)	ISO 25139
Stikstofoxiden (NO _x /NO ₂)	EN 14792
Zwaveloxiden (SO _x /SO ₂)	CEN/TS 17021 (SO ₂)
Distikstofoxide (N ₂ O)	EN ISO 21258
Vluchtige organische componenten/monitoren	
Totaal organische koolstof (TOC)	EN 12619
Vluchtige organische stoffen in mg C/ Nm ³	EN 12619
Vluchtige organische componenten/bemonstering op adsorbentia	
niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)	CEN/TS 13649
Benzeen	
1,1,1-trichloorethaan	
1,1,2,2-tetrachloorethaan	
1,2-dichloorethaan (DCE)	
Dichloormethaan (DCM)	
Tetrachloorethyleen / Perchloorethyleen (PER)	
Tetrachloormethaan (TCM)	
Trichloorbenzeen (TCB)	
Trichloorethyleen (TRI)	
Trichloormethaan / Chloroform	
Vinylchloride / Chloorethyleen	
1,1-dichloorethyleen (1,1-DCE)	
1,2,3-Trimethylbenzeen	
1,2,4-Trimethylbenzeen	
1,2-dichloorbenzeen	
1,2-dichloorethyleen	
1,3,5-Trimethylbenzeen	
1,4-dichloorbenzeen	
2-chloorpropaan	
Aceton	
a-chloortolueen	
Amines R-NH	
Azijnzuur	



Te meten parameter	Toe te passen norm
Butyraldehyde	CEN/TS 13649
Chloorbenzeen	
Chloorethaan	
Chloormethaan	
Cyclohexanon	
Isopropylbenzeen / Cumeen	
Mercaptanen R-SH / Thiols	
Nitrobenzeen	
Nitrotolueen	
Ethyleenoxide	
Styreen	
Stofvormige componenten en metalen	
Aluminium	EN 14385 ⁽⁵⁾
Antimoon en Sb-verbindingen	EN 14385
Arseen en As-verbindingen	EN 14385
Cadmium en Cd-verbindingen	EN 14385
Chroom en Cr-verbindingen	EN 14385
Ijzer	EN 14385 ⁽⁵⁾
Kobalt en Co-verbindingen	EN 14385
Koper en Cu-verbindingen	EN 14385
Kwik en Hg-verbindingen	EN 13211
Lood en Pb-verbindingen	EN 14385
Mangaan en Mn-verbindingen	EN 14385
Nikkel en Ni-verbindingen	EN 14385
Platina en Pt-verbindingen	EN 14385 ⁽⁵⁾
Selenium en Se-verbindingen	EN 14385
Telluur en Te-verbindingen	EN 14385 ⁽⁵⁾
Thallium en Tl-verbindingen	EN 14385
Tin en Sn-verbindingen	EN 14385 ⁽⁵⁾
Vanadium en V-verbindingen	EN 14385
Zink en Zn-verbindingen	EN 14385 ⁽⁵⁾
PM10 = stoffen met een diameter < 10 micron	ISO 23210
Totaal stof	EN 13284-1 (lage stofconcentraties) ISO 9096 (hogere stofconcentraties) ⁽⁶⁾
Andere verontreinigende stoffen	
Acetaldehyde	
Pentachloorbenzeen	
Hexachloorbenzeen (HCB)	
Dichloordifluormethaan (freon)	

Te meten parameter	Toe te passen norm
Chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK)	
Hydrochloorfluorkoolwaterstoffen (HCFK)	
Fluorkoolwaterstoffen (HFK)	
Halonen	
di(2-ethylhexyl)-ftalaat (DEHP)	
Hexabroombifenyl (HBB)	
Perfluorkoolstoffen (PFK)	
Aldrin	
Chloordaan	
Chloordecon	
Dichloordifenyiltrichloorethaan (DDT)	
Dieldrine	
Endrine	
Heptachloor	
Hexachloorcyclohexaan-1,2,3,4,5,6 (HCH)	
Lindaan	
Mirex	
Pentachloorfenol (PCP)	
Toxafeen	
Zwavelhexafluoride (SF6)	
Polybroomdifenyloethers	

⁽¹⁾ voor het meten van gassnelheid/debiet is de NBN ISO 16911 van toepassing. Voor het kalibreren van Pitotbuizen wordt naast kalibratie in een windtunnel t.o.v. een laser doppler anemometer eveneens de kalibratiemethode t.o.v. een referentie standaard Pitotbuis in een windtunnel van ISO 10780 toegelaten

⁽²⁾ voor het meten van de concentratie aan gasvormige fluoriden van gasemissies is de NBN T 95-501 van toepassing. Deze oude normmethode van 1984 schrijft de ionselectieve elektrode als verplichte analysemethode voor. Twee alternatieve analysetechnieken kunnen naast de ionselectieve elektrode worden toegelaten op basis van de Franse norm NF X43-304:

- spectrofotometrie (analysetechniek aanbevolen voor een concentratie $\geq 0,3$ mg/l) ;
- ionchromatografie (analysetechniek aanbevolen voor een concentratie $\geq 0,1$ mg/l).

Combinatie van 1 wasfles met water en 2 wasflessen met 0,1 N NaOH is conform de NF X43-304 toelaatbaar voor een gecombineerde bemonstering van HCl en HF. De concentratie aan fluoride en chloride wordt in iedere wasfles afzonderlijk bepaald. Voor de HCl- en HF-bemonstering dient aangetoond dat aan de vereisten voor de absorptie-efficiëntie voldaan is. Alternatief kunnen ook 2 wasflessen met water gevolgd door 2 wasflessen met 0,1 N NaOH gebruikt worden waarbij chloride dan enkel in de eerste twee wasflessen geanalyseerd wordt en fluoride in alle wasflessen.

⁽³⁾ De Nederlandse norm NEN 2826 schrijft spectrofotometrie voor de analyse van ammoniumstikstof voor. Alternatief kan ionchromatografie conform EPA CTM-027 voor analyse toegepast worden.

⁽⁴⁾ De natchemische SO₂ bepaling conform EN 14791 is niet de voorkeursmethode wegens beperkte nauwkeurigheid (20%) en trage respons. Voor de meting van SO₂ dient een continu meettoestel beschikbaar te zijn.

⁽⁵⁾ deze elementen zijn niet expliciet in de EN 14385 opgenomen



⁽⁶⁾ eveneens verwijzing naar de ISO 9096 omdat volgens deze norm ook hulfilters gebruikt kunnen worden. Dit type filters wordt typisch gebruikt voor hogere stofconcentraties (toepassingsgebied norm tussen 20 en 1000 mg/m³). De norm EN 13284-1 schrijft enkel vlakfilters voor.

Voor een aantal parameters in bovenstaande tabel wordt er geen normmethode vermeld. Dit betekent dat er geen (internationale) normen voor de bepaling van de vermelde parameters in geleide gasvormige emissies beschikbaar zijn. Voor deze parameters dient het laboratorium aan te tonen dat de door haar gebruikte methode geschikt is voor uitvoering van deze metingen.

In het algemeen worden bij een validatieonderzoek de volgende stappen doorlopen (cfr. NEN 7777):

- bepaal op basis van het doel en de status van de methode welke prestatiekenmerken bepaald moeten worden;
- bepaal het toepassingsgebied (matrices en werkgebied) waarvoor de methode gevalideerd moet worden, en in hoeveel deelgebieden dit praktisch moet opgesplitst worden;
- ga na of er externe eisen gelden voor (een deel van) de prestatiekenmerken, en zo ja welke vorm deze hebben;
- ga na welke monsters nodig zijn voor het validatieonderzoek;
- voer het validatieonderzoek uit;
- beoordeel de vastgestelde prestatie in vergelijking met eventuele externe eisen, of (bij ontbreken van externe kwantitatieve eisen) rechtstreeks ten opzichte van het gebruiksdoel;
- rapporteer de resultaten in een validatierapport.

De selectie van de te bepalen prestatiekenmerken, gebeurt volgens §3.6.1.

De algemene uitvoeringsaspecten rond monsterneming, meetplaats, aantonen homogeniteit, controle en kalibratie van meet- en monsternemingsapparatuur (zie HOOFDSTUK 3) en punten uit normen die algemeen toepasbaar zijn (veldblanco, uitvoering lekttest zie HOOFDSTUK 4), dienen eveneens gevolgd te worden voor parameters waarvoor geen (internationale) normen beschikbaar zijn.

HOOFDSTUK 3. ALGEMENE UITVOERINGSASPECTEN BEMONSTERING, BEWARING VAN STALEN EN ANALYSE

In dit hoofdstuk worden algemene aspecten rond de uitvoering, bewaring van stalen en analyse bij emissiemetingen besproken die voor alle parameters van toepassing zijn, dus ook in geval geen Codes van Goede Praktijk of norm-methodes beschikbaar zijn.

Specifiek worden in dit deel volgende punten behandeld.

➤ **Wat betreft bemonstering**

- Evaluatie meetplaats bij de rapportering
- Monsterneming geleide emissies algemeen
- Aantonen van de homogeniteit van een meetsectie
- In stack (binnen de schouw) of out stack (buiten de schouw) monsterneming
- Specifieke vereisten voor enkele methodes

Soms kunnen milieuvergunningen het naleven van specifieke bemonsteringsomstandigheden of –methodes bepalen. De erkende labo's dienen deze bepalingen te volgen maar dienen eveneens kritisch te bekijken of de voorgestelde methodes of omstandigheden up-to-date zijn of eventueel kunnen leiden tot een minder nauwkeurig resultaat dan de meest recente normen.

Indien de methode niet up-to-date is of tot een minder nauwkeurig resultaat kan leiden, dan dient het laboratorium contact op te nemen met de overheid (vergunningsverlener of inspectiedienst) voor het uitvoeren van de bemonstering/meting.

➤ **Wat betreft meet- en bemonsteringsapparatuur**

- Minimale vereisten voor meet- en bemonsteringsapparatuur
- Voor de instrumentele technieken, minimaal de vereiste meetprincipes
- Voor de andere apparatuur aandacht voor interne en externe kalibraties, frequenties

➤ **De recipiënten waarin de monsters moeten bewaard worden en bewaartermijn**

- Type van recipiënten
- De maximale bewaartermijn, de bewaaromstandigheden voor een monster

➤ **Een oplijsting van de analysemethodes**

- Te behalen detectiegrenzen in relatie tot de wettelijk vastgelegde emissiegrenswaarde
- Voorstel tot meetonzekerheidsberekening (MO)
 - vermelding van welke factoren (zowel voor staalname als voor analyse) minimaal opgenomen moeten worden in de MO-berekening, desgevallend vermelding van de opgelegde maximale MO die worden vermeld in de betreffende norm of in de wetgeving

➤ **Rapportering**

- een oplistijng van de minimale vereisten en elementen die in de rapportering dienen opgenomen te worden. Belangrijk onderdeel van de rapportering is ook een meetvlakbeoordeling conform de EN 15259 en een beoordeling van de homogeniteit conform deze norm.
- **Validatie van een meetmethode**
 - Validatievereisten voor een emissiemeetmethode algemeen
 - Validatievereisten voor monitoren (continu meettoestel)

3.1. MEETPLAATS

3.1.1. INRICHTING

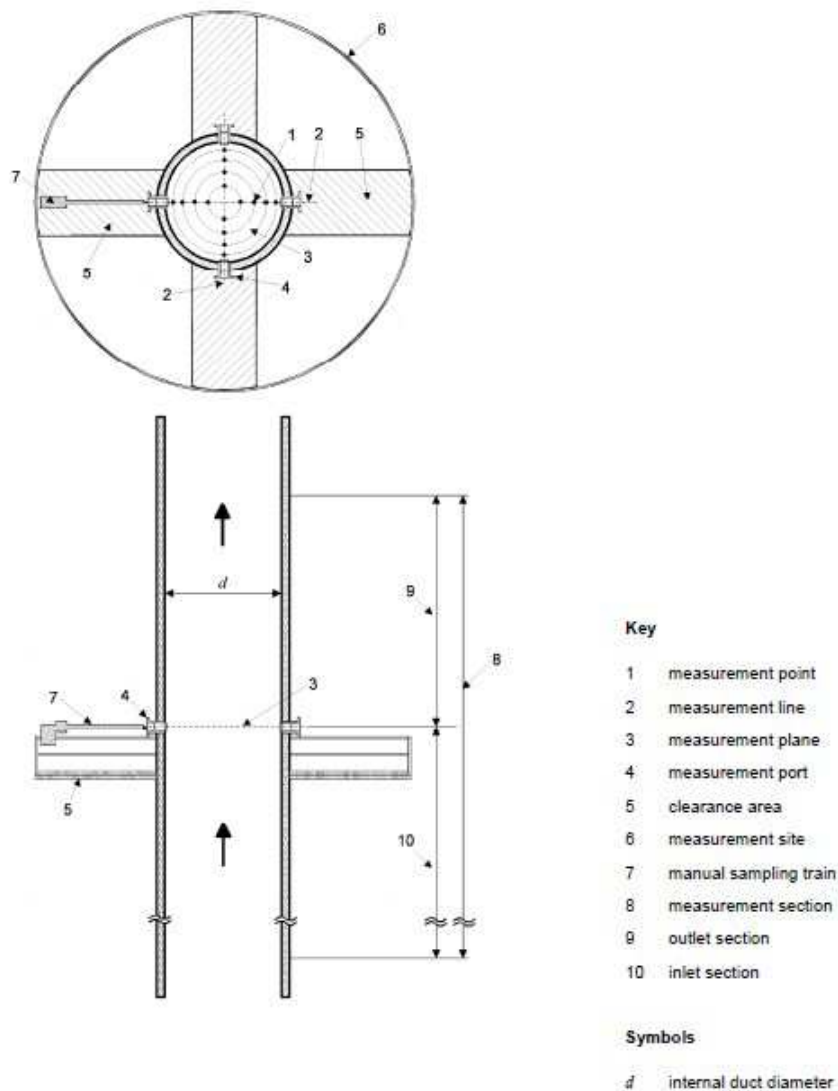
De plaats waar een emissiemeting wordt uitgevoerd is van doorslaggevend belang voor de kwaliteit van de meetresultaten. Voor de bepaling van de snelheid en de massaconcentratie van de te meten component in het afgas is een regelmatig en stabiel snelheidsprofiel zonder wervelingen en terugstroming vereist. Het meetvlak moet een rooster van voldoende meetpunten voorzien om de verdeling van de te meten component te bepalen.

Voor de inrichting van de meetplaats, meetsectie en het meetplatform is de norm NBN EN 15259 van toepassing. Onderstaande definities worden in de norm EN 15259 gegeven:

- ‘Measurement section (meetsectie)’:
Region of the waste gas duct which includes the measurement plane(s) and the inlet and outlet sections. The measurement section is the region of a conducted source (e.g. waste gas duct, stack) which includes the actual measurement plane and the inlet and outlet sections.

- ‘Measurement plane (=meetvlak= meetdoorsnede)’:
plane normal to the centreline of the duct at the sampling position

Deze termen zijn op Figuur 1 weergegeven.



Figuur 1: Termen gerelateerd aan meetplaats en meetsectie

De voornaamste bepalingen uit deze norm worden hieronder samengevat.

Bij de planning en keuze van een meetsectie, moet rekening gehouden worden met volgende aspecten:

- De meetsectie zal een representatieve steekproef van de emissies in het meetvlak toelaten voor de bepaling van het volumedebiet en de massaconcentratie van de pollutanten;
- Het meetvlak is gelokaliseerd in een deel van het afgaskanaal (schoorsteen bv) waar homogene stromingscondities en concentraties verondersteld kunnen worden. Aan de vereiste voor homogene stromingscondities is over het algemeen voldaan indien het meetvlak:
 - stroomaf- en opwaarts zo ver mogelijk verwijderd is van verstoringen die een wijziging in de richting van de stroming kunnen veroorzaken (bv verstoringen kunnen veroorzaakt worden door bochten, ventilatoren,...) evenals van de toevoer

van lucht of andere emissiestromen. Deze storingen kunnen resp. draaiende (“niet axiale”) stroming of stratificatie (laagvorming) in het afgaskanaal teweegbrengen.

- in een segment van tenminste vijf hydraulische diameters (D_h) in een rechtlijnig deel stroomopwaarts van het meetvlak en tenminste twee hydraulische diameters stroomafwaarts (of tenminste vijf hydraulische diameters van de bovenkant van de schoorsteen bij uitstroom naar de vrije atmosfeer) gesitueerd is. Dit zijn de afstandsrichtlijnen. De hydraulische diameter wordt gedefinieerd als:

$$D_h = 4 \times \text{Oppervlakte van Doorsnede} / \text{Omtrek.}$$

Bij ronde kanalen is de hydraulische diameter gelijk aan de werkelijk gemeten diameter.

- zich bevindt in een deel van het kanaal met constante vorm en doorsnede;
- In ieder meetpunt van het meetvlak conform de NBN EN 15259 moet aan onderstaande 4 voorwaarden voor een homogeen stromingsprofiel voldaan zijn:
- Richting van de gasstroom $< 15^\circ$ t.o.v. de lengteas van het gaskanaal;
 - Geen lokale negatieve gassnelheden;
 - Een minimum gassnelheid afhankelijk van de meetmethode voor volumedebiet:
 - Bij gebruik van pitotbuizen moet de differentieeldruk in elk meetpunt groter dan 5 Pa zijn;
 - Bij gebruik van vleugelradanemometers moet de snelheid in elk meetpunt groter dan 0,5 m/s zijn;
 - Verhouding maximale/minimale gemeten gassnelheid < 3 .

3.1.2. EVALUATIE MEETPLAATS BIJ DE RAPPORTERING

Algemeen

Het rapport dient een registratie van de karakteristieken van de meetplaats en een aftoetsing ervan naar conformiteit met de norm EN 15259 te bevatten.

Naast de karakteristieken van de meetplaats dient voor emissiemetingen minstens volgende informatie betreffende de conformiteit van de meetplaats in het verslag opgenomen:

- De resultaten van de toetsing aan de 4 voorwaarden van de NBN EN 15259 voor een homogeen stromingsprofiel op ieder meetpunt conform de norm met uitzondering van de situaties waarvoor verder afwijkingen toegelaten worden; in geval van een niet homogeen concentratieprofiel in het meetvlak is een debietgewogen monsterneming vereist en moet het snelheidsprofiel gekend zijn. In dat laatste geval moet steeds nagegaan worden of aan de voorwaarden van de NBN EN 15259 voldaan is. De toetsing aan de 4 voorwaarden moet in het rapport in meer detail weergegeven worden door:
 - Voor gemeten hoeken $\geq 15^\circ$: rapportering van de werkelijk gemeten hoeken van de gasstroom ten opzichte van de kanaalas per meetpunt; voor hoeken onder 15° volstaat ' $< 15^\circ$ '.
 - Rapportering van de individuele gassnelheden per meetpunt en de verhouding v_{\max}/v_{\min}
- Het aantal aanwezige meetopeningen/meetassen/meetpunten t.o.v. de vereisten vanuit de NBN EN 15259. Verder worden de toegelaten afwijkingen beschreven die geen aanleiding geven tot een non-conformiteit.

Met uitzondering van de verder toegelaten afwijkingen, dient het niet voldaan zijn aan de 4 vereisten voor een homogeen stromingsprofiel vanuit de NBN EN 15259 en de aanwezigheid van onvoldoende meetopeningen/meetassen/meetpunten als een non-conformiteit gerapporteerd te worden, met de omschrijving van de vastgestelde afwijkingen. Voorbeelden hiervan zijn

- het niet voldaan zijn aan het vereiste aantal meetopeningen/meetassen/meetpunten;
- niet alle vereiste meetopeningen zijn aanwezig;
- een reling ter hoogte van de meetopeningen belet een volledige meting over het volledige meetvlak (traversering – scanning – rastermeting zie 3.2);
- te kleine meetopeningen voor de te gebruiken sondes in het bijzonder bij stofgebonden componenten;
- een te klein meetplatform;
- ...

In het meetrapport dient verder volgende informatie betreffende de meetplaats opgenomen, maar dit leidt niet tot een niet conforme meetplaats:

- Het resultaat van de homogeniteitstest volgens de EN15259 met resulterende strategie (1-puntsmeting of rastermeting) of het voldaan zijn aan de veronderstelde homogeniteit (met een 1-puntsmeting als resulterende strategie);
- Een toetsing aan de afstandsrichtlijnen die in de NBN EN 15259 opgegeven zijn.

Toegelaten afwijkingen t.o.v. de norm NBN EN 15259

In een aantal situaties worden afwijkingen t.o.v. de 4 voorwaarden van de NBN EN 15259 voor een homogeen stromingsprofiel of t.o.v. het aantal meetopeningen/meetassen/meetpunten toegelaten. Deze afwijkingen geven dus geen aanleiding tot een non-conformiteit:

- Voor kleine gasgestookte installaties tot 5 MW met uitzondering van atmosferische branders zijn volgende afwijkingen t.o.v. NBN EN 15259 toegelaten:
 1. Slechts 1 meetopening i.p.v. 2 meetopeningen beschikbaar
 2. Een meting op 1 punt is steeds toegelaten
 3. Afwijkingen van 1 of meer van de 4 voorwaarden voor een homogeen stromingsprofiel
- Indien enkel gasvormige parameters zonder volumedebiet gemeten moeten worden in een homogene gasstroom zonder druppels, dan moeten de 4 voorwaarden voor een homogeen snelheidsprofiel uit NBN EN 15259 niet worden afgetoetst en is het niet voldaan zijn aan 1 of meerdere van deze voorwaarden geen afwijking. Voor niet wateroplosbare gasvormige parameters geldt dit eveneens voor homogene gasstromen met druppels.
- Indien enkel gasvormige parameters en volumedebiet gemeten moeten worden in een homogene gasstroom zonder druppels en het debiet kan op een alternatieve manier conform NBN EN ISO 16911-1 bepaald worden, dan moeten de 4 voorwaarden voor een homogeen snelheidsprofiel niet worden afgetoetst en is het niet voldaan zijn aan 1 of meerdere van deze voorwaarden geen afwijking. Voor niet wateroplosbare gasvormige parameters geldt dit eveneens voor homogene gasstromen met druppels.
- Indien enkel gasvormige parameters zonder volumedebiet gemeten moeten worden in een gasstroom die verondersteld (zie subparagraaf 3.3) homogeen is en zonder druppels, dan is het niet voldoen aan het vereiste aantal meetopeningen/meetassen/meetpunten geen afwijking. Voor niet wateroplosbare gasvormige parameters geldt dit eveneens voor verondersteld homogene gasstromen met druppels.
- Indien enkel gasvormige parameters en volumedebiet gemeten moeten worden in een gasstroom die verondersteld (zie subparagraaf 3.3) homogeen is en zonder druppels en het debiet kan op een alternatieve manier – geen puntmetingen met pitotbuis/anemometer maar bijvoorbeeld een tracergasmeting of berekening van het volumedebiet vanuit het energieverbruik bij verbrandingsprocessen – conform NBN EN ISO 16911-1 bepaald worden, dan is het niet voldoen aan het vereiste aantal meetopeningen/meetassen/meetpunten geen afwijking. Voor niet wateroplosbare gasvormige parameters geldt dit eveneens voor verondersteld homogene gasstromen met druppels.

Bij andere (niet toegelaten) afwijkingen moeten laboratoria een inschatting maken van de invloed van deze afwijkingen op het meetresultaat.

3.2. MONSTERNEMING GELEIDE EMISSIES ALGEMEEN

Voor bemonsteringen waarbij de te meten componenten voorkomen in de stofdeeltjes, of simultaan voorkomen in verschillende fasen zoals stof, gas en druppeltjes dient er steeds een rastermeting en een isokinetische monsterneming te worden uitgevoerd over de punten en diameters die door de EN 15259 en de stofbemonsteringsmethode EN 13284-1 worden vereist. Dit geldt dus steeds voor o.a. de bemonstering van stof, zware metalen, PAK's, dioxines en PCB's in emissies.

In geval van aanwezigheid van druppels dienen de wateroplosbare gasvormige componenten (bv. HCl, HF, NH₃, wateroplosbare VOC's, ...) eveneens via een rastermeting en isokinetisch bemonsterd te worden.

Voor gasvormige componenten is een 1-puntsmeting in plaats van meting over het volledige meetvlak (traversering - scanning) toegestaan indien voldaan is aan één van de vier voorwaarden die weergegeven zijn onder subparagraaf 3.3.

Bij de monsterneming van gasvormige parameters via een rastermeting - bij een niet homogene meetsectie en afwezigheid van druppels in het afgaskanaal- kunnen verder de volgende 2 gevallen onderscheiden worden (conform de norm EN 15259):

- 1) Het debiet doorheen het collectiemedium wordt aangepast aan het lokaal massadebiet in het deeloppervlak (massadebietproportionele monsterneming)
- 2) Het debiet kan niet aangepast worden zonder afname van de collectie-efficiëntie van het systeem (manuele methoden bijvoorbeeld met wasflessen) of kan niet aangepast worden (automatische methoden); in dit geval wordt in ieder punt tijdsproportioneel met de lokale snelheid bemonsterd.

3.3. AANTONEN VAN DE HOMOGENITEIT VAN EEN MEETSECTIE

Meting van gasvormige componenten in één punt, in plaats van meting over het volledige meetvlak (traversering – scanning – rastermeting), is alleen toegelaten:

- Indien de homogeniteit van de meetsectie werd aangetoond volgens NBN EN 15259; een 1-puntsmeting in elk meetpunt van de sectie is dan toegestaan;
- In één welbepaald punt waarvan bewezen werd dat het representatief is voor de sectie volgens NBN EN 15259 (dit kan ook in een niet-homogeen meetvlak);
- Bij veronderstelde homogeniteit (zie verder)
- Voor kleine gasgestookte installaties tot 5 MW met uitzondering van atmosferische branders

Voor diameters kleiner dan 0,35 m moet slechts op 1 punt in het uitstootkanaal gemeten te worden en dient dus geen homogeniteit bewezen te worden.

Voor diameters tussen 0,35 m en 1,10 m dient de homogeniteit bewezen te worden tenzij aan de voorwaarden voor veronderstelde homogeniteit (zie verder) voldaan is.

Veronderstelde homogeniteit:

Een meetsectie mag zonder verdere testen als homogeen worden beschouwd als voldaan wordt aan alle onderstaande voorwaarden:

- De meetsectie voldoet aan de afstandsregels volgens de EN 15259 of de vroeger van toepassing zijnde Belgische debietsnorm NBN T 95-001 (norm is teruggetrokken, toetsing aan de afstandsregels volgens deze norm is enkel toegelaten voor installaties vergund vóór 12/06/2015)
- Uitstootkanaal met diameter tot maximaal 1,10 m;
- En er is slechts één bron van uitstoot aangesloten.

** De norm NBN T 95-001 stelde: 'De meetdoorsnede moet zich bevinden in een rechtlijnig deel van de leiding met constante vorm en doorsnede en een lengte van ten minste zesmaal de hydraulische diameter D_h ; zij moet gekozen worden op twee derden van de lengte van het rechte deel gemeten vanaf het aanvangspunt stroomopwaarts.'*

Vermoeden van niet-homogeniteit:

Indien niet aan alle bovenstaande voorwaarden voor veronderstelde homogeniteit is voldaan, dus bij :

- een minder gunstige ligging van de sectie dan door de normen voor stofgehaltebepaling of debietsmeting wordt voorgeschreven, of
 - afgaskanaal van grotere diameters ($> 1,10$ m), of
 - meerdere bronnen van uitstoot op hetzelfde kanaal aangesloten,
- is er een vermoeden van niet-homogeniteit en dient de homogeniteit te worden aangetoond.

Frequentie van aantonen van homogeniteit:

Indien een 1-puntsmeting wordt uitgevoerd dient de homogeniteit reeds bewezen te zijn. Voor emissiemetingen die periodiek worden herhaald in hetzelfde meetvlak volstaat een eenmalige bepaling van de homogeniteit volgens de methode beschreven in EN 15259, zolang het meetpunt en de aangesloten processen die de emissies voortbrengen niet veranderen.

Minimum aantal meetpunten:

De homogeniteit dient te worden aangetoond met minimum 8 verschillende meetpunten voor een ronde doorsnede en minimum 9 voor een rechthoekige. Aangezien met een kleiner aantal meetpunten de statistische onzekerheid te groot is – weerspiegeld in de hoge F en t-waarden – hebben tests met minder meetpunten weinig betekenis.

Opmerking :

Bij sterk in de tijd fluctuerende emissies, of indien meerdere bronnen met verschillende regimes op hetzelfde kanaal zijn aangesloten kan de homogeniteit niet met de voorgeschreven methodes worden bewezen. Dit betekent in principe dat er steeds dient gescand te worden, maar de representativiteit van de meting voor de emissie is hiermee nog niet gegarandeerd.

Bij niet verbrandingsprocessen waar O_2 geen geschikte parameter is voor de uitvoering van de homogeniteitstest en geen andere parameters in de gasstroom aanwezig zijn die voor de uitvoering van de homogeniteitstest continu gemeten kunnen worden, kunnen volgende voorwaarden alternatief afgetoetst te worden:

- Standaardafwijking op de snelheden $< 10\%$ van de gemiddelde snelheid
- Lokale temperatuurverschillen variëren minder dan 10°C

3.4. MONSTERNEMING MET FILTER IN OF BUITEN HET AFGASKANAAL (IN-STACK OF OUT-STACK)

Indien er geen risico op condensatie is, dus indien de afgastemperatuur voldoende boven het (zuur)dauwpunt ligt, dan kan over het algemeen een filter bij de afgastemperatuur in het afgaskanaal toegepast worden. Bij aanwezigheid van druppels in de gasstroom of bij risico op condensatie, dient steeds een verwarmde sonde en filter buiten de schouw toegepast te worden die tot voldoende ver boven het dauwpunt van de gasstroom wordt verwarmd.

Tabel 2 geeft voor een aantal parameters een overzicht van in te stellen filtertemperaturen. In deze tabel wordt eveneens aangegeven of een in-stack of out-stack filtratie voorgeschreven wordt.

Tabel 2: Tabel met overzicht van voorgeschreven temperaturen van monsternemingssonde en filter (filter in of buiten het afgaskanaal)

Parameter	Temperatuur	Filter in of buiten het afgaskanaal?
Water	<p>Filter en sonde tenminste op 120°C en 20°C hoger dan het (zuur)dauwpunt van het afgas.</p> <p>Gebruik van een niet verwarmde sonde toegelaten mits niet verwarmde delen mee afgewogen worden</p>	Afgastemperatuur minstens 120°C en 20°C boven het (zuur)dauwpunt, dan filter in het afgaskanaal toegelaten
HCl Chloor en zijn anorganische verbindingen, uitgedrukt als HCl	<p>Filtratie bij een gecontroleerde temperatuur die minstens 20°C boven het dauwpunt ligt en bij voorkeur tenminste op 150°C.</p> <p>In een oudere versie van EN 1911-1: 1998 werd aangegeven dat verliezen van chloriden plaats kunnen vinden door nevenreacties tijdens de filtratie bij temperaturen lager dan 130°C.</p> <p>Bepaalde afgassen kunnen calciumzouten of hydroxiden, ammoniumzouten of vrije NH₃ bevatten die met HCl kunnen reageren. Er zou experimenteel bewijs bestaan dat deze reacties sterk bevorderd worden bij temperaturen lager dan 130°C.</p> <p>De reactieproducten zullen dan op de filter tegengehouden worden.</p>	
Chloor	Filter en sonde minstens 20°C hoger dan het dauwpunt en bij voorkeur tenminste op 150°C	Afgastemperatuur minstens 20°C boven het dauwpunt, dan filter in het afgaskanaal toegelaten
Gasvormig NH ₃	Meting van gasvormig NH ₃ : filter en sonde op een gecontroleerde temperatuur van 105°C ingesteld (condensatie of nat worden filter wordt vermeden en de	Verwarmde filter buiten het afgaskanaal op een gecontroleerde temperatuur van 105°C

Parameter	Temperatuur	Filter in of buiten het afgaskanaal?
	<p>verdamping van ammoniumzouten is dan minimaal). Bij verhoogde temperaturen kan vervluchtiging van ammoniumaërosolen (bijvoorbeeld ammoniumnitraat) optreden waardoor een overschatting van de ammoniakconcentratie kan optreden.</p>	
HF	Filter en sonde minstens 20°C hoger dan het dauwpunt en bij voorkeur minstens 150°C om reacties van de gassen met stofdeeltjes op de filter te minimaliseren	Geen druppels en de afgastemperatuur minstens 20°C boven het dauwpunt: dan mag een filtratie in het afgaskanaal toegepast worden
SO _x	<p>Filter en sonde tenminste op 120°C en minstens 20°C hoger dan het (zuur)dauwpunt</p> <p>Indien SO_x bepaald moet worden in aanwezigheid van SO₃, dan dient het laboratorium te kunnen aantonen dat de temperatuur tijdens de meting minstens 20°C boven het zuurdauwpunt lag of alternatief kan standaard geopteerd worden voor een "veilige" temperatuur van 200°C. Bij procesemissies kan de filter alternatief weggelaten of geanalyseerd worden, maar dit enkel bij afwezigheid van sulfaten in de gasstroom. Bij aanwezigheid van sulfaten moet de filter tot boven het zuurdauwpunt verwarmd worden</p>	Filter in het afgaskanaal indien geen druppels en indien de afgastemp 20°C boven het (zuur)dauwpunt
HCN	120 ± 14 °C	Verwarmde filter buiten het afgaskanaal
Stof	<p>Aanbevolen temperatuur van 160°C ± 5°C</p> <p><u>Combinatie stof + totaal metalen</u> en afgastemperatuur lager dan 160°C: steeds een filter buiten het afgaskanaal op 160°C</p>	Filter in of buiten de schouw toegelaten, behalve: <ol style="list-style-type: none"> 1) bij aanwezigheid van druppels (verzadigde gasstroom): altijd verwarmde filter buiten de schouw 2) Bij combinatie van stof met totaal metalen volgens NBN EN 14385 moet de filter buiten het afgaskanaal in een verwarmd filterhuis op 160°C geplaatst worden indien de



Parameter	Temperatuur	Filter in of buiten het afgaskanaal?
		afgastemperatuur lager is dan 160°C en een na-conditionering van de filter op 160°C wordt toegepast voor de bepaling van het stofgehalte. Door deze na-conditionering op 160°C kan namelijk vervluchtiging van metalen die bij de afgastemperatuur in stofvorm voorkomen, optreden. De temperatuur tijdens de na-conditionering van de filter mag nooit de filtratietemperatuur overschrijden.
Metalen	<u>Combinatie stof + totaal metalen</u> en afgastemperatuur lager dan 160°C: steeds een filter buiten het afgaskanaal op 160°C	Filter in of buiten het afgaskanaal <u>Combinatie stof + totaal metalen</u> en afgastemperatuur lager dan 160°C: steeds een filter buiten het afgaskanaal op 160°C Filter buiten het afgaskanaal: op een temperatuur van tenminste 20 °C boven de afgastemperatuur of 20 °C boven het dauwpunt (hoogste van beide waarden)
Vluchtige organische componenten/bemonstering op patroon	Verschillende configuraties mogelijk afhankelijk van de temperatuur van de afgassen en van de aanwezigheid van druppels en/of stof.	
PCDD+PCDF en PCB's	Verschillende configuraties mogelijk conform EN 1948-1 en EN 1948-4	
PAK's	Verschillende configuraties mogelijk conform ISO 11338-1	

3.5. CONTROLE/KALIBRATIE VAN MEET- EN BEMONSTERINGAPPARATUUR

Artikel 13 van het Wetboek bepaalt dat de metingen van verontreiniging worden uitgevoerd volgens de modaliteiten en met behulp van apparaten en meetsystemen die de objectiviteit en de integriteit van de verzamelde gegevens waarborgen.

Artikel 14 van het Wetboek bepaalt dat de goede werking van de meetapparaten gecontroleerd wordt en dat een register bijgehouden wordt.

3.5.1. ALGEMEEN

Alle meetinstrumenten zoals gasmeters, thermokoppels, manometers, pitotbuizen, ... dienen periodiek over het gehele meetbereik gecontroleerd/gekalibreerd te worden, waarbij de frequentie afhankelijk is van de gebruiksfrequentie in de praktijk. De controle/kalibratie moet herleidbaar zijn naar (inter)nationale standaarden en door een hiervoor ISO 17025 geaccrediteerde kalibratie-instelling uitgevoerd worden.

Alternatief kan het laboratorium de controles/kalibraties zelf uitvoeren ten opzichte van een referentietoestel dat extern door een ISO 17025 geaccrediteerde kalibratie-instelling gekalibreerd werd.

Voor meetmiddelen die in het veld gebruikt worden, geldt een typische controle/kalibratiefrequentie van een jaar; voor referentietoestellen wordt door Belac-auditeurs typisch een frequentie van 5 jaar als vuistregel gehanteerd. Referentietoestellen zijn toestellen die enkel voor controle van andere toestellen gebruikt worden en dus niet in het veld meegenomen worden.

Het laboratorium dient over een controle/kalibratieprocedure te beschikken waarin de kalibratiefrequentie, de werkwijze en de afkeurcriteria voor de referentietoestellen en de meettoestellen zijn vastgelegd. Deze procedure dient door de bevoegde instanties (bv. Belac, de bevoegde referentielabo's, ...) goedgekeurd te worden.

Indien vanuit de kalibratiehistoriek blijkt dat de meetinstrumenten vóór bijregeling steeds binnen specificatie blijven, dan kan de controle/kalibratiefrequentie eventueel verlaagd worden.

3.5.2. GASMETERS

De uitgebreide onzekerheid (95% betrouwbaarheidsniveau) op het bemonsterde gasvolume mag conform recente Europese normen maximum 5% bedragen (zie Tabel 3).

Tabel 3: Performantiecriteriën voor gasmeters conform de in 2017 gereviseerde normen EN 14791 en EN 14790

	Performantiecriterium
Standaardonzekerheid op het bemonsterde gasvolume	$\leq 2,5\%$ van het bemonsterde gasvolume
Uitgebreide onzekerheid	$\leq 5\%$ van het bemonsterde gasvolume
Standaardonzekerheid op de temperatuur van het gas in de gasmeter	$\leq 1\%$ van de absolute temperatuur
Uitgebreide onzekerheid	$\leq 2\%$ van de absolute temperatuur
Standaardonzekerheid op de absolute druk in de gasmeter	$\leq 1\%$ van de absolute druk
Uitgebreide onzekerheid	$\leq 2\%$ van de absolute druk

De onzekerheden op het bemonsterd gasvolume, de temperatuur en absolute druk zijn volgens de normen een combinatie van onzekerheden ten gevolge van kalibratie, resolutie of aflezing, drift tussen 2 opeenvolgende kalibraties en standaardafwijking van het gemiddelde indien meerdere waarden gebruikt werden voor bepaling van de uiteindelijke meetwaarde. De principes voor berekening van de gecombineerde onzekerheid is gebaseerd op de wet van propagatie van onzekerheid vanuit de ISO/IEC Guide 98-3 (GUM). Een voorbeeld van de berekening van het onzekerheidsbudget is in bijlage van de normen EN 14790 en EN 14791 opgenomen.

De standaardonzekerheden worden volgens de GUM bepaald volgens een Type A of een Type B evaluatie. Een type A-evaluatie is een evaluatiemethode voor de standaardonzekerheid door statistische analyse van een reeks waarnemingen. Een type B evaluatie is een evaluatiemethode voor de standaardonzekerheid via een andere aanpak dan statistisch analyse van een reeks waarnemingen. Voorbeelden van dit laatste zijn het gebruik van vroegere meetgegevens alsook ervaring en algemene kennis aangaande de eigenschappen van materialen en meetapparatuur, gegevens uit kalibratie- en andere certificaten, ...

De uitgebreide meetonzekerheid U - dit is de waarde die het interval $y-U$ tot $y+U$ bepaalt waarbinnen de meetwaarde met een vooropgestelde betrouwbaarheidsgraad gelegen is - wordt bekomen door de standaardonzekerheid te vermenigvuldigen met een dekkingsfactor k (coverage factor) van 2 overeenkomend met een 95%-betrouwbaarheidsniveau.

De "Guide to the expression of Uncertainty in Measurement" of kortweg GUM (ISO GUM, 1995) is het basisdocument met betrekking tot het vaststellen van de meetonzekerheid, aangevuld door meer praktisch of sector-gerichte documenten zoals de Eurachem/CITAC gids 'Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (QUAM)' (<http://www.eurachem.org/>). In dit laatste document worden een aantal regels gegeven voor omzetting van onzekerheidscomponenten tot standaardonzekerheden. Deze regels worden verder kort besproken in bijlage I van deze code van goede praktijk.

3.5.3. PITOTBUIZEN

Alle Pitotbuizen moeten voor ingebruikname gekalibreerd worden. Alle Pitotbuizen die in het veld gebruikt worden, moeten regelmatig gekalibreerd worden waarbij de frequentie afhangt van de gebruiksfrequentie (1 tot 5-jaarlijks). Naast kalibratie van Pitotbuizen conform NBN EN ISO 16911-1 (bv in een windtunnel ten opzichte van een laser Doppler anemometer als referentie-instrument) is kalibratie ten opzichte van een referentie Pitotbuis met gekende kalibratiefactor in een windtunnel conform ISO 10780 eveneens toegelaten. De kalibratie dient bij verschillende snelheden binnen het toepassingsgebied te gebeuren en moet metrologisch traceerbaar zijn. De kalibratie ten opzichte van een referentie Pitotbuis volgens ISO 10780 gebeurt voor minstens 2 verschillende snelheden gespreid over het meetbereik maar niet bij lagere snelheden dan 5 m/s omwille van de grotere meetonzekerheid. Als één van de bepaalde kalibratiefactoren meer dan 0,02 afwijkt van het gemiddelde dan wordt de kalibratie herhaald of wordt de Pitotbuis vervangen.

Voorwaarden om een Pitotbuis te kalibreren in het eigen laboratorium zijn:

- beschikken over een gedetailleerde kalibratieprocedure
- beschikken over een windtunnel die aan de normen voldoet (zie verder)
- evalueren van de kalibratie-onzekerheid bij elke kalibratie

De windtunnel die voor het kalibreren van Pitotbuizen wordt gebruikt moet een minimum diameter hebben van 30 cm en bovendien een voldoende grote doorsnede, zodat de ingebrachte Pitotbuizen nooit meer dan 3% van het oppervlak innemen. De snelheidsvariatie van de gasstroom mag niet meer dan 1% bedragen gedurende de periode nodig om de standaard Pitot en de te kalibreren Pitotbuis af te lezen. De gassnelheid moet regelbaar zijn en moet minstens tot 18 m/s kunnen opgevoerd worden.

Het gebruik van Pitot kalibratiefactoren die enkel op het ontwerp van de Pitotbuis gebaseerd zijn is niet toegelaten.

3.5.4. MANOMETERS

De verschilddruk over een Pitotbuis in een gasstroom dient gemeten met een micromanometer, bijvoorbeeld een vloeistofmanometer met instelbare helling, of met een gekalibreerde elektronische micromanometer. De minimum afleesbare verschilddruk moet 5 Pa bedragen.

De elektronische drukverschilmeter is vaak gevoelig voor fluctuaties in de afgassnelheid. Indien fluctuaties van de verschilddrukken van meer dan 10% van de gemiddelde uitlezing voorkomen, dan is demping van het signaal noodzakelijk (NBN EN ISO 16911 A.2.2.3).

Zowel voor elektronische als voor vloeistofmanometers is kalibratie en/of regelmatige controle noodzakelijk. De uitgebreide meetonzekerheid mag maximaal 1% van de afgelezen waarde bedragen of maximum 4 Pa absoluut (grootste van beide waarden).

3.5.5. TEMPERATUURSONDES/THERMOKOPPELS

De gastemperatuur dient te worden bepaald om o.a. de dichtheid te berekenen in elk punt waar de snelheid wordt gemeten. De gebruikte temperatuurvoeler moet voldoende fijn zijn om een snelle respons te geven en een geringe invloed van geleiding te ondergaan

De sonde van de temperatuurmeter moet recht en stijf zijn, zodat op exact dezelfde meetpunten wordt gemeten als de gassnelheid. Een gecombineerde Pitotbuis met vast gemonteerd thermokoppel (zonder aanzuigsonde) wordt aanbevolen, evenwel met inachtneming van de afstanden zoals in ISO 10780.

Thermokoppels of Pt-100 sensoren met een totale meetonzekerheid op het eindresultaat, dus inclusief die van alle onderdelen en uitleesapparaat, beneden 1% van de absolute temperatuur (K) dienen te worden toegepast (ISO 16911-1/ISO 10780).

3.5.6. BAROMETER

De meetonzekerheid moet minder zijn dan 0,3% van de gemeten luchtdruk of 300 Pa (ISO 16911-1/ISO 10780).

3.6. VALIDATIEVEREISTEN VOOR EEN EMISSIEMEETMETHODE

3.6.1. ALGEMEEN

Laboratoria dienen de (referentie)methoden opgegeven in Tabel 1 toe te passen. Dit zijn wettelijk vastgelegde of door de bevoegde overheid aanbevolen methoden, vastgelegd in internationale normen. Indien zulke methode zonder wijzigingen wordt overgenomen, volstaat het aan te tonen dat de essentiële prestatiekenmerken in overeenstemming zijn met de gedocumenteerde en/of met het gebruiksdoel. De uit te voeren validatie omvat dan minimaal:

- juistheid;
- intra-reproduceerbaarheid.

en indien relevant tevens:

- werkgebied;
- aantoonbaarheids- en bepalingsgrens;
- herhaalbaarheid;
- selectiviteit.

Voor een gewijzigde methode, d.i. een methode die reeds was gevalideerd maar waarin een verandering is aangebracht, is een hervalidatie nodig gericht op die prestatiekenmerken die redelijkerwijs door de verandering kunnen beïnvloed worden.

Voor volledig nieuwe methoden (d.w.z. door het laboratorium geheel zelf ontwikkeld en niet eerder gevalideerd) geldt dat een complete validatie is vereist. Deze omvat altijd de volgende prestatiekenmerken:

- werkgebied;
- juistheid;
- intra-reproduceerbaarheid;
- selectiviteit;
- robuustheid.

indien relevant omvat de validatie verder:

- aantoonbaarheids- en bepalingsgrens;
- herhaalbaarheid;
- lineariteit, of meer algemeen modelafwijking;
- stabiliteit/bewaartermijn en bewaarcondities.

3.6.2. VALIDATIEVEREISTEN VOOR MONITOREN

Volgende parameters moeten zeker inbegrepen zijn in de evaluatie van de meetonzekerheid voor monitoren (continu meettoestel) en dienen dus uit validatie bepaald te worden, tenzij betrouwbare gegevens uit een andere bron beschikbaar zijn:

- Lekverlies;
- Verliezen in de leiding en het conditioneringssysteem, verlies/omzetting op de filter;
- Restwatergehalte (indien niet gecorrigeerd);
- Niet gecorrigeerde zero- en spandrift;
- Lineariteitsafwijking ("Lack of fit");
- Herhaalbaarheid op spanniveau;
- Interferenties;
- Onzekerheid van het kalibratiegas;
- Bijdragen van volgende gevoeligheidsfactoren: netspanning, druk, staaldebiet, temperatuur
- Converter-efficiëntie voor NO₂ indien van toepassing;

Hervalidatie is vereist bij:

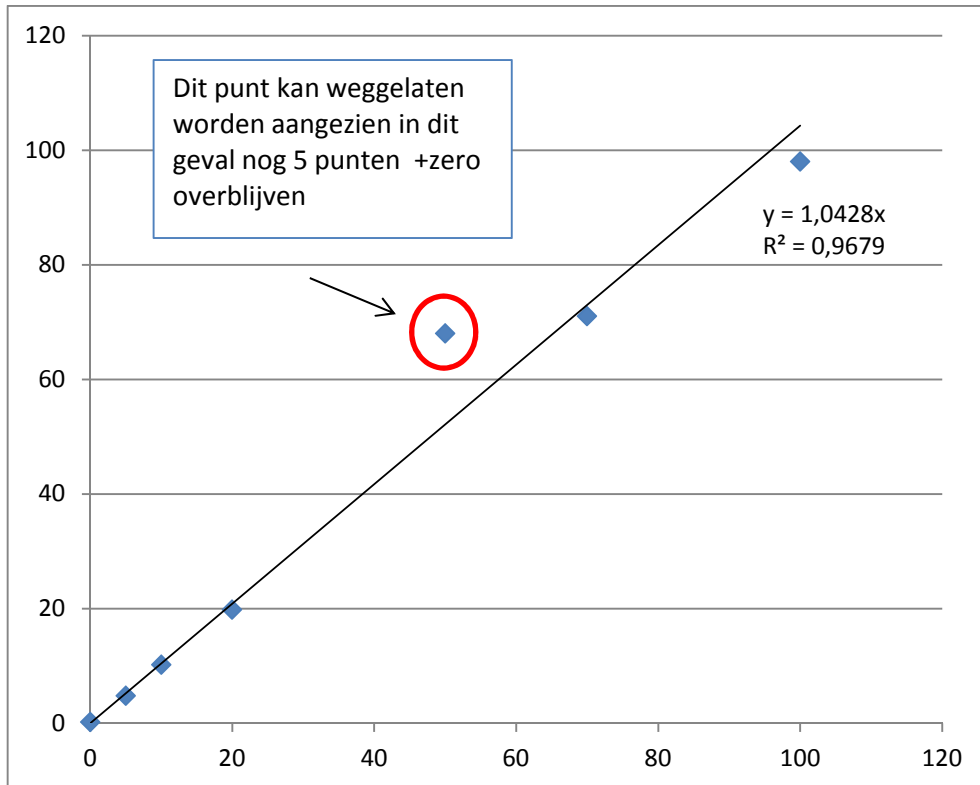
- Een aanpassing van de methode die essentieel is;
- Wijziging van het toesteltype;
- Wijziging van het meetbereik, bv. in functie van de wijziging van de wettelijke emissiegrenswaarde;

Validatie per type instrument is toegelaten, bij aankoop van een vergelijkbaar type apparaat volstaat een ingangscntrole (vast te leggen in procedure bv lineariteitscontrole). De aantoonbaarheids- en bepalingsgrens moeten wel voor elk toestel afzonderlijk bepaald worden.

Minimale vereisten voor evaluatie van de lineariteit van monitoren

- Vastleggen criterium voor de correlatiecoëfficiënt (bv. $R > 0,995$);
- Visueel uitzetten van de ijklijn zodat afwijkingen ten opzichte van de ijklijn (= residuen) zichtbaar worden;
- Minimum aantal punten: 5 + zero (na eliminatie van punten moeten minimum 5 punten overblijven*);
- Ijklijn niet door nul forceren;
- Het volstaat om iedere concentratie één keer te meten;
- Frequentie van de lineariteitscontrole: volgens de EN normen is een jaarlijkse lineariteitstest vereist.

** Indien de kalibratierechte bijvoorbeeld met 7 (6 + zero) kalibratiepunten wordt opgesteld maar 1 kalibratiepunt vertoont een te grote afwijking t.o.v. de regressierechte (bv door een aantoonbare foutieve verdunning van een primair gas) dan kan beslist worden om dit punt weg te laten op voorwaarde dat er nog minstens 5 punten+zero overblijven (zie Figuur 2).*



Figuur 2: Lineariteit van monitoren

Het is te vermijden om emissiegrenswaarden beneden 5% van het meetbereik van een meettoestel te controleren. Doordat een aantal bijdragen tot de meetonzekerheid evenredig zijn met het meetbereik is het niet mogelijk voldoende nauwkeurig een emissiegrenswaarde te controleren op het onder eind van de schaal.

3.6.3. TE HALEN DETECTIE-/BEPALINGSGRENZEN VOOR DE MEETMETHODE

De bepalingsgrens, de gevoeligheid, de precisie en de betrouwbaarheid van de meetmethode moet aangepast zijn aan de emissiegrenswaarde die voor de te meten stof voorgeschreven is. Het meetbereik moet ten minste een gebied bestrijken dat gelegen is tussen 0,1 maal de emissiegrenswaarde en drie maal de emissiegrenswaarde.

De rapportagegrens voor een bepaalde parameter, dit is de waarde beneden welke een component als '<' wordt gerapporteerd, mag niet hoger liggen dan 0,1 keer de emissiegrenswaarde (EGW) van de betreffende parameter. Bij emissiemetingen kan als rapportagegrens de bepalingsgrens genomen worden.

De bepalingsgrens (BG) wordt berekend als het dubbele van de aantoonbaarheidsgrens en is dus 6 x standaardafwijking bij nul- of lage concentraties. De aantoonbaarheidsgrens (AG) of detectielimiet (DL) is de concentratie die met een zekerheid van 95% onderscheiden kan worden van de nul-concentratie en wordt berekend als het drievoud van de standaardafwijking bij nul- of lage concentratie.

De rapportagegrens mag nooit lager zijn dan de bepalingsgrens. Samengevat geldt dus:

$$\text{Bepalingsgrens} \leq \text{rapportagegrens} \leq 0,1 \text{ EGW}$$

De bepalingsgrens van een natchemische emissiemetmethode wordt bepaald door:

- De bepalingsgrens van de analysemethode
- De hoeveelheid staal/absorptievloeistof na de monsterneming
- Het bemonsterd gasvolume
- De bemonsteringsduur

Tabel 4: Voorbeeld van aftoetsing van de bepalingsgrens van een natchemische emissiemetmethode in relatie tot een wettelijk vastgelegde emissiegrenswaarde (EGW)

EGW	5 mg/Nm ³ → vereist meetbereik: 0,5 – 15 mg/Nm ³
Bepalingsgrens analysemethode	0,4 mg/l
Hoeveelheid staal na spoelen	300 ml
Aangezogen gasvolume	30 minuten aan 5 l/min = 0,150 Nm ³
→ met deze monsternemingsparameters en de betreffende analysemethode wordt een bepalingsgrens van 0,4 mg/1000*300 ml = 0,12 mg absoluut/0,150 Nm ³ = 0,8 mg/Nm ³ gehaald en dus niet voldoende laag → de analysemethode is niet gevoelig genoeg; de detectie- en bepalinglimiet kan verlaagd worden door langer te bemonsteren (bv 60 minuten i.p.v. 30 minuten waardoor de bepalingsgrens halveert)	

3.7. RECIPIËNTEN WAARIN DE MONSTERS MOETEN BEWAARD WORDEN EN BEWAARTERMIJN

Voor de verschillende parameters werd in de van toepassing zijnde normen nagegaan:

- In welk type van recipiënten de monsters bewaard dienen te worden;
- Wat de maximale bewaartermijn en de bewaaromstandigheden voor een monster zijn.

De beschikbare informatie is in Tabel 5 opgenomen. Indien geen houdbaarheidstermijn of manier van bewaring van de stalen in de tabel/norm is voorgeschreven, dan dient het laboratorium deze zelf te valideren.

Voor de vluchtige organische stoffen opgenomen in deze tabel kan er gekozen worden voor solvent- of thermische desorptie. Deze keuze is afhankelijk van de te meten stoffen, de condities aan het meetpunt en de uitrusting van het betrokken labo. In de tabel werden de bewaarcondities vanuit de CEN/TS 13649 opgenomen in functie van de bemonsteringstechniek.

Tabel 5: Conservering van stalen afkomstig van emissiemetingen

Component	Type stalen	Recept	Bewaartermijn	Manier bewaring
Polyaromatische koolwaterstoffen PAK's	Filter	In Al-folie gewikkeld	Bij 0-4°C: binnen 1 week na monsterneming extraheren Bij -15°C of lager: extractie binnen de maand na de monsterneming	Koel en donker Bewaartemperatuur: 0-4°C of bij -15°C of lager
	Adsorbens	Met glazen stoppen afgesloten en in Al-folie gewikkeld (afgesloten van het licht)		Koel en donker in afgesloten recipiënten Bewaartemperatuur: 0-4°C of bij -15°C of lager
	Condensaat	Donker gekleurd glas met geslepen glazen stop of plastic stop met teflon inlage	14 dagen	Koel en donker in afgesloten recipiënten Bewaartemperatuur: 0-4°C of bij -15°C of lager Met HCl op pH=2 brengen
	Spoelsel	Donker gekleurd glas met geslepen glazen stop of plastic stop met teflon inlage	14 dagen (conform condensaat)	Koel en donker in afgesloten recipiënten Bewaartemperatuur: 0-4°C of bij -15°C of lager Met HCl op pH=2 brengen (conform condensaat)
	Dioxines/PCB's	Filter	In Al-folie gewikkeld	Geen houdbaarheidstermijn in de norm gedefinieerd
Adsorbens		In Al-folie gewikkeld	Richttermijn voor dioxines: max 1 maand	
Spoelsel		Donker gekleurd glas		

Component	Type stalen	Receptiënt	Bewaartermijn	Manier bewaring
		met geslepen glazen stop of plastic stop met teflon inlage		
	Condensaat	Donker gekleurd glas met geslepen glazen stop of plastic stop met teflon inlage		
Anorganische pollutanten /natchemische bemonstering				
Waterstofcyanide (HCN)	Absorptievloeistof (stalen in 6 N NaOH)	Alkali resistent polyethyleen (niet voor aceton) flessen, 500 ml of 1000 ml. Schroefdop liners uit Teflon of lekvrij en bestand tegen bijtende oplossingen Flessen met een smalle hals worden aanbevolen (minder lekkage)	De stalen moeten binnen 30 dagen na monsterneming geanalyseerd worden EPA draft method OTM-029 vermeldt: De stalen zijn stabiel in de basische oplossing gedurende ongeveer 4 maanden indien geen interferenten in de oplossing aanwezig zijn. Indien sulfide in de oplossing aanwezig is, dan is cyanide gedurende minder dan 1 maand stabiel. Alle stalen moeten binnen de 30 dagen na de monsterneming geanalyseerd worden aangezien altijd	Staalconservering bij 4 ± 2°C

Component	Type stalen	Recipiënt	Bewaartermijn	Manier bewaring
			onzuiverheden afkomstig van de emissiematrix aanwezigheid kunnen zijn.	
Waterstoffluoride (HF)	Absorptievloeistof (stalen in 0,1 N NaOH)	Plastic, niet PTFE NF X 43-304: polyethyleen	Geen houdbaarheidstermijn in de norm NBN T 95-501 gedefinieerd NF X 43-304 (C.2.5): max 2 weken donker en gekoeld bij 4 ± 3 °C	
Zoutzuur (HCl)	Absorptievloeistof (stalen in water)	Plastic, glas	Geen houdbaarheidstermijn in de norm EN 1911 gedefinieerd Richttermijnen voor chloride in water: - gekoeld (1-5°C) : 1 maand - in diepvries (<18°C) : 1 maand	
Ammoniak (NH ₃)	Absorptievloeistof (stalen in 0,1 N H ₂ SO ₄)	Conditional Test Method (CTM-027): HDPE (High density polyethyleen)	Conditional Test Method (CTM-027): De stalen moeten binnen 2 weken na de monsterneming geanalyseerd worden.	Koel bewaren (niet in diepvries) bij 4°C en vóór analyse eerst op kamertemperatuur laten komen
Chloor	Absorptievloeistof (stalen in 0,1 N NaOH)	EPA method 26: high-density polyethyleen flessen met Teflon schroefdop liners	Geen houdbaarheidstermijn in de norm EPA method-26 Opm: chloor wordt tijdens de bemonstering omgezet naar chloride + HClO en na toevoegen van natriumthiosulfaat vlak na de bemonstering volledig naar chloride	De chloridestalen kunnen tot 4 weken bewaard worden
Waterstofsulfide H ₂ S	Cadmiumacetaat-absorptieoplossing (tijdens de monsterneming wordt	Niet in de norm opgenomen	Geen houdbaarheidstermijn in de norm VDI 3486 Blatt 2 vastgelegd	Niet in de norm opgenomen



Component	Type stalen	Receptiënt	Bewaartermijn	Manier bewaring
	CdS gevormd)			
Zwaveloxiden (SO _x /SO ₂)	Absorptievloeistof (stalen in 0,3% of 3% H ₂ O ₂)	Niet in de norm opgenomen (enkel sprake van 'geschikt materiaal')	Geen houdbaarheidstermijn in de norm EN 14791 vastgelegd	Niet in de norm opgenomen
Vluchtige organische componenten/bemonstering op patroon				
niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) 1,1,1-trichloorethaan 1,1,2,2-tetrachloorethaan 1,2-dichloorethaan (DCE) Dichloormethaan (DCM) Tetrachloorethyleen Perchloorethyleen (PER) Tetrachloormethaan (TCM) Trichloorbenzeen (TCB) Trichloorethyleen (TRI) Trichloormethaan / Chloroform Vinylchloride / Chloorethyleen 1,1-dichloorethyleen (1,1-DCE) 1,2,3-Trimethylbenzeen 1,2,4-Trimethylbenzeen 1,2-dichloorbenzeen 1,2-dichloorethyleen 1,3,5-Trimethylbenzeen 1,4-dichloorbenzeen 2-chloorpropaan Acetaldehyde	Adsorptiepatroon voor solvent- of thermische desorptie	Containers en materialen die VOS emitteren (bv hout, bepaalde plastics en afdichtingstape) mogen niet voor staalopslag en transport gebruikt worden. De containers voor transport van de adsorptiepatronen moeten zuiver zijn.	<p><u>Algemeen:</u> De stabiliteit van de te analyseren componenten op het gebruikte adsorbens dient gekend te zijn uit validatie. De overeenkomstige maximum bewaartermijn van de stalen dient voor elke component gekend te zijn, en dient overeen te komen met een maximaal verlies van 10%.</p> <p>Als de bemonsterde adsorptiepatronen niet binnen de 7 dagen geanalyseerd kunnen worden, dan dienen deze in een luchtdichte container bij < 4°C (gekoeld) bewaard te worden.</p> <p>Alle adsorptiepatronen die gekoeld bewaard worden, moeten eerst de kamertemperatuur bereiken voordat ze uit de container verwijderd worden en voor analyse opengemaakt worden. Dit voorkomt condensvorming op de koude patronen.</p> <p>Solventdesorptie: Actieve kool adsorptiepatronen De bemonsterde adsorptiepatronen moeten afgesloten en getransporteerd worden in een luchtdichte VOS-vrije container zonder blootstelling aan rechtstreeks zonlicht en bij een temperatuur beneden 25°C</p>	

Component	Type stalen	Receptiënt	Bewaartermijn	Manier bewaring
Aceton a-chloortolueen Amines R-NH Azijnzuur Butyraldehyde Chloorbenzeen Chloorethaan Chloormethaan Cyclohexanon Isopropylbenzeen / Cumeen Mercaptanen R-SH / Thiols Nitrobenzeen Nitrotolueen Ethyleenoxide Styreen				Thermische desorptie: De patronen voor thermische desorptie moeten voor en onmiddellijk na de monsterneming met doppen voor lange-termijn-opslag afgesloten worden zoals gespecificeerd in EN ISO 16017-1. Eenmaal afgedicht, worden deze patronen bewaard en getransporteerd in een VOS-vrije luchtdichte container zonder blootstelling aan rechtstreeks zonlicht en bij een temperatuur beneden 25°C Indien de patronen gekoeld bewaard worden, dan moeten de afsluitdoppen vaster gemaakt worden bij het bereiken van de minimum bewaartemperatuur.
Stofvormige componenten en metalen				
Aluminium ⁽¹⁾ Ijzer ⁽¹⁾	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
Antimoon en Sb-verbindingen	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
Arseen en As-verbindingen				
Cadmium en Cd-verbindingen				
Chroom en Cr-verbindingen				
Kobalt en Co-verbindingen				



Component	Type stalen	Receptiënt	Bewaartermijn	Manier bewaring
Koper en Cu-verbindingen				
Kwik en Hg-verbindingen	Absorptievloeistof (stalen in 2%KMnO ₄ /10% H ₂ SO ₄ of in 4% K ₂ Cr ₂ O ₇ /20% HNO ₃) Filter	(borosilicaat, kwarts) glas, Polypropyleen (PP), Polyethyleen (PE) Dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse binnen 2 weken na monsterneming	Stalen (absorptievloeistoffen en filters) in PP of PE flessen: koel bewaren (< 6°C) Stalen in glas of kwartsglas flessen: bij kamertemperatuur
Lood en Pb-verbindingen	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂)	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
Mangaan en Mn-verbindingen				
Nikkel en Ni-verbindingen	Filter			
<i>Platina en Pt-verbindingen</i> ⁽¹⁾	<i>Absorptievloeistof (3,3% HNO₃/1,5% H₂O₂) Filter</i>	<i>PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.</i>	<i>Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming</i>	<i>De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)</i>
Selenium en Se-verbindingen	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
<i>Telluur en Te-verbindingen</i> ⁽¹⁾	<i>Absorptievloeistof (3,3% HNO₃/1,5% H₂O₂) Filter</i>	<i>PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.</i>	<i>Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming</i>	<i>De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)</i>
Thallium en Tl-verbindingen	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
<i>Tin en Sn-verbindingen</i> ⁽¹⁾	<i>Absorptievloeistof</i>	<i>PE flessen met dop</i>	<i>Analyse van de vloeistoffen</i>	<i>De vloeistofstalen worden in PE</i>



Component	Type stalen	Receptiënt	Bewaartermijn	Manier bewaring
	(3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	binnen 2 weken na monsterneming	flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
Vanadium en V-verbindingen	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
Zink en Zn-verbindingen ⁽¹⁾	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
Al ⁽¹⁾ Fe ⁽¹⁾	Absorptievloeistof (3,3% HNO ₃ /1,5% H ₂ O ₂) Filter	PE flessen met dop uit PTFE, PFA, FEP, PP, of niet gekleurd PE.	Analyse van de vloeistoffen binnen 2 weken na monsterneming	De vloeistofstalen worden in PE flessen bewaard bij een temperatuur < 6°C (bv in koelkast)
PM10 = stoffen met een diameter < 10 micron			Niet in de norm opgenomen	De filters moeten in afgesloten en geïdentificeerde receptiënten bewaard worden.
Totaal stof			Niet in de norm opgenomen	Niet in de norm opgenomen

⁽¹⁾ deze elementen zijn niet expliciet in de norm EN 14385 opgenomen

3.8. KALIBRATIE BIJ DE ANALYSEMETHODE

De kalibratiestandaarden bij de analyse moeten steeds worden aangemaakt in eenzelfde medium als waarin de stalen gemeten worden, tenzij kan aangetoond worden dat het medium geen invloed heeft. Indien de stalen vooraf geneutraliseerd worden, dan kan een ijklijn in water worden gebruikt.

3.9. VOORSTEL TOT MEETONZEKERHEIDSBEREKENING

3.9.1. OVERZICHT

Tabel 6 geeft een overzicht van verwijzingen naar meetonzekerheidsberekeningen die conform bestaande normen worden voorgeschreven voor een aantal componenten vanuit Tabel 1. Waar mogelijk worden deze berekeningen ook doorgetrokken naar andere pollutanten waarvoor niets specifiek is voorgeschreven in bestaande normen.

Tabel 6: Berekening van de meetonzekerheid voor de verschillende componenten

Component	Norm	Verwijzing meetonzekerheidsberekening norm	Minimaal op te nemen factoren	Maximum toegelaten onzekerheid conform de norm
Emissieparameters				
Vochtgehalte	EN 14790	Annex C Table C.4	<ul style="list-style-type: none"> - Onzekerheid op het verzamelde gewicht water - Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek) 	20%
Snelheid/debiet	EN ISO 16911-1	Annex F Example of uncertainty budget established for velocity and volume flow rate measurements by Pitot tube	<ul style="list-style-type: none"> - Onzekerheid op de factor van de pitotbuis - Onzekerheid geassocieerd met de gemiddelde lokale dynamische druk 	

Component	Norm	Verwijzing meetonzekerheidsberekening norm	Minimaal op te nemen factoren	Maximum toegelaten onzekerheid conform de norm
			– Onzekerheid op de gasdichtheid	
Zuurstofgehalte (O ₂)	EN 14789	7.3 Annex B	Zie 3.9.2 in dit document	0,3 vol % absoluut Opm: afwijking tov norm die 6% relatief opgeeft
Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's)	ISO 11338-1 t/m 2	Geen meetonzekerheidsberekening opgenomen	<ul style="list-style-type: none"> – Onzekerheid op de analyse (bias en onzekerheid op de bias, reproduceerbaarheid) – Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek) 	–
Dioxines/PCB's	EN 1948-1	Geen meetonzekerheidsberekening opgenomen	<ul style="list-style-type: none"> – Onzekerheid op de analyse (bias en onzekerheid op de bias, reproduceerbaarheid) – Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek) 	

Component	Norm	Verwijzing meetonzekerheidsberekening norm	Minimaal op te nemen factoren	Maximum toegelaten onzekerheid conform de norm
Anorganische pollutanten/natchemische bemonstering				
HCl	EN 1911	8.3 Annex C (Table C.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Onzekerheid analyse (bias en onzekerheid op de bias, reproduceerbaarheid) - Onzekerheid bepaling volume/gewicht absorptievloeistof - Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek) 	
SOx/SO ₂ natchemisch	EN 14791	10.3 Annex C (Table C.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Onzekerheid analyse (bias en onzekerheid op de bias reproduceerbaarheid) - Onzekerheid bepaling volume/gewicht absorptievloeistof - Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de 	20%



Component	Norm	Verwijzing meetonzekerheidsberekening norm	Minimaal op te nemen factoren	Maximum toegelaten onzekerheid conform de norm
			gasmeter, toegelaten lek)	
Andere componenten (HF, NH ₃ , HCN, chloor, H ₂ S)		Geen meetonzekerheidsberekening in de resp. normen opgenomen	Eenzelfde aanpak als voor HCl en SO _x	Voor HF schrijft de Franse norm NF X 43-304 een performantiecriterium voor de analysemethode van ≤2,5% van de meetwaarde in mg/l voor en maximum ± 20% totale onzekerheid (monsterneming+analyse) bij de emissiegrenswaarde (EGW)
Anorganische componenten/meting met monitoren				
CO	EN 15058	7.3 Annex B (Table B.3)	Zie 3.9.2 in dit rapport	6%
NO _x	EN 14792	7.3 Annex D (Table D.3)	Zie 3.9.2 in dit rapport	10%
SO ₂	CEN/TS 17021	8 Annex A Table A.5	Zie 3.9.2 in dit rapport	15%
Andere componenten			Eenzelfde aanpak als voor bovenstaande componenten Zie 3.9.2 in dit rapport	
Vluchtige organische componenten/monitoren				
Totaal organische koolstof (TOC)	EN 12619	6.3.3	Zie 3.9.2 in dit rapport	



Component	Norm	Verwijzing meetonzekerheidsberekening norm	Minimaal op te nemen factoren	Maximum toegelaten onzekerheid conform de norm
		Annex C		
Vluchtige organische componenten/bemonstering op adsorbentia	CEN/TS 13649	8.2	<ul style="list-style-type: none"> - Onzekerheid analyse (bias en onzekerheid op de bias, reproduceerbaarheid) - Onzekerheid bepaling volume/gewicht desorptievloeistof (solventdesorptie) - Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek) 	<p>1%</p> <p>5%</p>
Totaal metalen (stof- en gasvormig)	EN 14385 EN 13211 (Hg)	Geen meetonzekerheidsberekening in de resp. normen opgenomen	<ul style="list-style-type: none"> - Onzekerheid op de analyse (bias en onzekerheid op de bias, reproduceerbaarheid) - Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek) 	
Totaal stof	EN 13284-1	Geen meetonzekerheidsberekening in	- Onzekerheid op de stofweging	



Component	Norm	Verwijzing meetonzekerheidsberekening norm	Minimaal op te nemen factoren	Maximum toegelaten onzekerheid conform de norm
		de resp. norm opgenomen	– Onzekerheid op het bemonsterde gasvolume (onzekerheid gasmeter inclusief onzekerheden op temperatuur en druk ter hoogte van de gasmeter, toegelaten lek	
PM10	ISO 23210	10.3 en 10.4 Annex C.2.4	– Meetonzekerheid door herhaalde bepalingen met 2 identieke meetsystemen onder herhaalbaarheids- of reproduceerbaarheidscondities	

3.9.2. MEETONZEKERHEID MONITOREN

Elk erkend laboratorium dient voor de metingen met monitoren (continu meettoestel) te beschikken over een evaluatie van de meetonzekerheid. Indien in de van toepassing zijnde normen een criterium voor de meetonzekerheid opgenomen is, dan moet hieraan voldaan zijn. Voor de zuurstofmeting moet de meetonzekerheid binnen een waarde van 0,3 vol % absoluut liggen.

De meetonzekerheid moet rond de emissiegrenswaarde worden bepaald maar een berekening ervan moet kunnen worden uitgevoerd bij elke gemeten concentratie. Een aantal van de meetonzekerheidsbijdragen zijn evenredig met het meetbereik of constant (constante absolute fout), andere zijn evenredig met de gemeten concentratie (constante relatieve fout). In de berekening van de meetonzekerheid dienen deze termen duidelijk te worden onderscheiden.

De berekening van de meetonzekerheid voor metingen met monitoren moet conform de Europese normen EN 14789 voor zuurstof, EN 14792 voor NO_x, EN 15058 voor CO en de technische richtlijn CEN/TS 17021 voor SO₂ gebeuren. De resultaten van de meetonzekerheidsberekening dienen dan voor elke gecontroleerde emissiegrenswaarde te voldoen aan de maximaal toegelaten meetonzekerheid van 10% voor NO_x, 6% voor CO en 15% voor SO₂.

De factoren die zeker moeten inbegrepen zijn in de evaluatie van de meetonzekerheid voor monitoren, zijn onder 3.6.2 opgenomen.

Voor de bijdragen van de gevoeligheidsfactoren (netspanning, druk, staaldebiet, temperatuur) zijn in de EN normen vrij hoge specificaties opgenomen. Indien men niet beschikt over de exacte waarde voor oudere toestellen mag met de helft van de toegelaten specificatie worden gerekend. Bij de aankoop van nieuwe meettoestellen dient aan de leverancier gevraagd te worden naar de specificaties van gevoeligheidsfactoren volgens de EN norm (bijvb. EN 15267-3 Tabel 1), die nodig zijn als bijdrage in de meetonzekerheid. Bij voorkeur worden gegevens gebruikt die werden bepaald door een onafhankelijk instituut.

3.10. RAPPORTERING

Volgende gegevens dienen minimaal in het rapport opgenomen te worden:

- unieke identificatireferentie van het meetverslag;
- opdrachtgever van de metingen;
- datum en meetperiodes (monsternemingsduur) van de metingen en monsternemingen;
- naam van de monsternemers / uitvoerder van de metingen;
- identificatie (bij voorkeur via GPS-coördinaten) of een gedetailleerde beschrijving van de plaats waar het monster genomen werd, zo nodig met schets en/of foto's als bijlage;
- in geval van een meting bij een bedrijf: identificatie van vertegenwoordiger(s) van de exploitant wanneer deze aanwezig waren bij de monsternamening;
- registratie van de karakteristieken van de meetplaats en aftoetsing ervan naar conformiteit met de norm : beoordeling van het meetvlak conform NBN EN 15259 en een beoordeling van de homogeniteit conform deze norm; bij niet toegelaten afwijkingen dient een inschatting van de impact op de resultaten in het rapport opgenomen te worden;
- verwijzing naar de meetmethode, bestaande uit ten minste de code van de van toepassing zijnde normmethode en de specificatie van de toegepaste monsternamening- en analysetechniek;
- accreditatie- (of erkennings-) status voor iedere parameter
- alle afwijkingen van de normmethode inclusief de verantwoording hiervoor. Opmerkingen m.b.t. alle eventualiteiten die een invloed gehad kunnen hebben op de kwaliteit van de metingen en/of analyses alsook een inschatting van de impact op de resultaten moeten in het meetverslag worden opgenomen. Bijvoorbeeld het niet respecteren van de houdbaarheidstermijn van de stalen.
- resultaten: de eenheid waarin het - finale - resultaat uitgedrukt wordt dient in overeenstemming te zijn met het toetsingskader;
- indien toetsingswaarden in het meetverslag opgenomen worden, dan dient ook eenduidig aangegeven te worden uit welke regelgeving of ander document deze toetsingswaarden afkomstig zijn;
- bijkomende informatie indien de monsternamemethode of de regelgeving dit vereist;
- in bijlage van het meetverslag :
 - o volledige analyseverslag van de monsters
 - o grafieken van de continue metingen op een aangepaste en leesbare schaal +

In de volgende gevallen is een opmerking op het meetverslag noodzakelijk:

- a) indien, op vraag van de opdrachtgever, de meting niet volledig conform de normmethode werd uitgevoerd. In dit geval moet duidelijk aangegeven worden dat het een afwijking op vraag van de opdrachtgever betreft; verder moet gespecificeerd worden op welke punten werd afgeweken van de norm. Indien de opdrachtgever heeft meegedeeld waarom hij de aanpassing noodzakelijk achtte, kan dit eveneens worden vermeld.
- b) indien, omwille van de plaatselijke omstandigheden, de monsternamening niet volledig conform de normmethode kon worden uitgevoerd. In dit geval moet gespecificeerd worden op welke punten werd afgeweken van de normmethode en omwille van welke plaatselijke omstandigheden dit noodzakelijk was. Van een erkend laboratorium wordt verwacht dat het eventuele gebreken aan een installatie van de opdrachtgever, die een

conforme monsternamen onmogelijk maken, duidelijk aangeeft. Het (laten) remediëren hiervan is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever.

- c) indien abnormaliteiten m.b.t. de bedrijfsvoering van de te bemonsteren installatie gemeld werden door de opdrachtgever of vastgesteld werden. In dit geval moet gespecificeerd worden over welke abnormaliteiten m.b.t. de bedrijfsvoering het gaat en of ze door de opdrachtgever gemeld werden dan wel zelf vastgesteld/bevestigd werden door het laboratorium dat de metingen uitvoert. Het laboratorium dient geen uitspraak te doen over het al dan niet gegrond zijn van gemelde abnormaliteiten of over de impact die de abnormaliteiten kunnen gehad hebben op de representativiteit van de monsternamen.

Onder 3.6.3 zijn de vereisten in verband met de minimale rapportagegrens opgenomen.

3.11. SPECIFIEKE VEREISTEN VOOR ENKELE METHODES

3.11.1. GRAVIMETRISCHE STOFGEHALTEBEPALING

- Aan de vereisten van de norm EN 13284-1 dient voldaan te worden. Deze vereisten primeren op die van de andere normen (zoals ISO 9096), bijvoorbeeld wat betreft de controle van het isokinetisme en materiaalspecificaties zoals de minimum nozzlediameter van 6 mm.
- Controle van het isokinetisme dient op elk meetpunt te worden uitgevoerd. Alle vereiste parameters dienen daartoe elke 5 minuten te worden genoteerd of geregistreerd. De afwijkingen van het isokinetisme worden voor elk punt berekend en de criteria voor maximale afwijking (-5% tot +15%) gelden voor elk meetpunt.
- Het gebruik van propfilters uit glaswol en kwartswol is niet toegestaan aangezien de vereiste efficiëntie van 99,5% voor 0,3 µm deeltjes (99,5% voor 0,6 µm) niet kan worden aangetoond.
- De relatieve uitgebreide onzekerheid van de gasvolumemeter mag maximum 5% bedragen. De gasmeter is uitgerust met een thermometer met een maximale relatieve uitgebreide onzekerheid van 2% en met een absolute drukmeting met een maximale relatieve uitgebreide onzekerheid van 2%.
- Conditioneren van de filter bij 160 °C conform EN 13284-1 moet steeds tot de mogelijkheden van het laboratorium behoren, ook al worden in de praktijk andere temperaturen gebruikt.
- Instelling van de filterconditionering op een andere temperatuur dan 160 °C moet desgevraagd mogelijk zijn (voor stofsoorten die een specifiek thermisch gedrag vertonen).

3.11.2. GRAVIMETRISCHE BEPALING VAN WATERGEHALTE

Aan de vereisten van de norm EN 14790 dient voldaan te worden. Deze vereisten primeren op andere.

- Het watergehalte dient minstens als een halfuursgemiddelde te worden bepaald;
- Het watergehalte moet minstens door adsorptie en weging worden bepaald. Condensatie alleen is niet voldoende tenzij het watergehalte enkel gekend moet zijn voor instelling van het isokinetisme.
- Een balans moet in de nabijheid van de meetplaats aanwezig zijn indien het watergehalte nodig is om een isokinetische bemonstering uit te voeren. In het andere geval mag ook na de metingen afgewogen worden;

- Bij de balans dient een controlegewicht en minimaal een vast afwijkcriterium aanwezig te zijn. Bij een overschrijding van het criterium dient een aangepaste actie ondernomen te worden.

Indien het watergehalte alleen vereist is voor de snelheidsmeting (instelling isokinetisme), dan kunnen volgende methodes alternatief worden toegepast voor bepaling van het watergehalte:

- Psychrometrie
- Bepaling van het watergehalte door condensatie
- Capacitieve vochtsonde

Deze methodes kunnen niet toegepast worden voor omrekening van concentraties naar droge gassen voor de toetsing aan emissiegrenswaarden of voor de omrekening van nat volumedebiet naar debiet droge gassen, in het geval massadebieten moeten berekend worden tenzij het watergehalte in de gasstroom lager is dan 2 vol%. Indien bij toepassing van één van deze methoden blijkt dat het vochtgehalte beneden 2 vol% ligt, dan dient geen bepaling conform EN 14790 meer uitgevoerd te worden. Er dient wel met de effectief gemeten meetwaarde verder gerekend te worden.

De alternatieve methodes voor de watergehaltebepaling door resp. psychrometrie en condensatie worden in de norm NBN T 95-001 beschreven.

De capacitieve vochtsonde of psychrometrie kan eveneens gebruikt worden voor keuze van de bemonsteringsmethode voor VOC via de adsorptiemethode.

Berekening van het watergehalte op basis van het gemeten zuurstofgehalte en kennis van de chemisch elementaire brandstofsamenstelling is eveneens toegelaten voor stook- en verbrandingsinstallaties tot 10 MW.

3.11.3. NATCHEMISCHE BEMONSTERINGEN VAN HCl, HF EN ANDERE

- De relatieve uitgebreide onzekerheid van de gasvolumemeter mag maximum 5% bedragen. De gasmeter is uitgerust met een thermometer met een maximale relatieve uitgebreide onzekerheid van 2% en met een absolute drukmeting met een maximale relatieve uitgebreide onzekerheid van 2%.
- De efficiëntie van de wasflessen/impingers moet minstens bij de gekozen bemonsteringsuitrusting en bemonsteringscondities (aanzuigdebiet, tijd) bepaald worden door afzonderlijke analyse van de absorptie-oplossing uit de laatste wasfles/impinger. Het gasdebiet, vulling met vloeistof, de vorm en diameter van de tip, en afstand tot de bodem zijn kritische parameters.
- Indien er in de geldende normen criteria voor de absorptie-efficiëntie zijn vastgelegd, dan zijn die van toepassing.
- Combinatie van 1 wasfles met water en 2 wasflessen met 0,1 N NaOH is conform de NF X43-304 toelaatbaar voor een gecombineerde bemonstering van HCl en HF. De concentratie aan fluoride en chloride wordt in iedere impinger afzonderlijk bepaald. Voor de HCl- en HF-bemonstering dient aangetoond dat aan de vereisten voor de absorptie-efficiëntie voldaan is. Alternatief kunnen ook 2 wasflessen met water gevolgd door 2 wasflessen met 0,1 N NaOH gebruikt worden waarbij chloride dan enkel in de eerste twee wasflessen geanalyseerd wordt en fluoride in alle wasflessen.

- Natchemische SO₂ bepaling conform EN 14791: is niet de voorkeursmethode wegens beperkte nauwkeurigheid (20%) en trage respons. Voor de meting van SO₂ dient een continu meettoestel beschikbaar te zijn.

3.11.4. BEMONSTERING VAN VOS DOOR ADSORPTIE

- Verplichte registratie van het totaal bemonsterd gasvolume op patroontjes, bv. met gasmeter. De back-up sectie dient steeds geanalyseerd te worden, maximale doorbraak 5% van de totale hoeveelheid.
- De gekozen extractievloeistof moet van chromatografische kwaliteit zijn, en mag geen interferenten bevatten die coëlueren met te bepalen componenten.
- De minimum recovery (desorptie-efficiëntie) bedraagt 80%. In afwijking van de norm CEN/TS 13649 is een desorptie-efficiëntie tot 75% toegestaan op voorwaarde dat deze waarde herhaalbaar is; dit betekent een spreiding van maximaal 5 %. Streefwaarde is een desorptie-efficiëntie van 90%. Een correctie voor recovery wordt toegepast in de berekening van het resultaat.
- De kalibratieoplossingen worden bereid in hetzelfde solvent waarmee gedesorbeerd werd. De concentraties van de te analyseren stalen moeten binnen het concentratiebereik van de kalibratieoplossingen vervat zijn. Voor de kalibratie moet er op minstens 3 verschillende concentratieniveaus een kalibratieoplossing gebruikt worden.
- De temperatuur aan de ingang van het adsorptiepatroon mag maximum 40°C bedragen
- Gebruik van een verdunningssysteem bij hogere watergehaltes in de gasstroom en risico op condensatie

Bijkomende validatievereisten:

De desorptierendementen dienen éénmalig uit validatie bepaald te worden. Bij wijziging van de beladingscondities of gebruik van een andere desorptie-vloeistof moet een hervalidatie worden uitgevoerd.

3.11.5. ZUURSTOFMETING

- Voor zuurstof geldt een strenge nauwkeurigheidsvereiste van 0,3 vol % absoluut, omdat de zuurstofmeting wordt gebruikt voor de omrekening van meetwaarden naar het referentie-zuurstofgehalte. De onderbouwing van deze strenge eis volgt uit de regels voor propagatie van fouten, toegepast op de omrekeningsformule naar het referentiezuurstofgehalte. De vereiste is het meest kritisch bij hoge zuurstofgehaltes.
- Bij kalibratie van de zuurstofmonitor met buitenlucht dient het gas ofwel volledig gedroogd te worden of gecontroleerd gekoeld te worden via de rookgaskoeler. Als het restwatergehalte in de buitenlucht na de koeler tijdens kalibratie van de zuurstofmonitor en tijdens de rookgasmeting hetzelfde is, dan hoeft dit niet in rekening gebracht te worden. In dat geval kan ook een zuurstofconcentratie van 20,95% voor kalibratie van de monitor toegepast worden (zoals bij kalibratie op volledig droge lucht). Indien het dauwpunt van de buitenlucht echter lager is dan de temperatuur van de koeler, dan moet het verschil in watergehalte na de koeler bij kalibratie en meting verrekend worden.

HOOFDSTUK 4. DUIDING BIJ EEN AANTAL ASPECTEN VAN DE NORMEN

In dit hoofdstuk wordt voor een aantal parameters een duiding bij de interpretatie van bepaalde aspecten uit de normen gegeven. Hierbij wordt er vooral gefocust op een aantal kwaliteitscontroles die worden opgelegd in de verschillende Codes van Goede Praktijk en normen. Bedoeling is om een éénduidige interpretatie of aanpak van deze aspecten door de verschillende geaccrediteerde/erkende instellingen die de metingen in de praktijk uitvoeren te bekomen. De kwaliteitscontroles die hier besproken worden zijn o.a. de uitvoering van lektesten, het nemen van veldblanco's, de kalibratie van de monitoren, bepaling van drift van de monitoren,

4.1. LEKTESTEN

In de procedure moet kwalitatief beschreven staan hoe de lekttest moet worden uitgevoerd; de duur van een lekttest kan eventueel een cruciaal gegeven zijn :

- Lekttesten moeten kwantitatief geregistreerd worden (eveneens registratie tijdstippen, gasmeterstanden, resterend lekdebiet !);
- De lekttest dient tenminste uitgevoerd bij de hoogste onderdruk die gedurende de proef kan voorkomen;
- Het algemene criterium voor het maximaal toegestaan lekdebiet is in de normen 2% van het nominaal monsternemingsdebiet. Voor PCDD/F's/PCB's/PAK's en VOS door adsorptie mag het lekdebiet maximum 5% van het monsternemingsdebiet bedragen.
- De bijdrage die in de meetonzekerheid wordt verrekend moet overeenkomen met het werkelijk toegestane lek (lekken en verliezen zijn afzonderlijke posten, ook al geldt in verschillende EN normen een criterium van 2% voor de som).

Tips voor diverse lekttesten:

- Kwalitatieve of semi-kwantitatieve lekttesten (bv. maximum 10 luchtbellen per minuut, of vlotter van rotameter beneden) zijn toegelaten op voorwaarde dat de uitvoerder kan aantonen met welk kwantitatief lekpercentage dit overeenkomt, en dit moet zeker beneden de 2% van het monsternamedebiet blijven (uitzondering: bij dioxines, PCB's en PAK's is maximum 5% toegelaten).
- Het is aangewezen te beschikken over stoppen voor elk type gebruikte sonde; voor natchemische bemonsteringen, bij voorkeur stoppen die geleidelijk kunnen gelost worden, zodat de vloeistof niet uit de wasflessen spat bij het verwijderen van de stop.

4.2. VELDBLANCO'S

De specifieke vereisten voor veldblanco's zijn in Tabel 7 opgenomen. Omdat de afwezigheid van een veldblanco kan leiden tot betwisting van de geldigheid van een meting is geen enkele uitzondering op deze tabel toelaatbaar. Een veldblanco moet steeds genomen, geanalyseerd en in het rapport vermeld worden.

Voor componenten die niet specifiek in deze tabel zijn opgenomen, geldt eenzelfde procedure voor het nemen van de veldblanco: de volledige opstelling wordt gemonteerd zoals in het geval van een

reële monsterneming en daarna wordt gedurende minimum 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein aangezogen, tenzij verhoogde concentraties van de te meten component in de omgeving verwacht kunnen worden. In dat geval dient de veldblanco volgens de lekttestprocedure genomen te worden

Het gehalte van de betreffende component in de veldblanco mag typisch maximaal 10% van de emissiegrenswaarde (EGW) bedragen.

4.2.1. VELDBLANCO'S BIJ MANUELE BEMONSTERING

Tabel 7: Vereisten voor veldblanco's

Norm	Frequentie	Procedure ⁽²⁾	Validatie criterium?	Rapport
EN 1948-1 dioxines	Zie paragraaf 4.2.2	Zoals bemonstering Minimum gedurende 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein	ja, 10% EGW	ja, alle veldblanco's
EN13284-1 stof manueel	na elke reeks ⁽¹⁾ minstens 1/dag	Zoals bemonstering Minimum gedurende 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein	ja, 10% Dag EGW	ja, alle veldblanco's
EN 1911 Gasvormige anorganische chloriden, uitgedrukt als als HCl	voor elke reeks ⁽¹⁾ minstens 1/dag	Zoals bemonstering Minimum gedurende 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein	ja 10% EGW	Ja, alle veldblanco's
CEN/TS 13649 VOS door adsorptie:	Minstens 1/dag Voor >6stalen minimaal 2/dag ⁽³⁾ , Voor >10stalen minimaal 3/dag ⁽³⁾ Zelfde batch als echte stalen	Zoals bemonstering Minimum gedurende 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein	10% EGW	Ja, alle veldblanco's
EN 13211 Hg in rookgas	1/campagne + elke schoorsteen	Zoals bemonstering Minimum gedurende 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein	nee	ja, alle veldblanco's
EN 14385 metalen	1/campagne +elke schoorsteen	Zoals bemonstering Minimum gedurende 2 minuten omgevingslucht doorheen de volledige bemonsteringstrein	ja, 10% EGW	ja, alle veldblanco's

⁽¹⁾ als definitie voor meetreeks wordt de norm voor de gasvormige anorganische chloriden EN 1911:2010 als referentie genomen, namelijk zijnde seriële metingen die worden uitgevoerd op eenzelfde schoorsteen onder dezelfde procesomstandigheden. Bij verschillende meetreeksen volstaat het nemen van 1 veldblanco indien de metingen worden uitgevoerd met materiaal dat op eenzelfde moment en volgens eenzelfde procedure wordt voorbereid en gebruikt wordt bij hetzelfde industrieel proces of bij verschillende lijnen van dat industrieel proces.

⁽²⁾ In geval van verhoogde concentraties van de te meten component in de omgeving dient de veldblanco genomen te worden volgens de lekttestprocedure. In dat geval dient ook nog een lekttest op de eigenlijke bemonsteringstrein uitgevoerd te worden.

⁽³⁾ Minstens 1 veldblanco per dag per meetmethode (combinatie patroon+desorptie); de overige blanco's kunnen eventueel ingevuld worden door analyse van de back-up sectie van reële stalen.

4.2.2. VELDBLANCO'S BIJ DIOXINES EN DIOXINE-ACHTIGE PCB'S VOLGENS EN 1948-1, 2, 3, 4

Omwille van de complexiteit van de bemonstering en de hoge analysekost bij dioxine-emissies dienen volgende eisen door alle laboratoria strikt op identieke manier te worden opgevolgd.

Een blanco moet worden genomen:

- Voor elke campagne, waarbij een campagne niet langer dan drie opeenvolgende meetdagen mag worden geïnterpreteerd,
- Op de meetplaats zelf (dus bv. niet beneden aan de schouw als de bemonstering zelf in de hoogte gebeurt),
- Met dezelfde apparatuur als voor de bemonstering, inclusief alle onderdelen met recuperatie van dezelfde fracties als bij het staal.
- Deze blanco dient steeds geanalyseerd.
- De waarde van de veldblanco wordt steeds in het rapport vermeld.

Dezelfde vereisten gelden voor veldblanco's van PCB's en PAK's.

4.3. GASMETINGEN MET MONITOREN (CONTINU MEETTOESTELLEN)

4.3.1. TOEGELATEN MEETPRINCIPES

Tabel 8 geeft de toegelaten meetprincipes bij gebruik van instrumentele technieken.

Tabel 8: Toegelaten meetprincipes instrumentele technieken

Component	Referentiemethode en meetprincipe	Andere toegelaten methoden
CO	EN 15058 (NDIR/GFC*)	
NOx	EN 14792 (NO: Chemiluminescentie NO ₂ : Chemiluminescentie met gebruik convertor)	NO/NO ₂ NDUV NO-NDIR+NO ₂ tot NO convertor**
SO ₂	EN 14791 (Natchemische meetmethode)	NDUV NDIR UV fluorescentie
O ₂	EN 14789 (paramagnetisme)	
TOC	EN 12619 (TVOC concentraties tot 1000 mg/m ³) Vlamionisatiedetectie (FID)	

* Gasfiltercorrelatie fotometer

** NO₂-NDIR is niet toegelaten omwille van waterinterferentie

Het gebruik van elektrochemische cellen voor het meten van CO, CO₂, NOx, SO₂ en O₂ is toegelaten voor stookinstallaties tot 10 MW. De norm NBN EN 50379-1 beschrijft de specificaties waaraan draagbare elektrische meetapparaten moeten voldoen om rookgassen van stookinstallaties te meten.

4.3.2. KALIBRATIE EN CONTROLE VAN GASMONITOREN

a) Kalibratie ter plaatse en registratie

- Alle gasmonitoren worden voor de meting op de meetplaats zelf gekalibreerd met zero- en spangas, en gecontroleerd met een controlegas.
- Na de meting wordt ter plaatse opnieuw met zero- en spangas gecontroleerd.
- Alle kalibraties moeten traceerbaar zijn in de elektronische datafiles (zowel zero-, span-, als controlegas)

b) Kwaliteit van kalibratiegassen

Een gecertificeerd kalibratiegas is vereist als spangas:

- Een gas met kalibratiecertificaat, uitgegeven onder ISO 17025 accreditatie (BELAC of gelijkwaardig) door een als kalibratie-instelling geaccrediteerde producent

- Ofwel een ISO 17025 herleidbaar kalibratiegas; hierbij geldt de analyse door een geaccrediteerd of door een erkend laboratorium als juiste waarde. In het laatste geval dienen de verder beschreven vereisten cfr. 4.3.5 voor het zelf certificeren van kalibratiegassen gevolgd
- Een exploitant die zelfcontrolemetingen uitvoert en wiens methoden zijn goedgekeurd als conform met ISO 17025 kan onder dezelfde voorwaarden als een erkend laboratorium de kalibratiegassen voor eigen gebruik certificeren

Zuurstof kalibratiegassen

- Voor O₂ is gedroogde buitenlucht een goede keuze als kalibratiegas. Het gehalte van zuurstof in droge lucht is 20,95%. Bij kalibratie van de zuurstofmonitor met buitenlucht dient het gas ofwel volledig gedroogd te worden (bv gebruik silicagelpatroon) of gecontroleerd gekoeld te worden via de rookgaskoeler.
- De Europese norm EN 14789 stelt voor om 20,9% te gebruiken met een onzekerheid van 0,5% relatief (= 0,1% O₂ absoluut). Er worden kritische eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van de zuurstofmeting en is het aangewezen om de "juistere" waarde van 20,95% te gebruiken. De onzekerheid (0,002% op 20,946%; bron: CRC handbook of Chemistry and Physics, 56th edition) is in dat geval verwaarloosbaar tegenover andere fouten.
- Het criterium van EN 14789 voor de onzekerheid op O₂ span gas van 2% relatief (k=2) is bij een concentratie van meer dan 15% O₂ te ruim om te kunnen voldoen aan de maximaal toegelaten onzekerheid van 0,3 vol % absoluut.

De toegelaten kalibratie-onzekerheid op de fles mag voor CO, CO₂, NO_x, SO₂ en propaan maximum 2% bedragen. Dit is conform de normen EN 15058 voor CO, de EN 14792 voor NO_x, de EN 14789 voor O₂, de CEN/TS 17021 voor SO₂ met uitbreiding naar CO₂.

De gecertificeerde waarde van kalibratiegassen moet gebaseerd zijn op, of gecontroleerd zijn via een nauwkeurige verificatieanalyse.

c) *Controlegas*

Na de kalibratie van de gasmeettoestellen dient een onafhankelijk controlegas voor alle componenten te worden aangeboden. Het controlegas moet niet noodzakelijk van een geaccrediteerde leverancier of ISO 17025 gecertificeerd zijn.

Onafhankelijk: het controlegas mag geen verdund kalibratiegas zijn.

Kalibratie- en controlegas zijn bij voorkeur afkomstig van verschillende gasleveranciers. Indien dit niet het geval is, moet de gasleverancier de onafhankelijkheid van deze gassen kunnen aantonen ofwel moet het kalibratiegas ten opzichte van een gas van een andere leverancier door het laboratorium gecertificeerd zijn. Aanbevolen wordt om de aankoop van kalibratie- en controlegas ook gecontroleerd te verschuiven in de tijd.

Concentratie controlegas: bij voorkeur rond 50% van meetbereik

d) *Controlekaarten bij afgasmetingen met monitoren*

Het resultaat van het controlegas dat na kalibratie van de monitor via het ganse bemonsteringssysteem wordt aangeboden, wordt bij iedere meting op een controlekaart uitgezet

om de kwaliteit van de metingen op te volgen. De herhaalde meting van hetzelfde controlegas levert een spreiding in de resultaten op. Deze kan worden veroorzaakt door toevallige, maar ook door systematische afwijkingen.

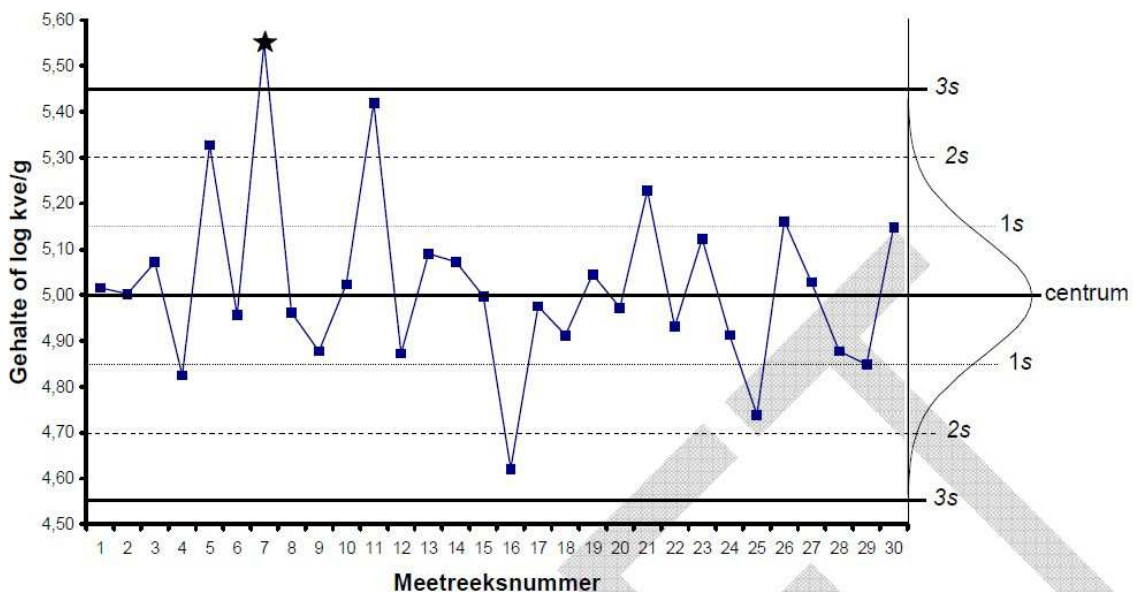
Het doel van kwaliteitsborging met controlekaarten is:

- de spreiding in de resultaten binnen de daarvoor vastgestelde grenzen te houden;
- het overschrijden van deze grenzen en trends zo snel mogelijk te signaleren;
- het vrijgeven van afwijkende meetresultaten zoveel mogelijk te voorkomen;
- de oorzaak van afwijkingen achterhalen en het optreden in toekomst te voorkomen.

Bestaande normen waarin het gebruik van controlekaarten behandeld wordt, zijn de Nederlandse norm NEN 6603:2010 en de ISO 7870-2:2013 (gebruik Shewart controlekaart).

Voor afgasmetingen met monitoren kunnen twee types van controlekaarten gebruikt worden:

- Een controlekaart met statistisch bepaalde grenzen, waarbij ook een trendregel wordt toegepast (bv. 11 punten aan zelfde zijde van gemiddelde, 7 opeenvolgende punten in stijgende of dalende lijn, 4 opeenvolgende 1s overschrijdingen langs zelfde zijde, ...). Vóór de normale toepassing van een controlekaart met statistisch bepaalde grenzen dienen het gemiddelde en de standaardonzekerheid voor de betreffende controle vastgelegd te worden. Volgens de NEN 6603 wordt hiervoor het gemiddelde en/of de standaardafwijking (formule voor de berekening van de standaardafwijking "s" op basis van herhaalmetingen - zie onder 3.5.2 "Gasmeters") uit ten minste 20 waarnemingen die zijn verkregen onder intralaboratoriumreproduceerbaarheidsomstandigheden berekend. Als controlegrenzen worden 2-maal en 3-maal de standaardonzekerheid gebruikt. De 2s-grenzen zijn de waarschuwingsgrenzen, en bij een normale verdeling liggen 95,45% van de waarnemingen binnen deze grenzen. De 3s-grenzen zijn de actiegrenzen, en bij een normale verdeling liggen 99,70% van de waarnemingen binnen deze grenzen. Deze grenzen worden samen met het gemiddelde op de controlekaart aangebracht (zie Figuur 3).



Figuur 3: Controlekaart met statistische 2s- en 3s-grenzen rond het gemiddelde

- Een controlekaart met vaste grenzen: omwille van de korte gebruiksduur van gasflessen wordt bij emissiemetingen meestal de verhouding meetwaarde/certificaatwaarde uitgezet met '1' als centrale waarde; trendalarmen op dergelijke kaarten die het gevolg zijn van het wisselen van gasfles vereisen geen actie. Bij gebruik van vaste grenzen op controlekaarten, moeten de grenzen kwantitatief onderbouwd zijn.

De controlekaarten moeten ter plaatse beschikbaar zijn en direct worden ingevuld vooraleer met de eigenlijke meting wordt begonnen.

Het invullen van de controlekaart achteraf, of het invullen op een andere plaats door een kwaliteitsverantwoordelijke die niet aanwezig is op de meetplaats is niet toegestaan, omdat dit tot verder zetten van metingen met ongecontroleerde kwaliteit kan leiden.

De uitvoerder van de metingen moet het systeem en de criteria van de controlekaarten volledig begrijpen zodat bij afwijkingen direct en gepast kan worden ingegrepen.

4.3.3. CONTROLE OP VERLIEZEN IN DE LEIDING

Verliezen in het bemonsteringssysteem (aanzuigleiding, gasconditionering, ...) moeten bij elke meting door het laboratorium gecontroleerd worden door:

- Het rechtstreeks aanbieden van kalibratiegas aan de monitoren (conform EN normen !)
- Het aanbieden van controlegas via het ganse bemonsteringssysteem

Verliezen in het bemonsteringssysteem moeten in de totale meetonzekerheid zijn opgenomen.

4.3.4. CRITERIA VOOR ZERO- EN SPANDRIFT

- Zero- en kalibratiegas wordt vóór en na de meting op de meetplaats aangeboden voor de zero- en spandriftcontrole;
- Criteria voor zero- en spandrift voor meting met monitoren volgens de EN normen, die ook gelden voor meting met elektrochemische toestellen:

	Toegelaten afwijking, als % van concentratie van het ijkgas	
	Zero	Span
Geen correctie nodig	≤ 2%	≤ 2%
Correctie van de meetwaarden	2 – 5 %	2 – 5%
Verwerpen van de meting	> 5%	> 5%

- Toestellen + data-acquisitiesysteem moeten negatieve waarden toelaten (uitzondering voor elektrochemische toestellen);

Voor zuurstof zijn de criteria in EN 14789 §8.4.3 (identiek met bovenstaande tabel) veel te ruim en gelden volgende criteria:

	maximum drift, % O ₂	
	Zero	Span
Geen correctie	≤ 0,2%	≤ 0,2%
Corrigeren	0,2 – 0,3 %	0,2 – 0,3 %
Verwerpen	> 0,3%	> 0,3%

4.3.5. ZELF CERTIFICEREN VAN KALIBRATIEGASSEN

Een erkend laboratorium kan zelf zijn kalibratiegassen kalibreren tegenover een ander gecertificeerd kalibratiegas of tegenover primaire grootheden van lengte, tijd en massa.

Voorwaarden voor gebruik op locatie van gassen die door het labo zelf gecertificeerd worden volgens ISO 17025 tegenover BELAC gassen:

1. Een procedure voor de kalibratie van het kalibratiegas moet beschikbaar zijn;
2. De kalibratie-onzekerheid van de te certificeren fles moet bepaald worden; hoe deze wordt bepaald dient eveneens in de procedure te worden vastgelegd;
3. Toegelaten kalibratie-onzekerheid: maximum 2%. De uitgebreide onzekerheid van het primair gecertificeerd kalibratiegas moet daarom kleiner zijn dan 2% om een totale onzekerheid van 2% te kunnen halen.

De procedure voor kalibratie moet tenminste aan volgende vereisten voldoen:

- Minstens 2 onafhankelijke vergelijkende metingen van het niet gecertificeerde gas tegenover het gecertificeerde kalibratiegas of de primaire standaard worden uitgevoerd.
- De gemiddelde waarde van minstens twee metingen wordt de gecertificeerde waarde.
- De beperking tot twee vergelijkende metingen is alleen toegestaan indien de reproduceerbaarheid van deze meting op voorhand uitgebreid bepaald werd (met minimum 6 metingen). Voor de bepaling van de reproduceerbaarheid kan de controlekaart gebruikt worden.
- Deze reproduceerbaarheid moet worden meegerekend in de meetonzekerheid op de gemiddelde waarde die op het certificaat wordt vermeld.
- Tussen de twee metingen moet een zero- en een spanmeting worden uitgevoerd.
- Span en zero worden telkens bijgeregeld, ofwel verrekend in het eindresultaat.

4.3.6. NO₂ METING

NO₂-meting door middel van convertor en NO-meting:

1. Bepaling van de NO₂/NO convertor-efficiëntie:
 - o Minimum 95% volgens EN 14792 (NO_x meting met de chemiluminescentie-monitor)
 - o Momenteel als goede praktijk geldende criteria:

<u>Actie</u>	<u>Convertor-efficiëntie</u>
➤ Geen correctie	≥ 95%
➤ Correctie	80 – 95 %
➤ Resultaten verwerpen	< 80%

- Converter-efficiëntie: te testen bij de hoogste in de praktijk voorkomende NO₂-concentraties. Als richtlijn - voor metingen op verbrandingsprocessen – volstaat voor de test een NO₂-concentratie van $\pm 10\%$ van het hoogste NO_x-meetbereik of van de emissiegrenswaarde.
 - Sommige convertoren blijken minder efficiënt te werken bij hoge NO₂ concentraties. Bij gebruik van een converter voor metingen op processen met hogere NO₂ concentraties dient de efficiëntie bewezen te zijn bij de voorkomende NO₂ concentratie.
2. Ruimere marges voor drift NO₂
- Bij een zeer kleine NO₂-bijdrage (in verhouding tot het totaal NO_x) kunnen voor NO₂ ruimere zero- en spandriften toegelaten worden indien het labo kan aantonen dat de meetonzekerheid op NO_x hierdoor niet significant toeneemt, en voor metingen volgens EN normen beneden 10 % blijft.

HOOFDSTUK 5. REFERENTIELIJST

CEN/TS 13649

Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of individual gaseous organic compounds - Sorptive sampling method followed by solvent extraction or thermal desorption

CEN/TS 17021

Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of sulphur dioxide by instrumental techniques

Draft method EPA OTM-29

Other test method 29- Sampling and Analysis for hydrogen cyanide emissions from stationary sources

EN 1911

Stationary source emissions - Determination of mass concentration of gaseous chlorides expressed as HCl – Standard reference method

EN 12619

Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of total gaseous organic carbon - Continuous flame ionisation detector method

EN 13211

Air quality – Stationary source emissions – Manual method of determination of the concentration of total mercury

EN 13284

Stationary source emissions – Determination of low range mass concentration of dust
Part 1: Manual gravimetric method

EN 14385: 2004

Stationary source emissions – Determination of the total emission of As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl and V

EN 14789

Stationary source emissions - Determination of volume concentration of oxygen (O₂) - Reference method - Paramagnetism

EN 14790

Stationary source emissions - Determination of the water vapour in ducts

EN 14791

Stationary source emissions - Determination of mass concentration of sulphur dioxide - Reference method

EN 14792

Stationary source emissions - Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO_x) - Reference method: Chemiluminescence

EN 15058

Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of carbon monoxide (CO) - Reference method: Non-dispersive infrared spectrometry

EN 15259

Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report

EN ISO 16911-1

Stationary source emissions — Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts — Part 1: Manual reference method

EN ISO 21258

Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of dinitrogen monoxide (N₂O) — Reference method: Non-dispersive infrared method

EPA method 26

Determination of hydrogen halide and halogen emissions from stationary sources

EPA Conditional Test method CTM-027

Procedure for collection and analysis of ammonia in stationary sources

ISO 10780

Stationary source emissions — Measurement of velocity and volume flowrate of gas streams in ducts

ISO 11338-1

Stationary source emissions — Determination of gas and particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons — Part 1: Sampling

ISO 11338-2

Stationary source emissions — Determination of gas and particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons — Part 2: Sample preparation, clean-up and determination

ISO 12039

Stationary source emissions — Determination of carbon monoxide, carbon dioxide and oxygen — Performance characteristics and calibration of automated measuring systems

ISO 25139

Stationary source emissions — Manual method for the determination of the methane concentration using gas chromatography

NBN T 95-501

Bepaling van de concentratie aan gasvormige fluoriden van gasemissies

NBN EN 50379-1

Specificatie voor draagbaar elektrisch materieel bestemd voor het meten van rookgasparameters van verwarmingstoestellen

Deel 1: Algemene eisen en beproevingsmethoden Algemene eisen en testmethoden

NEN 2826

Luchtkwaliteit - Uitworp door stationaire puntbronnen

Monsterneming en bepaling van het gehalte aan gasvormig ammoniak

NF X43-304

Emissions de sources fixes

Mesurage de la concentration en composes fluorés, exprimée en HF

VDI 3486 Blatt 2

Messen gasförmiger Emissionen

Messen der Schwefelwasserstoff-Konzentration

Jodometrisches Titrationsverfahren

BIJLAGE

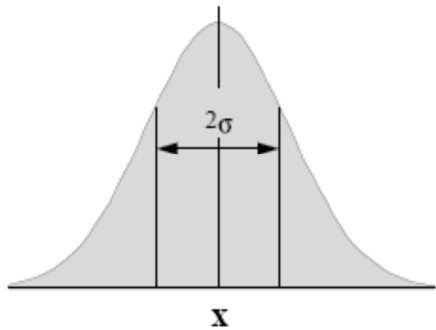
In deze bijlage worden kort een aantal regels beschreven voor omzetting van onzekerheidscomponenten tot standaardonzekerheden volgens de QUAM (de Eurachem/CITAC gids 'Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (QUAM)' (<http://www.eurachem.org/>))

- Indien de onzekerheidscomponent experimenteel bepaald werd als de spreiding op herhaalmetingen, dan kan deze spreiding onmiddellijk als standaardafwijking uitgedrukt worden. De bijdrage in de onzekerheid voor één enkele meting is de geobserveerde standaardafwijking uit de n herhaalmetingen:

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

Voor parameters waarvoor steeds een gemiddelde \bar{X} bepaald wordt, wordt de standaardafwijking van het gemiddelde als standaardonzekerheid gebruikt. Deze standaardafwijking van het gemiddelde \bar{X} van n metingen wordt berekend als:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Normale verdeling		
Vorm	Gebruik bij:	Onzekerheid
	Een schatting op basis van herhaalde metingen van een willekeurig variërend proces;	$u(x) = s$
	Een onzekerheid wordt onder de vorm van een standaardafwijking s, een relatieve standaardafwijking s/\bar{x} of een variantiecoëfficiënt CV% gegeven zonder specificering van de distributie;	$u(x) = s$ $u(x) = x \cdot (s/\bar{x})$ $u(x) = \frac{CV\%}{100} \cdot x$
	Een onzekerheid wordt gegeven onder de vorm van een 95% (of een ander) betrouwbaarheids-interval $x \pm c$ zonder specificering van de distributie	$u(x) = c/2$ <i>(voor c bij 95%)</i> $u(x) = c/3$ <i>(voor c bij 99.7%)</i>

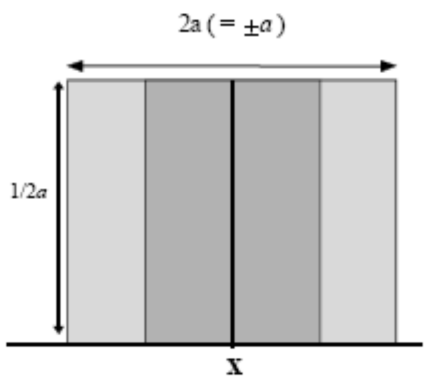


- indien een onzekerheidsinschatting gebeurt op basis van voorgaande resultaten en data, dan is deze onzekerheid mogelijk al als standaardafwijking uitgedrukt. Indien er een betrouwbaarheidsinterval voor een bepaald niveau van betrouwbaarheid in de vorm $\pm a$ bij $p\%$ gegeven wordt, dan moet de waarde a nog door de toegepaste dekkingsfactor k - overeenkomstig met het gegeven betrouwbaarheidsniveau - gedeeld worden.

Voorbeeld:

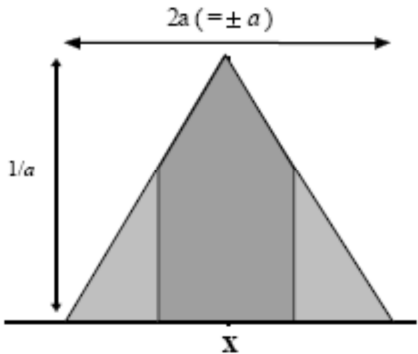
Indien de precisie van een balansuitlezing binnen $\pm 0,2$ mg ligt met 95% betrouwbaarheid (=2s), dan wordt deze waarde eerst door de dekkingsfactor "2" gedeeld voor de omzetting van het betrouwbaarheidsniveau naar een standaardafwijking. Deze laatste bedraagt dan 0,1 mg.

- Indien er een limiet onder de vorm $\pm a$ gegeven worden zonder specificïering van het betrouwbaarheidsniveau en er is reden om aan te nemen dat extreme waarden mogelijk kunnen voorkomen, dan kan een rechthoekige distributie met een standaardafwijking van $a/\sqrt{3}$ verondersteld worden.

Rechthoekige verdeling		
Vorm	Gebruik bij:	Onzekerheid
	<p>Een certificaat of andere specificatie geeft limieten zonder specificïering van het betrouwbaarheidsinterval (bv 25 ml \pm 0,05 ml);</p> <p>Er werd een schatting gemaakt in de vorm van een maximum range ($\pm a$) zonder kennis van de vorm van de distributie (maximum specificaties, toleranties);</p>	$u(x) = \frac{a}{\sqrt{3}}$

- Indien er een limiet onder de vorm $\pm a$ gegeven worden zonder specificïering van het betrouwbaarheidsniveau en er is geen reden om aan te nemen dat extreme waarden kunnen voorkomen, dan kan een driehoekige distributie met een standaardafwijking van $a/\sqrt{6}$ verondersteld worden

Driehoekige verdeling		
Vorm	Gebruik bij:	Onzekerheid

 <p>The diagram shows a triangle with a horizontal base labeled 'x' and a vertical height labeled '1/a'. A horizontal double-headed arrow above the triangle indicates a width of '2a (= ± a)'. The triangle is shaded in a light gray color.</p>	<p>De beschikbare informatie betreffende x is minder beperkt dan bij een rechthoekige distributie. Waarden dichtbij x zijn meer waarschijnlijk dan waarden nabij de grenzen;</p> <p>Een schatting onder de vorm van een maximum range ($\pm a$) beschreven door een symmetrische distributie;</p>	$u(x) = \frac{a}{\sqrt{6}}$
--	--	-----------------------------