

## LEIDRAAD MEETONZEKERHEDEN (v1.0)

### Inhoudsopgave

INTRODUCTIE.....	2
1 Meetinstrumenten onder wettelijk Metrologische Controle.....	6
1.1 Wettelijke metrologische controle.....	6
1.2 Onzekerheden.....	7
1.3 Bewijsstukken.....	9
2 Meetinstrumenten onder Meetvoorwaarden Gas.....	11
2.1 Meetvoorwaarden Gas.....	11
2.2 Onzekerheden.....	11
2.3 Bewijsstukken.....	12
3 Verkorte onzekerheidsanalyse.....	14
3.1 Specificaties van fabrikant of kalibratie.....	14
3.2 Onzekerheden.....	14
3.3 Bewijsstukken.....	18
4 Genormaliseerde of gestandaardiseerde onzekerheidsanalyses.....	20
4.1 Normen en standaarden voor onzekerheidsbepaling.....	20
4.2 Onzekerheden.....	21
4.3 Bewijsstukken.....	21
5 Uitgebreide onzekerheidsanalyse.....	23
5.1 Uitgebreide onzekerheidsanalyse.....	23
5.2 Onzekerheden.....	24
5.3 Bewijsstukken.....	25
6 Standaardonzekerheden.....	27
6.1 Voorwaarden gebruik standaardonzekerheden.....	27
6.2 Onzekerheden.....	27
6.3 Bewijsstukken.....	32
Bijlage I: Symbolen, afkortingen en definities.....	34
Bijlage II: Voorbeeld 'Onzekerheid van voorraadbepaling'.....	35

## INTRODUCTIE

Deze leidraad geeft uitleg over de bepaling en onderbouwing van meetonzekerheden voor activiteitsgegevens. Deze informatie is bestemd voor alle inrichtingen die voor de derde handelsperiode (2013-2020) van de handel in broeikasgasemissierechten (EU-ETS) gebruik maken van meetapparatuur voor het bepalen van hoeveelheden verbruikte gasvormige, vloeibare of vaste brandstoffen, grondstoffen of materialen (source streams). Het document heeft geen betrekking op onzekerheden in de samenstelling van deze source streams.

Het document geeft antwoord op de volgende vragen:

- Welke gegevens heb ik nodig om de onzekerheid van specifieke meters te onderbouwen?
- Hoe stel ik vast welke onzekerheid ik moet opgeven in het monitoringsplan (MP) en onderbouwen in het Referentiedocument?
- Welke bewijsstukken wil de NEa daarbij ontvangen?

De inhoud van dit document sluit aan bij de monitoringsregels zoals die zijn vastgelegd in de Monitoring en Rapportage Verordening<sup>1</sup> (MRV). In de MRV is summier beschreven op welke wijze meetonzekerheden moeten worden bepaald; de concrete uitwerking van de regels vindt u in dit document, toegespitst op de (Nederlandse) praktijk.

### Meetonzekerheid

Binnen EU-ETS moet voor elke grote of kleine source stream worden aangetoond dat de hoeveelheid kan worden bepaald met een voorgeschreven maximale onzekerheid. Met een (meet)onzekerheid wordt feitelijk aangeduid hoe goed of betrouwbaar de resultaten van een hoeveelheidsbepaling zijn. De uitkomst van de hoeveelheidsbepaling moet immers voldoende nauwkeurig en precies zijn<sup>2</sup>, om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de emissies die vrijkomen bij een bepaalde activiteit. Hoe groter de source stream, hoe strenger de onzekerheidseisen zijn. De onzekerheid wordt hierbij uitgedrukt als 95 % betrouwbaarheidsinterval.

Belangrijk hierbij is te weten dat het niet gaat om de onzekerheid van individuele waarnemingen, maar de onzekerheid over de periode waarover wordt gerapporteerd, d.w.z. een kalenderjaar. Deze onzekerheid omvat "alle bronnen van onzekerheid, inclusief onzekerheid van het instrument, gebruik en onderhoud en omgevingsomstandigheden". In dit document wordt in dat kader uitgegaan van:

- a) Een basisonzekerheid; dit is de onzekerheid van het instrument zelf, zoals overgenomen uit bijvoorbeeld specificaties van de fabrikant, of een kalibratiecertificaat;

<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/documentation_en.htm)

<sup>2</sup> Voor meer algemene informatie over meetonzekerheden, zie de "Leidraad Monitoring EU-ETS 2013-2020", hoofdstuk 3.5 en Bijlage IX.

- b) Additionele onzekerheden; dit zijn onzekerheden door gebruik van het instrument in de praktijk, zoals toepassing in afwijkende omstandigheden dan waarvoor het instrument is bedoeld. Deze additionele onzekerheden zult u moeten bepalen op basis van specificaties, kalibratiecertificaten, normen, etc.

### Meetonzekerheid in het monitoringsplan

In de MRV wordt onderscheid gemaakt in meters die u zelf beheert en controleert en meters waarbij dit belegd is bij een externe partij. In dit document wordt dit onderscheid niet expliciet benoemd, maar werkt dit wel door in de verschillende benaderingen waaruit u kunt kiezen. Wel moet u in sectie 8a van uw MP altijd opgeven welke partij het instrument beheert.

Deze leidraad geeft aan hoe u de 'behaalde onzekerheid' bepaalt, die u in sectie 8e van het monitoringsplan per source stream moet invullen. Op basis van deze waarde toont u aan of u inderdaad de opgegeven tier toepast. Ook bevat dit document informatie over wat u in uw referentiedocument moet opnemen ter onderbouwing van de opgegeven 'behaalde onzekerheid'. Ook als uw inrichting als enige source stream aardgas heeft waarvoor u gebruik maakt van de factuur, zult u moeten aangeven welke onzekerheid geldt en deze (in beperkte mate) moeten onderbouwen.

NB: inrichtingen met een jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissie van minder dan 25 kton hoeven de 'behaalde onzekerheid' niet te onderbouwen in het referentiedocument. Uiteraard moet de onzekerheid wel op een correcte manier zijn bepaald. De NEa kan daarom, bijvoorbeeld tijdens een inspectie, wel verzoeken om de opgegeven onzekerheid te onderbouwen.

### Algemene rekenregels

Elk van de vijf beschreven benaderingen is toepasbaar op individuele meetinstrumenten. Wanneer een source stream wordt bemeten op basis van meerdere (deel)metingen, dient de onzekerheid van elke meting eerst bepaald te worden volgens de methodiek die is beschreven in de verschillende hoofdstukken. Vervolgens kan, middels de onderstaande formule, de gewogen gemiddelde onzekerheid van de totale source stream bepaald worden:

$$U_{hoeveelheidsbepaling} = \frac{\sqrt{(x_1 * U_1)^2 + (x_2 * U_2)^2 + (x_n * U_n)^2}}{|x_1 + x_2 + x_n|}$$

De formule gaat uit van ongecorrleerde onzekerheden. Hierin stelt x de hoeveelheid voor zoals gemeten door een bepaalde meter en U de relatieve onzekerheid van de hoeveelheidsmeting. De nummering geeft de verschillende deelmetingen weer waarmee de hoeveelheid van een source stream wordt bepaald<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Mogelijk moet u voorraden brand- of grondstoffen of materialen moet meenemen in uw onzekerheidsberekening. Voor een voorbeeld, zie bijlage II.

NB: indien er sprake is van deelmetingen van stromen die in mindering moeten worden gebracht op een 'hoofdstroom', bijvoorbeeld als een deel van de source stream niet onder ETS valt, dan moet de afgetrokken hoeveelheid ( $x_n$ ) als negatieve waarde worden opgegeven in de noemer van bovenstaande formule.

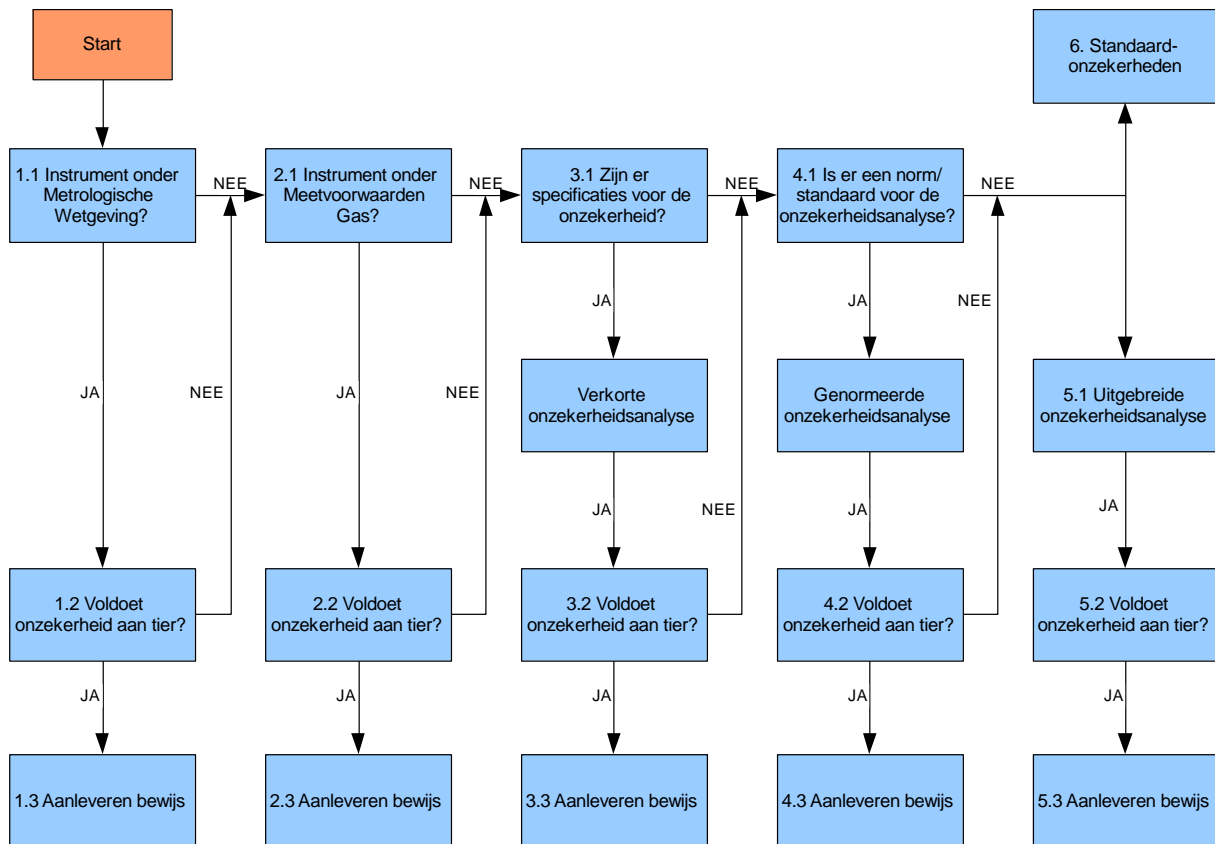
### **Vijf benaderingen**

Onderstaande beslisboom helpt u om te bepalen welke benadering voor de onderbouwing van meetonzekerheden voor uw specifieke situatie gevolgd kan worden. De nummers in de figuur komen overeen met de hoofdstuknummers van deze leidraad. De benaderingen in de beslisboom kennen een oplopende complexiteit; hoe lager het nummer van de benadering, hoe eenvoudiger de onderbouwing. De NEa raadt u daarom aan om te controleren of één van de lager genummerde opties van toepassing is, voordat u overgaat tot uitgebreide onzekerheidsanalyse (benadering 5). Als u door het volgen van de beslisboom uitkomt op een benadering die u niet (volledig) kunt toepassen omdat deze technisch niet haalbaar is (bijv. kalibratie) of omdat deze leidt tot onredelijke kosten, dient u dat in het Referentiedocument te onderbouwen.

Op basis van onderstaande figuur kunt u nagaan welke overige hoofdstukken voor u relevant zijn om door te nemen.

In benaderingen 3, 4 en 5 kan het nodig zijn een expert of keurder in te schakelen die voor u (een deel van) de onzekerheidsanalyse kan uitvoeren. Dit geldt bijvoorbeeld als voor specifieke instrumenten niet alle gegevens voorhanden zijn of het technisch niet haalbaar is een kalibratie uit te voeren. Deze expert of keurder kan een hiervoor onder de Metrologiewet of conform ISO 17025 geaccrediteerde firma zijn.

Als u uitkomt bij vraag 5.2 en u voldoet met de uitgebreide onzekerheidsanalyse niet aan de tier, dan kunt u contact opnemen met de NEa. In dat geval moeten er mogelijk afspraken worden gemaakt over aanpassingen aan uw meetinrichting.



### Infoblad meetonzekerheden 2008-2012

In de handelsperiode 2008-2012 heeft de NEa toegestaan dat u met standaardonzekerheden voor veel voorkomende meetprincipes de onzekerheidsberekening onderbouwde. Hiervoor kon u gebruik maken van het infoblad 'Hoe bepaal ik meetonzekerheden voor CO<sub>2</sub>-emissiehandel?'<sup>4</sup>. Een dergelijke pragmatische benadering is in de derde handelsperiode (2013-2020) nog slechts in exceptionele gevallen mogelijk (blok 6 in bovenstaande figuur). Deze benadering is alleen te volgen als er geen specificaties of normatieve documenten voorhanden zijn. Zoals uit hoofdstuk 6 blijkt zijn bovendien de standaardonzekerheden herzien en over het algemeen verhoogd ten opzichte van de waarden uit het oude infoblad; hierdoor voldoet u niet altijd aan de vereiste tier via benadering 6 zal dus benadering 5 moeten worden gekozen, of bijvoorbeeld een nieuwe meter moeten worden geïnstalleerd of een nieuwe kalibratie moeten worden uitgevoerd. In overleg kan de NEa met u een bepaalde overgangperiode afspreken waarin u werkt aan het bereiken en onderbouwen van een lagere onzekerheid.

<sup>4</sup> <https://www.emissieautoriteit.nl/mediatheek/monitoring/informatiebladen/hoe-bepaal-ik-meetonzekerheden-voor-co2-emissiehandel>

## 1 MEETINSTRUMENTEN ONDER WETTELIJK METROLOGISCHE CONTROLE

Dit hoofdstuk gaat in op mogelijke wettelijke metrologische controle op meetinstrumenten (1.1), de onzekerheden die daaruit voortvloeien (1.2) en de bewijsstukken die u aan de NEa moet kunnen overleggen (1.3).

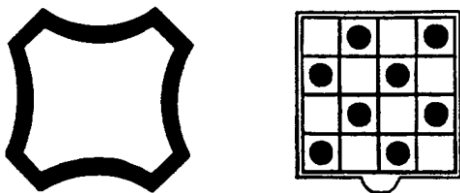
### 1.1 Wettelijke metrologische controle

Naar schatting 99.9% van de wettelijke metrologisch geregelde en gecontroleerde meetinstrumenten in Nederland is dat ingevolge de IJkwet 1989, de IJkwet 1998 of de Metrologiewet<sup>5</sup>. In de praktijk gaat dit vaak om meters die een rol spelen bij financiële transacties.

Onder andere de volgende typen meetinstrumenten kunnen vallen onder metrologische wetgeving:

- Vloeistofmeters en vloeistofmeetinstallaties
- Gasmeters en EVHI's (volume-herleidingsinstrumenten)
- Vloeistofhoogtemeters, in combinatie met meetreservoirs (opslagtanks)
- Niet-automatische weeginstrumenten (NAWI's: weegschalen, weegbruggen)
- Automatische weeginstrumenten (AWI's: bandwegers)

IJkwettelijk geregelde meetinstrumenten zijn herkenbaar aan een naamplaat met daarop aangebracht een IJkmerk; zie onderstaand.



In het linkerdeel staan twee cijfers die een jaartal representeren; het stippenpatroon in het rechterdeel betreft het kenmerk van de keuringsinstantie. IJkmerken kunnen zowel in stickervorm als loodkom voorkomen.

Meetinstrumenten die vallen onder de Metrologiewet zijn, met uitzondering van NAWI's, herkenbaar aan een naamplaat met daarop een markering als in onderstaand voorbeeld:

<sup>5</sup> Nationale implementatie van de Measuring Instruments Directive (MID)



Opmerking: de twee cijfers representeren een jaartal; het vier-cijferig nummer rechts het kenmerk van de keuringsinstantie.

NAWI's zijn herkenbaar aan een markering als in onderstaand voorbeeld:



CE marking    Last 2 digits of year  
Notified Body nr.    "green M"

## 1.2 Onzekerheden

De onzekerheid<sup>6</sup> die mag worden overgenomen uit de metrologische wetgeving is niet altijd eenduidig. Er zijn meetinstrumenten die in verschillende nauwkeurigheidsklassen zijn ingedeeld. De nauwkeurigheidsklasse, indien van toepassing, is vermeld op de naamplaat van het meetinstrument. Hieronder vindt u de onzekerheden voor verschillende type meters en de bijbehorende nauwkeurigheidsklassen.

### *Vloeistofmeters / vloeistofmeetinstallaties*

De wettelijke metrologische eisen aan vloeistofmeters / vloeistofmeetinstallaties zijn altijd strenger dan de strengste tier (1,5 %) uit de MRV. Onderstaande onzekerheden (toleranties, MPE) mogen daarvoor worden gehanteerd.

Klasse vloeistofmeter / vloeistofmeetinstallatie	Onzekerheid
0.3	0,3 %
0.5	0,5 %
1.0	1,0 %

Indien geen nauwkeurigheidsklasse is vermeld, wat kan voorkomen onder de IJkwet, dient 1,0% opgegeven te worden voor meetinstrumenten voor LPG, propaan en/of butaan en 0,5% voor de overige types.

<sup>6</sup> In de MRV wordt gesproken over 'maximum permissible errors' (MPE) die voor meetinstrumenten mogen worden overgenomen uit de metrologische wetgeving om als onzekerheid te hanteren voor ETS. Binnen de metrologische wetgeving worden verschillende begrippen gehanteerd, zoals maximaal toelaatbare fout, toleranties, maximum permissible error etc. Voor de eenduidigheid wordt in dit document het begrip 'onzekerheid' gebruikt. Als de waarde van deze onzekerheid lager ligt dan de vereiste tier, mag de inrichting ervan uitgaan dat deze tier wordt gehaald.

### Vloeistofhoogtemeters

Ook voor vloeistofhoogtemeters, in combinatie met meetreservoirs (opslagtanks), geldt dat de wettelijke toleranties altijd strenger zijn dan de MRV; hiervoor mag een onzekerheid van 1,0% worden gehanteerd.

### Gasmeters

Voor gasmeters en eventueel daarbij behorende elektronische volumeherleidingsinrichtingen (EVHI's, flowcomputers of EVCD's = electronic volume conversion devices) zijn de "worst case" onzekerheden (toleranties<sup>7</sup>) in gebruik bij minimale flow als volgt:

Gasmeter klasse/EVHI	Onzekerheid
1.5	6 %
1.0	4 %
EVHI	1,5 %

De totale onzekerheid van een samenstel van gasmeter/EVHI kan vervolgens met de root-sum-square methode bepaald worden:

$$U_{\text{totaal}} = \sqrt{(6^2 + 1.5^2)} = 6.18\%, \text{ resp. } \sqrt{(4^2 + 1.5^2)} = 4.27\%$$

### NAWI's

Voor NAWI's (niet-automatische weeginstrumenten) zijn de "worst-case" onzekerheden<sup>8</sup> in gebruik bij minimale flow als volgt:

NAWI klasse	Onzekerheid
I	1 %
II	5 %
III	5 %
IIII	10 %

### AWI's

Voor AWI's (automatische weeginstrumenten/bandwegers) zijn de "worst-case" onzekerheden<sup>9</sup> in gebruik bij minimale flow als volgt:

AWI klasse	Onzekerheid
Y(I)	1,5 %
Y(II)	7,5 %
Y(a)	7,5 %
Y(b)	15 %
Instrumenten voor het wegen van afval	30 %

<sup>7</sup> MID Annex MI-002, tabel 1, artikel 8 en Regeling gebruik en installatie EU-meetinstrumenten, artikel 6.

<sup>8</sup> Omgerekend van schaaldelen naar relatieve waarde; NAWI Directive, Annex I, tabellen 1 en 3, artikel 4.2.

<sup>9</sup> Omgerekend van schaaldelen naar relatieve waarde; MID, Annex MI-006, tabel 1, artikel 5 en Regeling gebruik en installatie EU-meetinstrumenten, artikel 10.

### ***De onzekerheid van mijn meetinstrument onder wettelijke metrologische controle is hoger dan de vereiste onzekerheid: wat moet ik doen?***

Als u op basis van de hierboven beschreven benadering niet voldoet aan de vereiste tier, kunt u nagaan of u via een andere benadering (zie volgende hoofdstukken) wel kunt aantonen dat aan de vereiste tier wordt voldaan. Het kan zo zijn dat bijvoorbeeld een kalibratiecertificaat aantoont dat uw instrument toch een lagere onzekerheid heeft dan de onzekerheid zoals vastgelegd in de metrologische wetgeving.

#### **1.3 Bewijsstukken**

Als de hoeveelheidsbepaling van uw source stream op basis van de in hoofdstuk 1.2 genoemde onzekerheden voldoet aan de vereiste tier, moet u dit als volgt verwerken in uw monitoringsplan en/of referentiedocument.

##### *Monitoringsplan*

In het monitoringsplan geeft u in sectie 8e de betreffende onzekerheid op. Als er meerdere meters een rol spelen bij het bepalen van de hoeveelheid, zult u eerst de totale onzekerheid van de source stream moeten berekenen op basis van de algemene rekenregels uit de introductie.

In sectie 8a moet u bevestigen dat met het meetinstrument dat niet onder uw eigen beheer valt, minstens aan dezelfde tier kan worden voldaan als eventuele meetinstrumenten die wel in uw beheer zijn. U kunt deze vraag altijd bevestigend beantwoorden als u met de meetinstrumenten in extern beheer aan de hoogste tier (tier 4) voldoet, of wanneer u helemaal geen meetinstrumenten in eigen beheer heeft waarmee u de hoeveelheid van de source stream kunt bepalen. In andere situaties zult u in het Referentiedocument een motivatie moeten opnemen voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer (zie hieronder).

##### *Referentiedocument*

In het referentiedocument beschrijft u:

- Onder welk wettelijke metrologisch regime uw meetinstrument valt;
- Indien van toepassing in welke nauwkeurigheidsklasse deze valt en welke onzekerheid daarbij hoort;
- Indien u niet uitgaat van de "worst-case" onzekerheden uit de metrologische wetgeving: een onderbouwing waaruit blijkt dat u lagere onzekerheden kunt toepassen;
- Indien van toepassing welke berekening u heeft uitgevoerd om de onzekerheid voor de hoeveelheidsbepaling van de source stream te bepalen, bijvoorbeeld wanneer er meerdere meetinstrumenten onder metrologische wetgeving een rol spelen bij de hoeveelheidsbepaling;
- Indien van toepassing, een motivatie voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer i.p.v. meetinstrumenten onder intern beheer. Hieruit moet blijken dat met gebruik van externe



— Nederlandse Emissieautoriteit  
— Dutch Emissions Authority

meetinstrumenten minstens aan dezelfde tier wordt voldaan als wanneer interne instrumenten worden gebruikt, dat dit betrouwbaarder resultaten oplevert en dat dit leidt tot minder controlerisico's.

#### *Overige*

De NEa kan tijdens inspecties controleren of het opgegeven wettelijke metrologische regime inderdaad van toepassing is (bijvoorbeeld o.b.v. naamplaatjes), en of de juiste nauwkeurigheidsklasse en onzekerheid zijn opgegeven.

## 2 MEETINSTRUMENTEN ONDER MEETVOORWAARDEN GAS

Dit hoofdstuk gaat in op aardgasmeters die vallen onder de Meetvoorwaarden Gas (2.1), de onzekerheden die daaruit voortvloeien (2.2) en de bewijsstukken die u aan de NEa moet kunnen overleggen (2.3).

De Meetvoorwaarden Gas zijn ook wel bekend als de Meetcode Gas. Het is een door de gasector geregeld regime voor met name de grotere afnemers.

### 2.1 Meetvoorwaarden Gas

De Meetvoorwaarden Gas zijn in principe van toepassing op alle gasmeters voor handelsdoeleinden die niet onder Hoofdstuk 1 van dit document (metrologische wetgeving) vallen. De netbeheerder draagt zorg voor controle op de gasmeter en de eventuele volume-herleidingsinrichting, die onder dit regime vallen. Bij twijfel hierover, kan contact met de netbeheerder opgenomen worden, die registraties van dergelijke gasmeters in zijn beheer bijhoudt. U moet hierbij rekening houden met het feit of uw inrichting is aangesloten op het landelijk gastransportnet of een regionaal gastransportnet. Dit is namelijk van invloed op de meetonzekerheid die u mag hanteren (zie 2.2). Bij twijfel hierover kan de netbeheerder uitsluitel bieden.

### 2.2 Onzekerheden

Gasmeters kunnen aangesloten zijn op het landelijke gasnet, of op een regionaal gasnet.

#### 2.2.1 Landelijk gasnet

Voor gasmeters of gasmeetinstallaties in het landelijk gasnet, al dan niet voorzien van volume-herleidingsinrichting, zijn de maximale onzekerheden voor bepaling van de gemeten hoeveelheid energie maximaal 1%<sup>10</sup>. Dit betekent dat de onzekerheid in de gemeten hoeveelheid gas lager is dan 1% en u 1 % mag opgeven als onzekerheid.

#### Regionaal gasnet

Voor gasmeters in het regionale gasnet zijn de "worst-case" onzekerheden voor het normaal volume<sup>11</sup> in gebruik bij minimale flow in de grijze kolom weergegeven:

<sup>10</sup> Meetvoorwaarden Gas LNB, 1.3.2.

<sup>11</sup> Meetvoorwaarden Gas RNB 3.5.3.

Verbruikscategorie <sup>12</sup>	Onzekerheid volumemeting	
	$Q_{\min} - 0,2 Q_{\max}$	$0,2 Q_{\max} - Q_{\max}$
< 40 m <sup>3</sup> (n)/h	7,7 %	6,3 %
40 m <sup>3</sup> (n)/h – 170.000 m <sup>3</sup> (n)/jaar	5,0 %	3,6 %
170.000 – 10 miljoen m <sup>3</sup> (n)/jaar	3,8 %	2,8 %
10 miljoen m <sup>3</sup> (n)/jaar	1,5 %	1,0 %

Uw netwerkbeheerder bepaalt op basis van de afgenomen hoeveelheden welke categorie voor uw inrichting van toepassing is.

Indien de meter aantoonbaar altijd bij hogere debieten wordt toegepast, kunnen de overeenkomende waarden uit de 3<sup>e</sup> kolom gebruikt worden. Als uw meetinstrument zowel in de range van 0-20 % (grijze kolom) als 20-100 % van het maximale meetbereik wordt gebruikt, moet u bepalen wat de gemiddelde range is waarin u meet. Dit doet u zoals beschreven in onderstaand voorbeeld door het gemiddelde verbruik per uur te bepalen.

*Voorbeeld: U heeft een meter in de verbruikscategorie 170.000 – 10 miljoen Nm<sup>3</sup>/jaar, maar door wisselende productieomstandigheden neemt u gas af in zowel het meetbereik van 0-20 % als 20-100 %. Moet u nu 2,8 % of 3,8 % hanteren als onzekerheid?*

*Stel: in uw geval stroomt jaarlijks circa 480.000 Nm<sup>3</sup> aardgas door de meter, gedurende 8000 uren. De maximale flow van de meter is 220 Nm<sup>3</sup>/uur. De gewogen gemiddelde flow komt dan overeen met 27,3 % van het maximale meetbereik:  $480.000 / (8.000 * 220) = 27,3 \%$ . Omdat dit ligt in de range 20-100 %, mag u de onzekerheid van 2,8 % hanteren.*

## 2.3 Bewijsstukken

Als de hoeveelheidsbepaling van uw source stream kan worden gebaseerd op de in hoofdstuk 2.2 genoemde onzekerheden, moet u dit als volgt verwerken in uw monitoringsplan en/of referentiedocument.

### *Monitoringsplan*

In het monitoringsplan geeft u in sectie 8e de betreffende onzekerheid op. Als er meerdere meters een rol spelen bij het bepalen van de hoeveelheid, zult u eerst de totale onzekerheid van de source stream moeten berekenen op basis van de algemene rekenregels uit de introductie.

In sectie 8a moet u bevestigen dat met het meetinstrument dat niet onder uw eigen beheer valt, minstens aan dezelfde tier kan worden voldaan als eventuele meetinstrumenten die wel in uw beheer zijn. U kunt deze vraag altijd bevestigend beantwoorden als u met de meetinstrumenten in extern beheer aan

<sup>12</sup> De genoemde kubieke meters zijn altijd herleid naar normaal condities

de hoogste tier (tier 4) voldoet, of wanneer u helemaal geen meetinstrumenten in eigen beheer heeft waarmee u de hoeveelheid van de source stream kunt bepalen. In andere situaties zult u in het Referentiedocument een motivatie moeten opnemen voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer (zie hieronder).

#### *Referentiedocument*

In het referentiedocument beschrijft u:

- Dat de gasmeters vallen onder de Meetvoorwaarden gas;
- Of er sprake is van aansluiting op het landelijk gasnet of op een regionaal gasnet;
- Indien sprake is van aansluiting op een regionaal gasnet, welke verbruikscategorie geldt en waarop u dat baseert;
- Indien sprake is van aansluiting op een regionaal gasnet, welke onzekerheid u daarvoor hanteert en waarom u de onzekerheid voor 0-20 % of 20-100 % van het meetbereik hanteert;
- Indien van toepassing welke berekening u heeft uitgevoerd om de onzekerheid voor de hoeveelheidsbepaling van de source stream aardgas te bepalen, bijvoorbeeld wanneer er meerdere gasmeters onder Meetvoorwaarden Gas met verschillende onzekerheden een rol spelen bij de hoeveelheidsbepaling;
- Indien van toepassing, een motivatie voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer i.p.v. meetinstrumenten onder intern beheer. Hieruit moet blijken dat met gebruik van externe meetinstrumenten minstens aan dezelfde tier wordt voldaan als wanneer interne instrumenten worden gebruikt, dat dit betrouwbaarder resultaten oplevert en dat dit leidt tot minder controlerisico's.

#### *Overige*

De NEa kan tijdens inspecties controleren of de betreffende gasmeters inderdaad onder de Meetvoorwaarden Gas vallen en of de juiste verbruikscategorie en onzekerheid zijn opgegeven. Mogelijk heeft u bijvoorbeeld specificaties van het productieproces waaruit blijkt dat een gastoevoer van ten minste 20 % nodig is.

### **3 VERKORTE ONZEKERHEIDSANALYSE**

Dit hoofdstuk gaat in op meetinstrumenten waarvoor u beschikt over specificaties van de basisonzekerheid en additionele onzekerheden, afkomstig van de fabrikant of afgeleid uit een kalibratie (3.1), de onzekerheden die daaruit voortvloeien (3.2) en de bewijsstukken die u aan de NEa moet kunnen overleggen (3.3).

Het verschil met een uitgebreide onzekerheidsanalyse (hoofdstuk 5) is dat voor de verkorte analyse alle informatie voor de basisonzekerheid bekend moet zijn. Daarnaast moeten ook specificaties met betrekking tot additionele onzekerheden voor handen zijn, waaronder het verloop over lange termijn (long term stability). Indien deze specificaties niet (allemaal) beschikbaar zijn, zult u voor die onderdelen hoofdstuk 5 moeten volgen; bij gebruik van een kalibratiecertificaat kan daarnaast een conservatieve aanpassingscoëfficiënt worden gebruikt (zie paragraaf 3.2).

#### **3.1 Specificaties van fabrikant of kalibratie**

Over het algemeen specificeren fabrikanten of leveranciers van meetinstrumenten de karakteristieken van het meetinstrument onder ideale/basis condities. De specificaties van de fabrikant moeten aantonen dat het meetinstrument geschikt is voor de betreffende omstandigheden, zoals bijvoorbeeld het medium, het debiet (de flow), de temperatuur (zowel proces als omgeving) en de druk. Deze specificaties bevatten ook informatie over de onzekerheid van het meetinstrument. Een alternatieve bron van deze onzekerheid kan ook het meest recente kalibratiecertificaat zijn.

In ieder geval geldt dat in aanvulling op de onzekerheid van het instrument in specificaties de onzekerheden of invloeden moeten zijn gespecificeerd bij afwijking van de ideale/basis condities. Een voorbeeld hiervan is een procentuele verschuiving per graad Celsius, bij toepassingen anders dan op 20 graden. Indien bijv. de temperatuur afwijkt van de ideale/basis condities, moet rekening worden gehouden met de gespecificeerde verschuiving per graad. Datzelfde geldt ook voor druk en eventuele overige parameters.

Als u over alle benodigde specificaties beschikt om de onzekerheid uit te rekenen, kunt u gebruik maken van de in dit hoofdstuk uitgewerkte benadering. Als dit niet het geval is, bijvoorbeeld bij het ontbreken van gegevens over de long term stability, zult u (deels) gebruik moeten maken van de benadering in hoofdstuk 5.

#### **3.2 Onzekerheden**

De eerste stap in deze benadering is het vaststellen van een zogenaamde basisonzekerheid, zijnde de onzekerheid onder ideale/basis condities (zie paragraaf 3.2.1). Hiervoor zijn twee mogelijke bronnen voorhanden: specificaties van de fabrikant of het meest recente kalibratiecertificaat. Normaal gesproken zou een kalibratiecertificaat een lagere onzekerheid moeten opleveren dan een

algemene specificatie van de fabrikant. Na het vaststellen van de basisonzekerheid moeten ook overige onzekerheden voor o.a. afwijkende toepassing en verloop worden toegepast; zie daarvoor paragraaf 3.2.2.

### 3.2.1 Bepalen basisonzekerheid

#### a) Op basis van specificaties fabrikant

In specificaties wordt niet altijd de term "onzekerheid" toegepast, maar komen ook termen als nauwkeurigheid (accuracy), herhaalbaarheid (repeatability) en lineariteit (linearity) voor (zie ook Bijlage II). Indien niet duidelijk is wat de (overall) onzekerheid is, dienen alle hiervoor gespecificeerde waarden via de 'root-sum-square' methode bij elkaar opgeteld te worden:

$$U_{\text{basis}} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2)}$$

Voorbeeld (uit specificaties van een vloeistofmeter):

<i>Basis kalibratiecondities:</i>	water 20 – 30 °C, 2 – 4 bar
<i>Maximum measured error:</i>	± 0.10% (of reading)
<i>Zero point stability:</i>	3.5 kg/h
<i>Repeatability:</i>	± 0.05% (of reading)
<i>Process conditions:</i>	
<i>Q<sub>min</sub>:</i>	50 kg/min
<i>Q<sub>max</sub>:</i>	1000 kg/min

#### *Basis onzekerheid:*

*De basis onzekerheid is in dit geval opgebouwd uit de 'Maximum Measured Error', de invloed van 'Zero Point Stability' en die van 'Repeatability'. In dit geval is de 'Zero Point Stability' opgegeven als een absolute waarde, i.p.v. een percentage van 'reading'. De invloed hiervan is het grootst bij minimum flow, dus 50 kg/min, ofwel 3000 kg/h. De relatieve invloed is dus:  $100 * (3.5 / 3000) = 0.117\%$ .*

*De basis onzekerheid komt daarmee op:*

$$U_{\text{basis}} = \sqrt{(0.10^2 + 0.05^2 + 0.117^2)} = 0.16\%$$

#### b) Op basis van een kalibratiecertificaat

De kern van elke kalibratieprocedure is de vergelijking van meetresultaten met een referentiestandaard, door bepaling van een kalibratiefunctie en meetonzekerheden. Typisch wordt op een kalibratiecertificaat gespecificeerd:

- de gevonden afwijkingen (E), én
- de overall onzekerheid met 95% betrouwbaarheidsinterval ( $U_{\text{kal}}$ ), of
- de Best/Calibration & Measurement Capability (hierna: CMC) van de kalibratiefaciliteit met de spreiding/standaarddeviatie ( $\sigma$ ) van de gevonden resultaten

Wanneer wordt gewerkt met kalibratiegegevens zijn er twee opties:

- er wordt gejusteerd of (automatisch) gecorrigeerd<sup>13</sup> voor de gevonden miswijzingen, of
- er wordt niet gejusteerd of gecorrigeerd

Dit levert in totaal vier opties voor bepaling van de basisonzekerheid, zoals hieronder aangegeven:

Informatie op certificaat	Justering	Basisonzekerheid $U_{basis}$
E en $U_{kal}$	Nee	$E + U_{kal}$
E en $U_{kal}$	Ja	$U_{kal}$
E en $CMC + \sigma$	Nee	$E + \sqrt{(CMC^2 + \{2 \sigma\}^2)}$
E en $CMC + \sigma$	Ja	$\sqrt{(CMC^2 + \{2 \sigma\}^2)}$

Indien niet wordt gejusteerd of gecorrigeerd, moet de grootste miswijzing (fout) gepresenteerd in het kalibratiecertificaat worden gebruikt in de betreffende formule.

### 3.2.2 *Additionele onzekerheden*

Als het goed is, bevatten zowel specificaties van de fabrikant als kalibratiecertificaten gegevens over de onzekerheid door toepassing van het instrument in de praktijk. Dit gaat om de additionele onzekerheden. Als u de basisonzekerheid betreft van een kalibratiecertificaat, kunt u in plaats van het verrekenen van de hieronder bij a) en b) beschreven additionele onzekerheden door afwijkende toepassing en als gevolg van tijd ook vervangen door één 'conservatieve aanpassingscoëfficiënt' die alle additionele onzekerheden als het ware vervangt. In dat geval vermenigvuldigt u de basisonzekerheid met een factor 2 om de totale onzekerheid van het meetinstrument vast te stellen. Als u daarvan geen gebruik kunt/wilt maken, zult u rekening moeten houden met:

#### a) *Onzekerheid door afwijkende toepassing*

Er bestaan grote variaties in de proces- en omgevingscondities waarin meetinstrumenten worden toegepast. Om die reden zijn specificaties meestal opgebouwd uit een karakterisering onder normaalcondities, plus eventuele additionele effecten bij afwijking daarvan. Om de onzekerheid van een meetinstrument in het kader van ETS te bepalen, moet ook met de additionele onzekerheid als gevolg van toepassing buiten de specificaties rekening worden gehouden. Deze dient u dus ook te bepalen.

<sup>13</sup> Ook wel linearisatie genoemd.

*Voorbeeld:*

*De basis onzekerheid (zie 3.2.1) is vastgesteld bij 20 °C en atmosferische druk en het meetinstrument wordt toegepast bij 50 °C en 10 bar overdruk. Volgens specificatie is het additionele temperatuureffect 0.01% per °C en het druk-effect 0.005% per bar.*

*Dan is uit te rekenen wat de additionele onzekerheid is van het gebruik bij deze afwijkende omstandigheden:*

*Temperatuureffect:  $30 * 0.01 = 0.3\%$*

*Drukeffect:  $10 * 0.0075 = 0.075\%$*

*Middels de 'root-sum-square' berekening wordt de totale additionele onzekerheid door afwijkende toepassing dan:*

$$U_{\text{additioneel}} = \sqrt{(0.3^2 + 0.075^2)} = 0.31\%$$

### b) *Onzekerheid als gevolg van tijd*

Naast additionele onzekerheid voor afwijkende toepassing, moet ook rekening gehouden worden met de factor tijd, omdat het verstrijken van de tijd het in toenemende mate onzeker maakt of een meetinstrument zijn oorspronkelijke eigenschappen heeft behouden. Indien gespecificeerd, kan m.b.v. de lange termijn stabiliteit (long term stability) de toename van de onzekerheid in de tijd worden berekend; deze onzekerheid moet mee worden genomen in de totale onzekerheid van het meetinstrument in gebruik (zie 3.2.3). Hiermee moet rekening worden gehouden vanaf het moment van levering van het meetinstrument of vanaf de laatste kalibratie.

Echter, niet alle fabrikanten specificeren een waarde voor lange termijn stabiliteit. De mate waarin de onzekerheid toeneemt wordt door een groot aantal factoren bepaald, zoals de applicatie, de (proces)omstandigheden, het meetprincipe, etc. Het doen van een reële schatting op dit gebied is doorgaans een kwestie van ervaring. Indien hiervoor geen waarde wordt gespecificeerd, dient voor dit onderdeel hoofdstuk 4 of 5 gevolgd te worden.

### **3.2.3 Bepaling totale onzekerheid**

De totale onzekerheid van het meetinstrument moet via de 'root-sum-square' berekening worden bepaald op basis van de basisonzekerheid (3.2.1,  $U_1$ ) en additionele onzekerheden als gevolg van afwijkende toepassing (3.2.2 a,  $U_2$ ) en lange termijn stabiliteit (3.2.2 b,  $U_3$ ):

$$U_{\text{meetinstrument}} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)}$$

Als u gebruik maakt van de conservatieve aanpassingscoëfficiënt bij gebruik van een kalibratiecertificaat, wordt de totale onzekerheid berekend door  $U_1$  met deze factor (2) te vermenigvuldigen.

Bij gasmeters moet vervolgens nog rekening worden gehouden met de onzekerheid in druk- en temperatuurmeting. De onzekerheid hiervan moet op vergelijkbare wijze worden bepaald als de onzekerheid voor de flowmeter zoals beschreven in dit hoofdstuk (specificaties, kalibratie). Vervolgens berekent u de onzekerheid voor p/T-meting:

$$U_{p/T} = \sqrt{(U_p^2 + U_T^2)}$$

Voor de onzekerheid van de hoeveelheidsbepaling bij gasmeters worden vervolgens ook  $U_{\text{meetinstrument}}$  en  $U_{p/T}$  via de 'root sum square' methode verrekend:

$$U_{\text{hoeveelheidsbepaling}} = \sqrt{(U_{\text{meetinstrument}}^2 + U_{p/T}^2)}$$

Indien de totale hoeveelheidsbepaling van de source stream wordt bepaald op basis van meerdere hoeveelheidsbepalingen (deelmetingen), moet ten slotte de algemene formule uit de introductie worden gebruikt voor het bepalen van de totale onzekerheid.

Indien met deze uitkomst niet wordt voldaan aan de vereiste tier, is een aantal opties te overwegen. Te denken valt aan het uitvoeren van een nieuwe kalibratie, gevolgd door justering of aanpassingen aan het meetinstrument zelf.

### 3.3 Bewijsstukken

Als de hoeveelheidsbepaling van uw source stream kan worden gebaseerd op de in dit hoofdstuk beschreven manier, de verkorte onzekerheidsanalyse, moet u dit als volgt verwerken in uw monitoringsplan en/of referentiedocument.

#### *Monitoringsplan*

In het monitoringsplan geeft u in sectie 8e de betreffende onzekerheid op, zoals bepaald in lijn met hoofdstuk 3.2.

Indien van toepassing moet u in sectie 8a aangeven of u met het meetinstrument dat niet onder uw eigen beheer valt, minstens aan dezelfde tier kan worden voldaan als eventuele meetinstrumenten die wel in uw beheer zijn. U kunt deze vraag altijd bevestigend beantwoorden als u met de meetinstrumenten in extern beheer aan de hoogste tier (tier 4) voldoet, of wanneer u helemaal geen meetinstrumenten in eigen beheer heeft waarmee u de hoeveelheid van de source stream kunt bepalen. In andere situaties zult u in het Referentiedocument een motivatie moeten opnemen voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer (zie hieronder).

#### *Referentiedocument*

In het referentiedocument beschrijft u:

- Welke bronnen voor de basisonzekerheid en additionele onzekerheden u heeft gebruikt (specificaties van de leverancier, kalibratie);

- Indien van toepassing, welke bronnen zijn gebruikt voor onzekerheden in p/T-metingen
- De locatie/het systeem waar deze bronnen te vinden zijn;
- Of uw meetinstrument is geïnstalleerd conform de specificaties van de fabrikant/leverancier;
- Alle berekeningen die ten grondslag liggen aan de totale onzekerheid zoals opgegeven in het monitoringsplan, rekening houdend met additionele onzekerheden en eventueel gebruik van meerdere meters;
- Indien van toepassing, een motivatie voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer i.p.v. meetinstrumenten onder intern beheer. Hieruit moet blijken dat met gebruik van externe meetinstrumenten minstens aan dezelfde tier wordt voldaan als wanneer interne instrumenten worden gebruikt, dat dit betrouwbaarder resultaten oplevert en dat dit leidt tot minder controlerisico's;
- Indien van toepassing, de externe (onafhankelijke) experts waarvan u gebruik heeft gemaakt voor het bepalen van additionele onzekerheden die niet zijn afgeleid uit specificaties of certificaten.

#### *Overige*

De NEa kan tijdens inspecties controleren of de betreffende specificaties en/of kalibratiecertificaten aanwezig zijn op de opgegeven locatie en of de juiste waarden daaruit zijn meegenomen in de berekening.

Ook zult u jaarlijks en na iedere kalibratie moeten controleren of de onzekerheid volgens de door u gekozen benadering nog steeds voldoet aan de vereiste tier. Dit is met name relevant als er nieuwe kalibratiegegevens beschikbaar zijn, of er andere veranderingen hebben plaatsgevonden die effect hebben op de basisonzekerheid en/of additionele onzekerheden. Als blijkt dat er sprake is van verandering van de behaalde tier, dient u contact op te nemen met de NEa over de te volgen stappen.

## 4 GENORMALISEERDE OF GESTANDAARDISEERDE ONZEKERHEIDSANALYSE

Dit hoofdstuk gaat in op onzekerheidsanalyses op grond van vastgestelde normen en standaarden (4.1), de onzekerheden die daaruit voortvloeien (4.2) en de bewijsstukken die u aan de NEa moet kunnen overleggen (4.3).

### 4.1 Normen en standaarden voor onzekerheidsbepaling

Standaardeninstituten zoals ISO, CEN, NEN, API en AGA geven o.a. (inter)nationaal erkende normen of standaarden uit, die in sommige gevallen voorschrijven hoe onzekerheidsanalyses op bepaalde meetinstrumenten en toepassingen uitgevoerd moeten of kunnen worden.

Een onzekerheidsanalyse opgesteld door een (geaccrediteerd) expert wordt uiteraard geaccepteerd.

Geaccepteerde normen of standaarden:

- zijn uitgegeven door: ISO, CEN, NEN, API of AGA
- zijn gepubliceerd en definitief
- zijn relevant voor zowel het meetinstrument, als diens toepassing
- bevatten instructies over het uitvoeren van een onzekerheidsanalyse

Uit de eerste delen van een norm of standaard blijkt meestal al of deze "de lading dekt". Het gaat met name om de scope en definities en eventueel de inhoudsopgave.

Voorbeelden van acceptabele normen, zonder andere uit te sluiten, zijn:

Norm/standaard	Verkorte titel	Betreft
ISO 5167	Flow measurement by differential pressure devices	Verschildruk meters, waaronder orifice plates en venturi's
ISO 5168	Procedures for uncertainty calculation	Diverse meetprincipes
ISO 7507	Tank calibration	Diverse vormen van opslagtanks, inclusief staande en liggende cilinders met diverse kalibratiemethodes
ISO 17089	Ultrasonic gasmeters	
ISO 10790	Coriolismeters	

## 4.2 Onzekerheden

Afhankelijk van de toegepaste norm of standaard en het betreffende meetprincipe kunnen onzekerheidsanalyses verschillen van opzet. Buiten het verplicht volgen van de norm of standaard is daarom niet in algemene bewoordingen aan te geven hoe deze moet worden uitgevoerd.

Na het volgen van de genormaliseerde methode voor bepaling van de meetonzekerheid, is het mogelijk dat de onzekerheid hoger uitkomt dan de vereiste tier. In dat geval resteert een tweetal opties:

- Uitvoeren van een kalibratie (zie hoofdstuk 3.1 en 3.2)
- Aanpassingen doorvoeren aan het meetinstrument of meetsysteem

## 4.3 Bewijsstukken

Als de hoeveelheidsbepaling van uw source stream kan worden gebaseerd op de in dit hoofdstuk beschreven manier, met behulp van een genormaliseerde of gestandaardiseerde methode, moet u dit als volgt verwerken in uw monitoringsplan en/of referentiedocument.

### *Monitoringsplan*

In het monitoringsplan geeft u in sectie 8e de betreffende onzekerheid op, zoals bepaald in lijn met hoofdstuk 3.2.

Indien van toepassing moet u in sectie 8a aangeven of u met het meetinstrument dat niet onder uw eigen beheer valt, minstens aan dezelfde tier kan worden voldaan als eventuele meetinstrumenten die wel in uw beheer zijn. U kunt deze vraag altijd bevestigend beantwoorden als u met de meetinstrumenten in extern beheer aan de hoogste tier (tier 4) voldoet, of wanneer u helemaal geen meetinstrumenten in eigen beheer heeft waarmee u de hoeveelheid van de source stream kunt bepalen. In andere situaties zult u in het Referentiedocument een motivatie moeten opnemen voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer (zie hieronder).

### *Referentiedocument*

In het referentiedocument beschrijft u:

- Een referentie naar de toegepaste norm of standaard, inclusief een onderbouwing waarom deze van toepassing is;
- De berekening die ten grondslag ligt aan de totale onzekerheid zoals opgegeven in het monitoringsplan, uitgedrukt in een percentage van de gemeten waarde. De invloed van onzekerheden uitgedrukt als percentage van 'full scale' varieert met de omstandigheden en is derhalve niet afdoende; zie voor een rekenvoorbeeld 3.2.1 onder a;
- Een onderbouwing van de waarden van ingevulde parameters, bijvoorbeeld fabrikant specificaties, testen e.d.;
- Of het meetinstrument is ingebouwd volgens de specificaties van de fabrikant/leverancier;
- De locatie/het systeem waar deze bronnen te vinden zijn;

- Indien van toepassing, een motivatie voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer i.p.v. meetinstrumenten onder intern beheer. Hieruit moet blijken dat met gebruik van externe meetinstrumenten minstens aan dezelfde tier wordt voldaan als wanneer interne instrumenten worden gebruikt, dat dit betrouwbaarder resultaten oplevert en dat dit leidt tot minder controlerisico's;
- Indien van toepassing, de externe (onafhankelijke) experts waarvan u gebruik heeft gemaakt voor het bepalen van onzekerheden die niet zijn afgeleid uit specificaties of certificaten.

#### *Overige*

De NEa kan tijdens inspecties controleren of de betreffende norm of standaard terecht en correct is toegepast en of de berekening van de onzekerheid op juiste wijze is uitgevoerd.

Ook zult u jaarlijks en na iedere kalibratie moeten controleren of de onzekerheid volgens de door u gekozen benadering nog steeds voldoet aan de vereiste tier. Dit is met name relevant als er nieuwe kalibratiegegevens beschikbaar zijn, of er andere veranderingen hebben plaatsgevonden die effect hebben op de basisonzekerheid en/of additionele onzekerheden. Als blijkt dat er sprake is van verandering van de behaalde tier, dient u contact op te nemen met de NEa over de te volgen stappen.

## 5 UITGEBREIDE ONZEKERHEIDSANALYSE

Dit hoofdstuk gaat in op de bepaling van de onzekerheid van meetinstrumenten op basis van de uitgebreide onzekerheidsanalyse (5.1), de onzekerheden die daaruit voortvloeien (5.2) en de bewijsstukken die u aan de NEa moet kunnen overleggen (5.3).

### 5.1 Uitgebreide onzekerheidsanalyse

U zult een uitgebreide onzekerheidsanalyse moeten uitvoeren als geen van de benaderingen uit de voorgaande hoofdstukken toegepast kunnen worden, of als u de andere benaderingen niet wilt volgen, omdat u daarmee niet kunt aantonen dat de hoeveelheidsbepaling aan de vereiste tier voldoet. De uitgebreide analyse is met name relevant voor meetinstrumenten waarvoor u niet op basis van metrologische wetgeving of vastgestelde normen/standaarden kunt achterhalen welke onzekerheid u kunt hanteren voor ETS, en waarvoor u ook geen (basis)onzekerheid kunt hanteren uit specificaties van de fabrikant of kalibratiecertificaten.

Het is raadzaam ook bij de uitgebreide onzekerheidsanalyse zoveel mogelijk uit te gaan van de informatie die u wel kunt afleiden uit de overige benaderingen. In vergelijking met de verkorte analyse, is deze benadering niet uitsluitend gebaseerd op documentatie, maar ook (deels) op expertise. Het inschakelen van een (geaccrediteerde) expert is daarom onvermijdelijk.

Hieronder staat een tweetal voorbeelden die aangeven wanneer een uitgebreide onzekerheidsanalyse noodzakelijk kan zijn.

*Voorbeeld 1:*

*De fabrikant van het meetinstrument specificeert geen long term stability, de meest recente kalibratiegegevens zijn 5 jaar oud en het betreft een mechanische vloeistofmeter toegepast op grof gefilterde, zware stookolie. Een claim van 0.01% per jaar is hier niet realistisch, maar afhankelijk van het meetprincipe en -type zou 2% over 5 jaar dat wel kunnen zijn.*

*Voorbeeld 2:*

*De fabrikant specificeert weliswaar dat zijn meetinstrument toegepast kan worden bij 60°C, maar kwantificeert de temperatuurinvloed maar tot 40°C. Daarmee is niet middels documentatie aantoonbaar wat de invloed van de resterende 20°C is, maar een deskundige kan mogelijk wel inschatten dat de invloed niet groter zal zijn dan het dubbele van de invloed bij lagere temperaturen.*

## 5.2 Onzekerheden

Gezien de grote variatie in meetinstrumenten en procescondities die mogelijk is, is het onmogelijk één uniforme benadering te beschrijven waaraan een uitgebreide onzekerheidsanalyse in alle gevallen moet voldoen. Wel geldt dat, net als voor de verkorte analyse, een aantal stappen ten minste moet worden doorlopen.

### 5.2.1 Bepalen basisonzekerheid

De eerste stap in deze benadering is het vaststellen van de basisonzekerheid: de onzekerheid onder ideale/basis condities. Hiervoor zijn twee voor de hand liggende bronnen: specificaties van de fabrikant of het meest recente kalibratiecertificaat (zie hoofdstuk 3.2). Vermoedelijk beschikt u, vanwege uw keuze voor de uitgebreide analyse, niet over deze benodigde gegevens, of voldoet u daarmee niet aan de vereiste tier. U kunt daarom ook op een andere wijze de basisonzekerheid vaststellen, door hiervoor een (geaccrediteerde) expert in te schakelen.

### 5.2.2 Additionele onzekerheden

Ook voor additionele onzekerheden als gevolg van het gebruik van het instrument, kunt of wilt u wellicht niet volledig gebruik maken van de beschikbare gegevens uit specificaties en kalibratiecertificaten, of de conservatieve aanpassingscoëfficiënt (zie hoofdstuk 3.2.2). Uiteraard zijn er zeer veel aspecten te bedenken die invloed hebben op de onzekerheid van een meetinstrument. Het is met het oog op onzekerheidsanalyse voor ETS zaak om hier waar mogelijk pragmatisch mee om te gaan en te focussen op de meest relevante parameters die van invloed zijn. Zonder andere bronnen van onzekerheid uit te sluiten, kunnen de volgende zaken leiden tot invloeden op de meettechnische eigenschappen van meetinstrumenten:

- Toepassing buiten het werkgebied
- Omgevingscondities zoals wind, trillingen, vochtigheid, etc.
- Toepassing op andere media (bijvoorbeeld corrosief)

Mogelijk is op grond van artikelen in vakbladen e.d. de invloed hiervan te kwantificeren, maar expertise zal een belangrijke rol spelen in deze stap. Overigens kan ook het uitvoeren van een kalibratie waarbij alle condities gelijk zijn aan bedrijfscondities, gevolgd door justering, ter plaatse van de opstelling uitkomst bieden.

### 5.2.3 Bepaling totale onzekerheid

De totale onzekerheid van het meetinstrument moet via de 'root-sum-square' berekening worden bepaald op basis van de basisonzekerheid en additionele onzekerheden als gevolg van afwijkende toepassing, lange termijn stabiliteit en alle overige onzekerheden:

$$U_{\text{meetinstrument}} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_n^2)}$$

Bij gasmeters moet u uiteraard ook nog rekening houden met de onzekerheid in druk- en temperatuurmeting ( $U_{p/T} = \sqrt{(U_p^2 + U_T^2)}$ ). Voor de onzekerheid van de hoeveelheidsbepaling bij gasmeters worden vervolgens ook  $U_{\text{meetinstrument}}$  en  $U_{p/T}$  via de 'root sum square' methode verrekend:

$$U_{\text{hoeveelheidsbepaling}} = \sqrt{(U_{\text{meetinstrument}}^2 + U_{p/T}^2)}$$

Indien de totale hoeveelheidsbepaling van de source stream wordt bepaald op basis van meerdere hoeveelheidsbepalingen (deelmetingen), moet ten slotte de algemene formule uit de introductie worden gebruikt voor het bepalen van de totale onzekerheid.

Indien met de uitkomst niet wordt voldaan aan de vereiste tier, is een aantal opties te overwegen. Te denken valt aan het uitvoeren van een nieuwe kalibratie, gevolgd door justering of aanpassingen aan het meetinstrument zelf. Ook zouden metingen op andere plaatsen in het proces kunnen worden toegevoegd.

### 5.3 Bewijsstukken

Als de hoeveelheidsbepaling van uw source stream kan worden gebaseerd op de in dit hoofdstuk beschreven manier, de uitgebreide onzekerheidsanalyse, moet u dit als volgt verwerken in uw monitoringsplan en/of referentiedocument.

#### *Monitoringsplan*

In het monitoringsplan geeft u in sectie 8e de betreffende onzekerheid op, zoals bepaald in lijn met hoofdstuk 3.2.

Indien van toepassing moet u in sectie 8a aangeven of u met het meetinstrument dat niet onder uw eigen beheer valt, minstens aan dezelfde tier kan worden voldaan als eventuele meetinstrumenten die wel in uw beheer zijn. U kunt deze vraag altijd bevestigend beantwoorden als u met de meetinstrumenten in extern beheer aan de hoogste tier (tier 4) voldoet, of wanneer u helemaal geen meetinstrumenten in eigen beheer heeft waarmee u de hoeveelheid van de source stream kunt bepalen. In andere situaties zult u in het Referentiedocument een motivatie moeten opnemen voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer (zie hieronder).

#### *Referentiedocument*

In het referentiedocument beschrijft u:

- Welke bronnen voor de basisonzekerheid en additionele onzekerheden u heeft gebruikt (specificaties van de leverancier, kalibratie, expert);
- Waarom u bepaalde additionele onzekerheden wel/niet meeneemt in de bepaling;

- Indien van toepassing, welke bronnen zijn gebruikt voor onzekerheden in p/T-metingen;
- De locatie/het systeem waar deze bronnen te vinden zijn;
- Of uw meetinstrument is geïnstalleerd conform de specificaties van de fabrikant/leverancier;
- Alle berekeningen die ten grondslag liggen aan de totale onzekerheid zoals opgegeven in het monitoringsplan, rekening houdend met additionele onzekerheden en eventueel gebruik van meerdere meters;
- Indien van toepassing, een motivatie voor het gebruik van de meetinstrumenten onder extern beheer i.p.v. meetinstrumenten onder intern beheer. Hieruit moet blijken dat met gebruik van externe meetinstrumenten minstens aan dezelfde tier wordt voldaan als wanneer interne instrumenten worden gebruikt, dat dit betrouwbaarder resultaten oplevert en dat dit leidt tot minder controlerisico's;
- De externe (onafhankelijke) experts waarvan u gebruik heeft gemaakt voor het bepalen van onzekerheden die niet zijn afgeleid uit specificaties of certificaten.

#### *Overige*

De NEa kan tijdens inspecties controleren of de betreffende specificaties en/of kalibratiecertificaten aanwezig zijn op de opgegeven locatie en of de juiste waarden daaruit zijn meegenomen in de berekening.

Ook zult u jaarlijks en na iedere kalibratie moeten controleren of de onzekerheid volgens de door u gekozen benadering nog steeds voldoet aan de vereiste tier. Dit is met name relevant als er nieuwe kalibratiegegevens beschikbaar zijn, of er andere veranderingen hebben plaatsgevonden die effect hebben op de basisonzekerheid en/of additionele onzekerheden. Als blijkt dat er sprake is van verandering van de behaalde tier, dient u contact op te nemen met de NEa over de te volgen stappen.

## 6 STANDAARDONZEKERHEDEN

In uitzonderlijke gevallen kunt u, als alternatief voor de uitgebreide onzekerheidsanalyse (hoofdstuk 5), gebruik maken van standaardonzekerheden.

### 6.1 Voorwaarden gebruik standaardonzekerheden

Het gebruik van standaardmeetonzekerheden voor veelvoorkomende meetprincipes sluit aan op het Infoblad voor de periode 2008-2012 (zie de introductie). Deze benadering kan alleen worden gekozen als benadering 1 t/m 4 niet mogelijk zijn. Als er specificaties van het instrument of normen/standaarden beschikbaar zijn op basis waarvan de onzekerheid van het meetinstrument kan worden bepaald, dan moet u daarvan gebruik maken.

Bovendien geldt dat, om de standaardonzekerheid te mogen hanteren voor uw meetinstrument, aan de voorwaarden moet worden voldaan die bij het betreffende meetprincipe worden genoemd. Dit betekent ook dat u elke 5 à 10 jaar een kalibratie moet laten uitvoeren, waardoor u op dat moment beschikt over specificaties van het instrument op basis waarvan benadering 3 of 5 mogelijk wordt.

### 6.2 Onzekerheden

Rotormeter
<p>Medium: gas</p> <p>Relevante norm: NEN-EN 12480:2002/A1:2006</p> <p>Onzekerheid bij 0 – 20% van maximaal meetbereik: 3% Onzekerheid bij 20 – 100% van maximaal meetbereik: 1,5%</p> <p>Voorwaarden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ eens per 10 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig</li> <li>✓ jaarlijkse inspectie van het olieniveau van de carter</li> <li>✓ filter toepassen bij verontreinigd gas</li> <li>✓ levensduur 25 jaar</li> </ul>
<p>Medium: vloeistof</p> <p>Onzekerheid bij 5 – 100% van maximaal meetbereik: 0,3%</p> <p>Voorwaarden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ eens per 5 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig (of eerder als een debiet van 3500 uur * maximale bereik van de meter door de meter is gestroomd)</li> <li>✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe</li> <li>✓ levensduur 25 jaar</li> </ul>

### **Turbinemeter**

Medium: gas

Relevante norm: NEN-EN 12261:2002/A1:2006

Onzekerheid bij 0 – 20% van maximaal meetbereik: 3%

Onzekerheid bij 20 – 100% van maximaal meetbereik: 1,5%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 5 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ jaarlijkse visuele inspectie
- ✓ eens per 3 maanden lagersmering (niet bij permanent gesmeerde lagering)
- ✓ filter toepassen bij verontreinigd gas
- ✓ geen pulserende gasstroom
- ✓ levensduur 25 jaar
- ✓ geen overbelasting langer dan 30 min. > 120% van maximaal meetbereik

Medium: vloeistof

Onzekerheid bij 10 – 100% van maximaal meetbereik: 0,5%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 5 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ eens per 3 maanden lagersmering (niet bij permanent gesmeerde lagering)
- ✓ filter toepassen bij verontreinigde vloeistof
- ✓ levensduur 25 jaar
- ✓ geen overbelasting langer dan 30 min. > 120% maximaal meetbereik

### Balgenmeter

Medium: gas

Relevante norm: NEN-EN 1359:1998/A1:2006

Onzekerheid bij 0 – 20% van maximaal meetbereik: 7,5%

Onzekerheid bij 20 – 100% van maximaal meetbereik: 4,5%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 10 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 25 jaar

### Orificemeter

Media: gas en vloeistof

Relevante norm: ISO 5167

Onzekerheid bij 20 – 100% van maximaal meetbereik: 3%

Voorwaarden:

- ✓ jaarlijkse kalibratie drukmeter
- ✓ eens per 5 jaar kalibratie van de meter
- ✓ jaarlijkse inspectie op slijtage orifice en vervuiling
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 30 jaar
- ✓ geen corrosieve gassen en vloeistoffen

Richtlijnen voor inbouw: minimaal 50D vrije aanstroamlengte voor de orifice en 25D na de orifice; glad oppervlak van de binnenwand

### Venturimeter

Media: gas en vloeistof

Relevante norm: ISO 5167

Gas: Onzekerheid bij 20 – 100% van maximaal meetbereik: 2%

Vloeistof: Onzekerheid bij 20-100% van maximaal meetbereik: 1,5%

Voorwaarden:

- ✓ jaarlijkse kalibratie drukmeter
- ✓ eens per 5 jaar kalibratie van de hele meter
- ✓ jaarlijkse visuele inspectie
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 30 jaar
- ✓ geen corrosieve gassen en vloeistoffen

### Ultrasoonmeter

Media: gas en vloeistof

Relevante norm: ISO 17089-1:20120

Gas: Onzekerheid bij 1 – 100% van maximaal meetbereik: 2%

Gas (clamp on): Onzekerheid bij 1 - 100% van maximaal meetbereik: 4%

Vloeistof: Onzekerheid bij 1-100% van maximaal meetbereik: 3%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 5 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ jaarlijkse inspectie contact transducer met buiswand; bij onvoldoende contact, vervangen contactmateriaal volgens specificaties fabrikant
- ✓ jaarlijkse inspectie van de wand op corrosie
- ✓ jaarlijkse inspectie transducers
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 15 jaar
- ✓ geen storende frequenties
- ✓ samenstelling medium is bekend

Richtlijnen voor inbouw: minimaal 10D vrije aanstroamlengte voor de meter en 5D erna

### Vortexmeter

Medium: gas en vloeistof:

Gas: Onzekerheid bij 10 – 100% van maximaal meetbereik: 2,5%

Vloeistof: Gas: Onzekerheid bij 10 – 100% van maximaal meetbereik: 2%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 5 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ jaarlijkse inspectie sensoren
- ✓ jaarlijkse inspectie bluff body
- ✓ jaarlijkse inspectie van de wand op corrosie
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 10 jaar
- ✓ trillingsvrije opstelling
- ✓ voorkomen drukstoten (en gasbellen bij vloeistof)

Richtlijnen voor inbouw: minimaal 15D vrije aanstroamlengte voor de meter en 5D erna

### Coriolismeter

Medium: gas en vloeistof

Gas: Onzekerheid bij 10 – 100% van maximaal meetbereik: 1,5%

Vloeistof: Onzekerheid bij 10 - 100% van maximaal meetbereik: 1%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 3 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ stressvrije installatie
- ✓ maandelijkse controle van de nulpuntinstelling
- ✓ jaarlijkse inspectie op corrosie en slijtage
- ✓ jaarlijkse check van de sensoren en transmitters
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 10 jaar

### Ovaalradmeter

Medium: vloeistof

Onzekerheid bij 5 – 100% van maximaal meetbereik: 1%

Voorwaarden:

- ✓ visceuze vloeistoffen (oliën): eens per 5 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ dunne vloeistoffen: eens per 2 jaar reinigen, herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ jaarlijkse inspectie op slijtage
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 30 jaar

### Elektronisch Volume Herleidings Instrument (EVHI)

Medium: gas

Relevante norm: NEN-EN 12405-1:2005/A1:2006

Onzekerheid bij 0,95 – 11 bar en -10 – 40°C: 1%

Voorwaarden:

- ✓ eens per 4 jaar herkalibratie en justering indien nodig
- ✓ batterijen vervangen (frequentie afhankelijk van instructie fabrikant)
- ✓ jaarlijks onderhoud volgens instructies fabrikant/algemene instructies meetprincipe
- ✓ levensduur 10 jaar

## 6.3 Bewijsstukken

Als de hoeveelheidsbepaling van uw source stream kan worden gebaseerd op de in dit hoofdstuk beschreven manier, met standaardonzekerheden, moet u dit als volgt verwerken in uw monitoringsplan en/of referentiedocument.

### *Monitoringsplan*

In het monitoringsplan geeft u in sectie 8e de betreffende onzekerheid op, zoals bepaald in lijn met hoofdstuk 6.2.

### *Referentiedocument*

In het referentiedocument beschrijft u:

- ✓ Waarom de overige benaderingen (1 t/m 4) niet mogelijk zijn;
- ✓ Dat u voldoet aan de voorwaarden zoals beschreven bij het betreffende meetprincipe, inclusief de range van het maximale meetbereik;
- ✓ Alle berekeningen die ten grondslag liggen aan de totale onzekerheid zoals opgegeven in het monitoringsplan, rekening houdend met additionele onzekerheden en eventueel gebruik van meerdere meters;



— Nederlandse Emissieautoriteit  
— Dutch Emissions Authority

### *Overige*

De NEa kan tijdens inspecties controleren of aan de gestelde voorwaarden wordt voldaan. Ook zult u volgens de hierboven opgegeven kalibratiefrequentie uw meetinstrument moeten kalibreren en justeren. Na de kalibratie beschikt u over specifiekere gegevens met betrekking tot de onzekerheid van het instrument en kunt u op basis van benadering 3 (of 5) een betrouwbaardere onzekerheidsanalyse uitvoeren.

## BIJLAGE I: SYMBOLEN, AFKORTINGEN EN DEFINITIES

AWI	:	Automatisch weeginstrument (bandweger)
c	:	Wegingsfactor
E	:	Miswijzing (Error / Deviation)
MID	:	Measuring Instruments Directive (Meetinstrumenten Richtlijn)
MRV	:	Monitoring en Rapportage Verordening
n	:	Aantal, geheel positief getal van 1 of groter
NAWI	:	Niet-automatisch weeginstrument
Q	:	Debiet (flowrate)
Q <sub>max</sub>	:	Maximum debiet
Q <sub>min</sub>	:	Minimum debiet
σ	:	Standaarddeviatie
U	:	Onzekerheid (uncertainty)

### Veel gebruikte termen en definities

Onderstaand een vereenvoudigde uitleg van veel gebruikte termen.

NB: in de praktijk worden niet alle termen en definities even consequent gehanteerd en zijn deze soms zelfs in tegenspraak met internationale afspraken op dit gebied.

Onzekerheid: De range waarin de "echte waarde" ligt van de gemeten waarde, met een betrouwbaarheidsniveau van 95% en uitgedrukt in percentage van 'gemeten waarde'. Het gaat hierbij om de combinatie van juistheid en precisie.

Nauwkeurigheid/juistheid/miswijzing: Verschil tussen de gemeten waarde en de "echte waarde".

Repeatability / herhaalbaarheid: Spreiding tussen meetresultaten behaald onder dezelfde omstandigheden.

Lineariteit: Grootste verschil in miswijzing over het complete meetbereik.

Zero-point Stability / nulpuntstabiliteit: De marge van meetresultaten bij de nulwaarde van de ingestelde / gemeten waarde. NB: de invloed hiervan op de afgelezen waarde neemt af bij hogere waarden (zie voorbeeld paragraaf 3.2.1).

Kalibratie: Vaststellen van de miswijzing ten opzichte van de "echte waarde".

Justeren: Na kalibratie, bijstellen van een meetinstrument naar een waarde (zo) dicht (mogelijk) bij nul.

## BIJLAGE II: VOORBEELD 'ONZEKERHEID VAN VOORRAADBEPALING'

NB: de onzekerheid met betrekking tot voorraadwijzigingen hoeft alleen te worden meegenomen in de onzekerheidsanalyse van de source stream, als de opslagcapaciteit groot genoeg is om minstens 5 % van de jaarlijks gebruikte hoeveelheid brandstof of materiaal op te slaan.

Het jaarlijks dieselverbruik wordt berekend op basis van alle leveringen per tankwagen. De tanks zijn uitgerust met een meetinstrument dat valt onder metrologische wetgeving en hebben een onzekerheid van 0,5 %. Elke truck kan 25.000 liter diesel leveren. Het bedrijf verwacht jaarlijks 30 leveringen (750.000 liter).

Binnen het bedrijf bevindt zich een opslagtank met een doorsnee van 8m<sup>2</sup> en een opslagcapaciteit van 40.000 liter. Dit betekent een capaciteit waarin 40.000/750.000 = 5,3 % van de jaarlijks te verbruiken hoeveelheid kan worden opgeslagen, waardoor er rekening mee moet worden gehouden in de onzekerheidsanalyse. De onzekerheid van de peilmeter is 2,5 % van de capaciteit.

De hoeveelheid verbruikte diesel wordt berekend op basis van de formule uit paragraaf 3.5.2 van de Leidraad Monitoring EU-ETS 2013-2020.

$$Verbruik_{periode} = Inkoop_{periode} + (Voorraad_{begin} - Voorraad_{eind}) - Afvoer_{periode}$$

Omdat de hoeveelheid ingekochte diesel niet met één meting wordt bepaald, maar met 30 leveringen, bestaat Inkoop<sub>periode</sub> eigenlijk uit Inkoop<sub>1</sub> t/m Inkoop<sub>30</sub>.

In de veronderstelling dat er geen afvoer (export) van diesel plaatsvindt, kan de onzekerheid worden berekend:

$$U_{hoev.bepaling\ diesel} = \frac{\sqrt{(U_{voorraad,begin})^2 + (U_{voorraad,eind})^2 + (U_{Inkoop1})^2 + \dots + (U_{Inkoop30})^2}}{|Voorraad_{begin} - Voorraad_{eind} + Inkoop_1 + \dots + Inkoop_{30}|}$$

Hierin is  $U_{source\ stream\ diesel}$  de totale relatieve onzekerheid in het jaarlijks verbruik van diesel, en zijn de overige onzekerheden uitgedrukte als absolute onzekerheden.

Het verschil tussen Voorraad<sub>begin</sub> en Voorraad<sub>eind</sub> (het voorraadverschil op 1 januari van jaar x ten opzichte van 1 januari van jaar x+1) kan niet worden voorspeld, en mag voor de berekening op 0 worden gesteld:

$$U_{hoev.bepaling\ diesel} = \frac{\sqrt{2 * (U_{voorraad})^2 + n * (U_{inkoop})^2}}{Inkoop}$$

Ingevuld betekent dit:

$$U_{hoev.bepaling\ diesel} = \frac{\sqrt{2 * (40.000 * 2,5\%)^2 + 30 * (25.000 * 0,5\%)^2}}{750.000} = 0,21\%$$

Omdat het dieselverbruik moet worden uitgedrukt in tonnen in plaats van liters, moet nog rekening worden gehouden met de dichtheid van gasolie. De onzekerheid van dichtheidsbepaling (o.b.v. representatieve monsters) bedraagt 3 %.

Via de root-sum-square benadering kan de onzekerheid worden vastgesteld op  $U_{hoeveelheidsbepaling\ diesel} = \sqrt{0,21^2 + 3^2} = 3,007\%$ . Hieruit blijkt dat de totale onzekerheid met name negatief wordt beïnvloed door onzekerheid in de dichtheidsbepaling en het bedrijf zal moeten werken aan een lagere onzekerheid om de hoogste tier te halen.