

KW3 B.V.

Rapport nummer: 20150122R01

Veolia B.V.

T.a.v. [REDACTED]

Relatie nummer.: 102706

AST-meting meting aan het PEMS onder deellastbedrijf van WKC installatie van Veolia “De Kleef” te Arnhem

SAMENVATTING

Op 1 december 2015 heeft KW3 B.V., emissiemetingen uitgevoerd aan de afgassen van de gasturbine-installatie van Veolia ook verder genoemd "WKC de Kleef", zoals deze is opgesteld op het bedrijfsterrein De Kleefse Waard te Arnhem.

Doel van het onderzoek is de controle van het PEMS (Predictive Emission Monitoring System) waarmee de uitstoot van NO_x wordt berekend. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de vigerende vergunning. Het verificatieonderzoek van de installatie is uitgevoerd conform de methode die in de norm NEN-EN 14181 wordt aangeduid als 'AST' (Annual Surveillance Test). Voor de PEMS-berekening van de WKC installatie zijn minimaal 5 vergelijkende metingen van tenminste 30 minuten onder normale bedrijfsomstandigheden uitgevoerd, verspreid per PEMS, over een werkdag. De uitkomsten van de emissiemetingen, vastgesteld met het SRM (Standard Reference Method) zijn vergeleken met de door het betreffende PEMS gegenereerde waarden.

Het meetsysteem van KW3 B.V. is de referentiemeting en wordt aangeduid met SRM (Standaard Referentie Methode). Het berekeningssysteem van Akzo Nobel Industrial Chemicals B.V. wordt aangeduid met AMS (Automatisch Meet Systeem).

In het voorliggende rapport worden de resultaten van het uitgevoerde onderzoek gepresenteerd.

Conclusies

QAL2 metingen WKC installatie onder vollast condities (2012).

Conform de QAL-2 methodiek is in het verleden een kalibratiecurve vastgesteld..

De kalibratiefunctie zoals opgesteld naar aanleiding van de parallelmetingen diende te worden toegevoegd/verwerkt in het berekeningssysteem (PEMS) van Veolia WKC de Kleef en is nogmaals weergegeven in tabel 0.1.

Tabel 0.1 Kalibratiefunctie PEMS WKC installatie onder vollast condities.

| PEMS installatie | Kalibratiefunctie | Vastgesteld in |
|---|----------------------|--|
| NO _x -uitstoot WKC onder vollast [g/GJ onder ISO condities] | $y = 1.053x - 3.895$ | 2012 (SGS Rapportnummer EZ/08/2548-12_rap |

AST metingen vergelijkende metingen WKC de Kleef

De geldigheid van de bovenstaande functie (verwerkt in het PEMS van Veolia, WKC de Kleef, dient jaarlijks te worden getoetst aan de eisen zoals die zijn gesteld in NEN-EN 14181. Bij het beoordelen van het meetsysteem volgens de AST-methodiek zijn tijdens voor de PEMS afwijkingen geconstateerd die groter zijn dan de toegestane afwijkingen. De kalibratiefunctie **voldoet niet** aan de gestelde eisen (kalibratiefunctie- geldigheidstoets en variabiliteitstoets) zoals deze worden vermeld in de NEN-EN 14181. Er is getoetst aan een emissiegrenskoncentratie van 72 g/GJ NO_x als NO₂ (= maximale daguitstoot van 65 g/GJ + 10%).

Tabel 0.2 Variabiliteitstest / Geldigheidstest kalibratiefunctie PEMS WKC de Kleef deellast met stoominjectie

| | |
|--|--|
| Installatie | |
| WKC de Kleef | Variabiliteit |
| S _D | 0.872 |
| 1,5σ _{0k_v} (at ELV) | 10.349 |
| | Voldoet aan variabiliteitstest? |
| S _D ≤ 1,5σ _{0k_v} (Variabiliteitstest) | Ja |
| D _{abs} | 14.757 |
| Test parameter | 7.936 |
| D _{abs} ≤ test parameter geldigheid kalibratiefunctie | Nee |

In onderstaande tabel zijn de gemeten waarden opgenomen zoals gemeten

Tabel 0.3 Resultaten NO_x-emissiemetingen

| Meting | Datum | Start [hh:mm] | Stop [hh:mm] | Gasverbruik GT [Nm ³ /h]* | Stoominjectie [kg/h] | NO _x SRM [g/GJ ISO] |
|--------|------------|------------------|-----------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 01-12-2015 | 17:00 | 18:00 | 6237 | 21.6 | 65.1 |
| 2 | 01-12-2015 | 18:00 | 19:00 | 6210 | 21.1 | 60.1 |
| 3 | 01-12-2015 | 19:00 | 20:00 | 6232 | 21.2 | 59.9 |
| 4 | 01-12-2015 | 20:00 | 21:00 | 6187 | 20.2 | 60.7 |
| 5 | 01-12-2015 | 21:00 | 22:00 | 6196 | 20.0 | 60.3 |
| 6 | 01-12-2015 | 22:00 | 23:00 | 6214 | 21.6 | 59.9 |
| 7 | 01-12-2015 | 23:00 | 00:00 | 6205 | 20.6 | 63.0 |

* De installatie wordt door veranderde bedrijfsomstandigheden niet meer onder vollast condities bedreven.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat onder de gemeten omstandigheden de installatie wel voldoet aan de in de vergunning opgenomen eis van 65 g/GJ onder ISO luchtcondities.

Verzendlijst

1. [REDACTED] van Veolia, WKC de Kleef Arnhem (Digitaal)
2. KW3 B.V. archief (1x)

Colofon

Project leider

Auteur

Controle rapportage en berekeningen

Betrokken meettechnici bij uitvoering

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

KW3 B.V.



Generatorstraat 13c
3903LH Veenendaal
Nederland



T: +31 (0) 318 3067 66
F: +31(0) 318 3067 67



info@kw3.nl



www.kw3.nl

INHOUDSOPGAVE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEIDING..... | 7 |
| 1.1 | Inleiding | 7 |
| 2 | installatie EN Toetsingskader | 8 |
| 2.1 | Installatie | 8 |
| 2.2 | Toetsingskader | 8 |
| 3 | Eisen voor de AST-metingen..... | 9 |
| 3.1 | Activiteitenbesluit / Bees A/ Activiteitenbesluit | 9 |
| 3.2 | Algemeen..... | 9 |
| 3.3 | Vergelijkende metingen AST | 9 |
| 3.4 | Audit van documentatie | 9 |
| 4 | GEBRUIKTE MEETAPPARATUUR | 10 |
| 4.1 | Continu meetsysteem KW3 B.V. | 10 |
| 4.2 | Het meetsysteem voor continue gasanalyse (SRM) | 10 |
| 4.3 | Bepaling temperaturen | 11 |
| 4.4 | Bepaling luchtvochtgehalte..... | 11 |
| 4.5 | Het registratiesysteem (SRM)..... | 11 |
| 4.6 | Accreditatie KW3 B.V. | 11 |
| 5 | MEETPROGRAMMA | 12 |
| 5.1 | Algemeen..... | 12 |
| 5.2 | Bepaling en samenstelling rookgas | 12 |
| 5.3 | Meetvlakbeoordeling | 12 |
| 5.4 | Bepaling rookgasdebiet..... | 12 |
| 5.5 | Bepaling stoominjectie | 13 |
| 5.6 | Berekeningen | 13 |
| 5.7 | Afwijkingen t.o.v. de normen..... | 13 |
| 5.8 | Berekeningen | 13 |
| 6 | MEET- EN BEREKENINGRESULTATEN | 14 |
| 6.1 | Meetresultaten | 14 |
| 7 | Accreditatie KW3 B.V. | 16 |
| 8 | BESCHOUWING MEETONZEKERHEID | 17 |
| 8.1 | Meetonzekerheid metingen KW3 B.V. | 17 |

| | |
|--|-----------|
| BIJLAGEN..... | 18 |
| Bijlage 1 Schematisch overzicht discontinu meetsysteem | 19 |
| Bijlage 2 Meet- en berekeningsresultaten AST metingen en toetsen | 20 |
| Bijlage 3 Meet- en berekeningsresultaten continu metingen | 22 |
| Bijlage 4 Kalibratie- driftsheet monitoren KW3 B.V. | 24 |
| Bijlage 5 Accreditatie certificaat KW3 B.V. | 26 |

1 INLEIDING

1.1 Inleiding

Op 1 december 2015 heeft KW3 B.V., emissiemetingen uitgevoerd aan de afgassen van de gasturbine-installatie van Veolia verder ook genoemd "WKC de Kleef", zoals deze is opgesteld op het bedrijfsterrein De Kleefse Waard te Arnhem.

Doel van het onderzoek is de controle van het PEMS (Predictive Emission Monitoring System) waarmee de uitstoot van NO_x wordt berekend. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de vigerende vergunning. Het verificatieonderzoek van de installatie is uitgevoerd conform de methode die in de norm NEN-EN 14181 wordt aangeduid als 'AST' (Annual Surveillance Test). Voor de PEMS-berekening van de WKC installatie zijn minimaal 5 vergelijkende metingen van tenminste 30 minuten onder normale bedrijfsomstandigheden uitgevoerd, verspreid per PEMS, over een werkdag. De uitkomsten van de emissiemetingen, vastgesteld met het SRM (Standard Reference Method) zijn vergeleken met de door het betreffende PEMS gegenereerde waarden.

Het meetsysteem van KW3 B.V. is de referentiemeting en wordt aangeduid met SRM (Standaard Referentie Methode). Het berekeningssysteem van Akzo Nobel Industrial Chemicals B.V. wordt aangeduid met AMS (Automatisch Meet Systeem).

In het voorliggende rapport worden de resultaten van het uitgevoerde onderzoek gepresenteerd.

In hoofdstuk 2 komen de installatiebeschrijvingen aan de orde. De AST-eisen worden beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de gebruikte meetapparatuur beschreven. Het meetprogramma is weergegeven in hoofdstuk 5 en de resultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 is de accreditatie van KW3 beschreven. Tenslotte vindt in hoofdstuk 8 een korte foutenbeschouwing plaats.

2 INSTALLATIE EN TOETSINGSKADER

2.1 Installatie

In tabel 2.1 en 2.2 zijn gegevens opgenomen met betrekking tot de WKC-installatie. De installatie is opgebouwd uit een LM 5000 PC NGS gasturbine met een nageschakelde afgassenketel (ketel 9). Ter reductie van de NO_x-emissie kan stoominjectie worden toegepast.

Tabel 2.1 Ontwerpgegevens GT

| Gasturbinespecificaties | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Fabrikaat | General Electric |
| Type | LM 5000 PC NGS |
| Bouwjaar | 1993 |
| Nominaal vermogen (ISO) | 37,2 MWe |
| Asrendement | 35,4 % |
| Max. brandst. verbr. (ISO) | 11500 Nm ³ /h aardgas |
| Compressor-einddruk (ISO) | 28,0 bara |

Tabel 2.2 Ontwerpgegevens Stoomketel 9

| Ketelspecificaties | |
|----------------------------|---|
| Fabrikaat | Standaard Fasel Lentjes |
| Type | SFL / Vogt natuurlijke circulatie afgassenketel |
| Bouwjaar | 1993 |
| Capaciteit zonder bijstook | 37,5 ton/h (56 Bar) |
| Capaciteit met bijstook | 110 ton/h (56 Bar) |
| Bijstookbrander | |
| Fabrikaat | Maxon |
| Type | LV-4CF-160 |
| Max. brandst. verbr. (ISO) | 5400 Nm ³ /h aardgas |
| Brandervermogen | 47,5 MW _{th} |

De bedrijfsvoering van de WKC is sinds begin 2006 gewijzigd. De gasturbine gaat tussen 23:00 's avonds en 07:00 's ochtends over op "eiland" bedrijf. Deze situatie is ook gedurende de gehele weekendperiode relevant. Hierbij wordt geen elektriciteit geleverd of ingenomen. Aangezien dit twee verschillende bedrijfssituaties zijn, zijn er twee PEMS-functies actief.

2.2 Toetsingskader

De installatie moet voldoen aan de emissie-eis van **65 g/GJ** onder ISO luchtcondities.

3 EISEN VOOR DE AST-METINGEN

3.1 Activiteitenbesluit / Bees A/ Activiteitenbesluit

De metingen aan de WKC installatie van Veolia, WKC De Kleef, zijn uitgevoerd in het kader van de vigerende vergunning Wet Milieubeheer. Volgens het Bees A vallen installaties met een thermisch vermogen van groter of gelijk aan 100 MW_{th} in emissieklasse 1. Bedrijven met verbrandingsinstallaties vallend onder deze klasse dienen, per installatie, emissies continu te meten of te berekenen. De keuze hoe de NO_x-emissies van de opgestelde verbrandingsinstallaties gemonitord worden, dient te worden vastgelegd in het emissieprotocol. Veolia, WKC De Kleef heeft er voor gekozen de emissie continu te berekenen.

3.2 Algemeen

Veolia, WKC De Kleef heeft besloten de NO_x-uitstoot van de aanwezige installatie continu te berekenen met behulp van PEMS-functie. Deze PEMS-berekening dient te worden gecontroleerd volgens de NEN-EN 14181. Deze norm schrijft, naast een kalibratie van elk systeem (QAL-2, Quality Assurance Level 2), een jaarlijkse controle genaamd AST (Annual Surveillance Test) voor.

3.3 Vergelijkende metingen AST

Conform de AST-methodiek worden, per installatie, minimaal 5 vergelijkende metingen van tenminste een half uur uitgevoerd, gelijkmatig verspreid over een meetdag/nacht van 8 tot 10 uur. Alle metingen zijn uitgevoerd met het referentie meetsysteem (SRM) dat wordt beschreven in hoofdstuk 4. De meetresultaten van het SRM worden vergeleken met de waarden, gegenereerd door de PEMS-berekeningen. De tijdperiode van het AMS-meetsignaal (Automated Reference Method) en die van de SRM-metwaarde in een parallelle meting moeten dezelfde zijn. Alle metingen worden uitgevoerd met geaccrediteerd referentie meetsysteem (SRM). Na de vergelijking van de parallelmetingen worden een aantal toetsingen uitgevoerd. De uitgevoerde testen zijn de variabiliteitstest en toets van de geldigheid van de kalibratiefuncties zoals opgesteld naar aanleiding van de QAL2).

3.4 Audit van documentatie

In de documentatie van een PEMS zou bijvoorbeeld terug te vinden moeten kunnen worden wanneer meetinstrumenten die invloed hebben op het PEMS (bijvoorbeeld gasmeters) worden gekalibreerd.

4 GEBRUIKTE MEETAPPARATUUR

4.1 Continu meetsysteem KW3 B.V.

Het monsternamesysteem van KW3 voor continue gasanalyse is gebruikt om de emissies van de componenten O₂, NO, NO_x, CO en CO₂ on-line te bepalen. Een schematische weergave van het monsternamesysteem ten behoeve van de gasanalyse is weergegeven in bijlage 1.

Het systeem is opgebouwd uit:

- een roestvrijstalen afzuigsonde, waarin een uit glaswol bestaand, geïsoleerde filter is opgenomen;
- een verwarmde monsterleiding, waarmee de temperatuur van de afgezogen rookgassen op 160 °C wordt gehouden;
- een meetgaskoeler, waarmee de afgezogen rookgassen worden gekoeld ter verwijdering van het in deze gassen aanwezige vocht;
- een membraanpomp met voorgeschakeld filter.

Vanaf de hoofdleiding na de membraanpomp wordt er –droog- monstergas aangeboden aan de analysers ten behoeve van de analyse op O₂, NO, NO_x, SO₂, CO en CO₂. Voor eventuele analyse van C_xH_y wordt een aparte stroom aangezogen welke niet wordt gekoeld.

De monsternamen en de voorbehandeling van het monster geschiedt conform NEN-EN 15259 en onderstaande normen.

4.2 Het meetsysteem voor continue gasanalyse (SRM)

Het meetsysteem bestaat uit een vijftal gasanalysatoren welke parallel aan elkaar zijn opgesteld. Van deze analysatoren zijn de volgende gebruikt:

- CO- en CO₂-infrarood gasanalysatoren, fabrikaat Siemens, type Ultramat 23, onnauwkeurigheid minder dan 0.5% van de gebruikte volle schaal (respectievelijk 0-2500 vppm CO en 0-25 vol.% CO₂). De monitoren zijn gekalibreerd met ijkgasen van respectievelijk 82.6 ± 1.6 ppm CO en 16,0 ± 0,16 vol.% CO₂. Het gebruikte mengas is gekalibreerd met naar ISO herleidbare gecertificeerde ijkgasen. De continue CO/CO₂-analyse is uitgevoerd volgens respectievelijk de NEN-EN 15058 en de NEN-ISO 12039.
- O₂-monitor werkend volgens het paramagnetisch-verschildrukprincipe, fabrikaat Emerson, type Rosemount MLT-3, onnauwkeurigheid ± 0,5% van het kleinste meetbereik (0-1% O₂). Het gebruikte meetbereik is 0 – 21 %. De monitor is gekalibreerd met buitenlucht van 20.94 ± 0,21 vol.% O₂. De continue O₂-analyse is uitgevoerd volgens NEN-EN 14789.
- Chemoluminescentiemonitor voor de bepaling van stikstofoxiden (NO, NO_x, (NO + NO₂)), fabrikaat Ecophys type CLD 822 Mr, onnauwkeurigheid minder dan 1% van de gebruikte volle schaal (0-100 vppm). De monitor is gekalibreerd met ijkgas van 80.1 vppm ± 2.0% rel. NO en 81.2 vppm ± 2.0% rel. NO_x. Het gebruikte mengas is gekalibreerd met naar ISO herleidbare gecertificeerde ijkgas. De metingen werden conform de NEN-EN 14792 uitgevoerd.

Voor en na elke afzonderlijke meting is voor elke monitor een tweepuntskalibratie uitgevoerd met stikstof (nulgas) en de bovengenoemde kalibratiegassen. De kalibraties worden uitgevoerd exclusief het monsternamesysteem. Voor aanvang van de metingen is het monsternamesysteem op lektheid getest.

4.3 Bepaling temperaturen

De temperatuur is gemeten met PT-100 weerstandsthermometers (buitenlucht).

4.4 Bepaling luchtvochtgehalte

De luchtvochtigheid is gemeten met een elektronische meter, fabrikaat Endress + Hauser. De signalen van deze meter zijn continu doorgegeven aan het registratiesysteem.

4.5 Het registratiesysteem (SRM)

Het registratiesysteem is opgebouwd uit een datalogger gekoppeld aan een Personal Computer. De tijdens de meting te registreren meetgegevens zoals rookgasanalyses, temperaturen, drukken e.d. worden in analoge vorm aangeboden aan de datalogger alwaar de analoog-digitaal conversie wordt uitgevoerd. Na deze conversie worden de meetwaarden naar een PC getransporteerd. Hier worden de verdere bewerkingen uitgevoerd.

De meetsignalen worden gedurende de meetperiode met een interval van 10 seconden geregistreerd. Per meetinterval worden correcties op temperatuur, druk en zuurstofgehalte van het rookgas uitgevoerd. Na iedere meting worden de gemiddelde concentraties over de meetperiode bepaald. Zowel de meetdata als de hiervan afgeleide waarden worden op magneetschijf vastgelegd.

4.6 Accreditatie KW3 B.V.

KW3 B.V. is door de Raad voor Accreditatie erkend conform NEN-EN-ISO 17020 (accreditatiecertificaat I 304, type A) voor de continue bemonstering van gasvormige rookgascomponenten (NO_x , onverbrande totaal koolwaterstoffen, O_2 , CO_2 , CO , SO_2), dioxinen/furanen, PAK's, HCl , HF , SO_2 , Hg , NH_3 , H_2S , vluchtige zware metalen, stof en stofgebonden componenten, evenals voor de vaststelling van fysische rookgasparameters als debiet, temperatuur en vochtgehalte.

5 MEETPROGRAMMA

5.1 Algemeen

Het meetprogramma aan WKC op het bedrijfsterrein van de Kleefse Waard te Arnhem is uitgevoerd op 1 december 2015. Tijdens de metingen werd de installatie op reguliere wijze gebruikt. Aldus zijn tijdens de metingen representatieve emissiewaarden verkregen. Alle bemonsteringen zijn uitgevoerd middels de aanwezige monsternamelingen, welke via vaste trappen bereikbaar zijn.

Tabel 5.1 Meetprogramma AST-emissiemetingen WKC de Kleef

| Datum | Meting | Tijd [hh:min – hh:min] | Vermogen [MW thermisch] |
|-----------------|--------|---------------------------|----------------------------|
| 1 december 2015 | 1 – 7 | 17:00 – 00:00 | 54.4 – 54.9 |

5.2 Bepaling en samenstelling rookgas

De rookgassen zijn in het afgassenkanaal van de installatie continu bemonsterd met een puntprobe. Op deze wijze zijn representatieve rookgasmonsters verkregen. Tijdens de metingen werd met Groningen aardgas gestookt.

De concentratie van de componenten NO_x, CO, CO₂, en O₂ in het rookgas zijn met het in hoofdstuk 4 beschreven systeem continu bepaald. Uit eerdere metingen is gebleken dat het gehalte NO₂ in het rookgas ongeveer 5% is. De rookgasanalyses zijn conform de geldende voorschriften uitgevoerd.

5.3 Meetvlakbeoordeling

De rookgassen zijn in het afgassenkanaal van de installatie continu bemonsterd met een puntprobe. Op deze wijze zijn representatieve rookgasmonsters verkregen. Van de installatie zijn rookgasprofielen opgenomen over twee assen. De rookgasprofielen resulteerden in de conclusie dat de concentraties in de rookgaskanalen op het meetvlak homogeen zijn verdeeld. Er mag op ieder willekeurig punt in het meetvlak worden bemonsterd. De profielen van de WKC zijn terug te vinden in rapport 08-2548-3_rap (SGS, 2010).

Tijdens de metingen werd met Groningen aardgas gestookt.

De concentratie van de componenten NO, NO_x, CO, CO₂, en O₂ in het rookgas zijn met het in hoofdstuk 4 beschreven systeem continu bepaald. De rookgasanalyses zijn conform de geldende voorschriften uitgevoerd.

Het meetvlak bevindt zich op een hoogte van ongeveer 20 meter en is bereikbaar via vaste trappen. De diameter van het kanaal bedraagt ongeveer 3 meter. Er zijn 2 haaks op elkaar geplaatste meetopeningen voorzien van flensen. Het meetvlak bevindt zich vlak van de ketel. Het meetvlak voldoet met twee haaks op elkaar geplaatste meetassen aan de eisen zoals gesteld in de NEN-EN 15259 voor gasvormige componenten.

5.4 Bepaling rookgasdebiet

Het rookgasdebiet is berekend aan de hand van de brandstofsamenstelling, het brandstofdebiet en het zuurstofgehalte van de rookgassen.

5.5 Bepaling stoominjectie

De stoominjectie is bepaald met behulp van de aanwezige bedrijfsmeters.

5.6 Berekeningen

De resultaten van de AST-metingen worden uitgedrukt in NO_x g/GJ bij ISO luchtcondities.

5.7 Afwijkingen t.o.v. de normen

Er zijn tijdens de metingen geen afwijkingen van de gebruikte normen waargenomen.

5.8 Berekeningen

De resultaten van de metingen worden voor de WKC installatie uitgedrukt in g/GJ onder ISO condities.

De NO_x-uitstoot van de gasturbine-installatie onder ISO-condities is conform het Bees Wet milieubeheer A, met behulp van onderstaande formule, bepaald;

$$E_{ref} = E_{NO_x} * \left(\frac{P_{ref}}{P_m}\right)^{0,50} * \left(\frac{T_m}{288}\right)^{-1,53} * e^{19*(x_m-0,0063)}$$

Met:

| | |
|------------------|--|
| E _{ref} | : stikstofoxidenuitworp herleid tot ISO-luchtcondities [g/GJ onder ISO condities]; |
| E _{NOx} | : gemeten stikstofoxidenuitworp [g/GJ]; |
| P _{ref} | : Barometer onder ISO-luchtcondities (1.01325) [bara]; |
| P _m | : Barometerdruk [bara]; |
| T _m | : inlaatlucht temperatuur [°C]; |
| X _m | : gemeten vochtgehalte van de inlaatlucht [kg H ₂ O/kg lucht]. |

6 MEET- EN BEREKENINGRESULTATEN

6.1 Meetresultaten

In dit hoofdstuk worden de validaties van de PEMS-berekeningen van de "WKC de Kleef" gepresenteerd. In bijlage 2 zijn de werkbladen van de AST-metingen opgenomen. In bijlage 3 zijn de meet- en berekeningsresultaten in uitgebreide vorm gepresenteerd.

Conclusies

QAL2 metingen WKC installatie onder vollast condities (2012).

Conform de QAL-2 methodiek is in het verleden een kalibratiecurve vastgesteld..

De kalibratiefunctie zoals opgesteld naar aanleiding van de parallelmetingen diende te worden toegevoegd/verwerkt in het berekeningssysteem (PEMS) van Veolia WKC de Kleef en is nogmaals weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Kalibratiefunctie PEMS WKC installatie onder vollast condities.

| PEMS installatie | Kalibratiefunctie | Vastgesteld in |
|---|----------------------|--|
| NO _x -uitstoot WKC onder vollast [g/GJ onder ISO condities] | $y = 1.053x - 3.895$ | 2012 (SGS Rapportnummer EZ/08/2548-12_rap |

AST metingen vergelijkende metingen WKC de Kleef

De geldigheid van de bovenstaande functie (verwerkt in het PEMS van Veolia, WKC de Kleef, dient jaarlijks te worden getoetst aan de eisen zoals die zijn gesteld in NEN-EN 14181. Bij het beoordelen van het meetsysteem volgens de AST-methodiek zijn tijdens voor de PEMS afwijkingen geconstateerd die groter zijn dan de toegestane afwijkingen. De kalibratiefunctie **voldoet niet** aan de gestelde eisen (kalibratiefunctie- geldigheidstoets en variabiliteitstoets) zoals deze worden vermeld in de NEN-EN 14181. Er is getoetst aan een emissiegrenskoncentratie van 72 g/GJ NO_x als NO₂ (= maximale daguitstoot van 65 g/GJ + 10%).

Tabel 6.2 Variabiliteitstest / Geldigheidstest kalibratiefunctie PEMS WKC de Kleef deellast met stoominjectie

| Installatie | |
|--|--|
| WKC de Kleef | Variabiliteit |
| S _D | 0.872 |
| 1,5σ ₀ k _v (at ELV) | 10.349 |
| | Voldoet aan variabiliteitstest? |
| S _D ≤ 1,5σ ₀ k _v (Variabiliteitstest) | Ja |
| D _{abs} | 14.757 |
| Test parameter | 7.936 |
| D _{abs} ≤ test parameter geldigheid kalibratiefunctie | Nee |

In onderstaande tabel zijn de gemeten waarden opgenomen zoals gemeten

Tabel 6.3 Resultaten NO_x-emissiemetingen

| Meting | Datum | Start [hh:mm] | Stop [hh:mm] | Gasverbruik GT [Nm ³ /h]* | Stoominjectie [kg/h] | NO _x SRM [g/GJ ISO] |
|--------|------------|------------------|-----------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 01-12-2015 | 17:00 | 18:00 | 6237 | 21.6 | 65.1 |
| 2 | 01-12-2015 | 18:00 | 19:00 | 6210 | 21.1 | 60.1 |
| 3 | 01-12-2015 | 19:00 | 20:00 | 6232 | 21.2 | 59.9 |
| 4 | 01-12-2015 | 20:00 | 21:00 | 6187 | 20.2 | 60.7 |
| 5 | 01-12-2015 | 21:00 | 22:00 | 6196 | 20.0 | 60.3 |
| 6 | 01-12-2015 | 22:00 | 23:00 | 6214 | 21.6 | 59.9 |
| 7 | 01-12-2015 | 23:00 | 00:00 | 6205 | 20.6 | 63.0 |

* De installatie wordt door veranderde bedrijfsomstandigheden niet meer onder vollast condities bedreven.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat onder de gemeten omstandigheden de installatie **wel** voldoet aan de in de vergunning opgenomen eis van 65 g/GJ onder ISO luchtcondities.

7 ACCREDITATIE KW3 B.V.

KW3 B.V. is door de Raad voor Accreditatie erkend conform NEN-EN-ISO 17020 (accreditatiecertificaat I 304, type A) voor de continue bemonstering van gasvormige rookgascomponenten (NO_x, onverbrande totaal koolwaterstoffen, O₂, CO₂, CO, SO₂), dioxinen/furanen, PAK's, HCl, HF, SO₂, Hg, NH₃, H₂S, vluchtige zware metalen, stof en stofgebonden componenten, evenals voor de vaststelling van fysische rookgasparameters als debiet, temperatuur en vochtgehalte.


8 BESCHOUWING MEETONZEKERHEID

8.1 Meetonzekerheid metingen KW3 B.V.

De meetonzekerheid geeft de onzekerheid van een gemeten waarde van een bepaalde grootte aan. Elke uitgevoerde meting heeft een bepaalde mate van onzekerheid. Binnen het VKL (Vereniging van Kwaliteit Luchtmetingen) is een werkwijze tot stand gekomen voor de vaststelling van meetonzekerheden. Bij de berekeningen wordt uitgegaan van cumulatie van meetonzekerheden, herleid tot 1u absoluut. Vervolgens wordt per meting de wortel genomen van de kwadraten van de van toepassing zijnde partiële foutenbronnen. Voor de berekening van de totale meetonzekerheid bij een 95% betrouwbaarheidsinterval wordt er vermenigvuldigd met twee. De relatieve meetonzekerheid wordt berekend door het quotiënt van de absolute meetonzekerheid en de gemeten waarde.

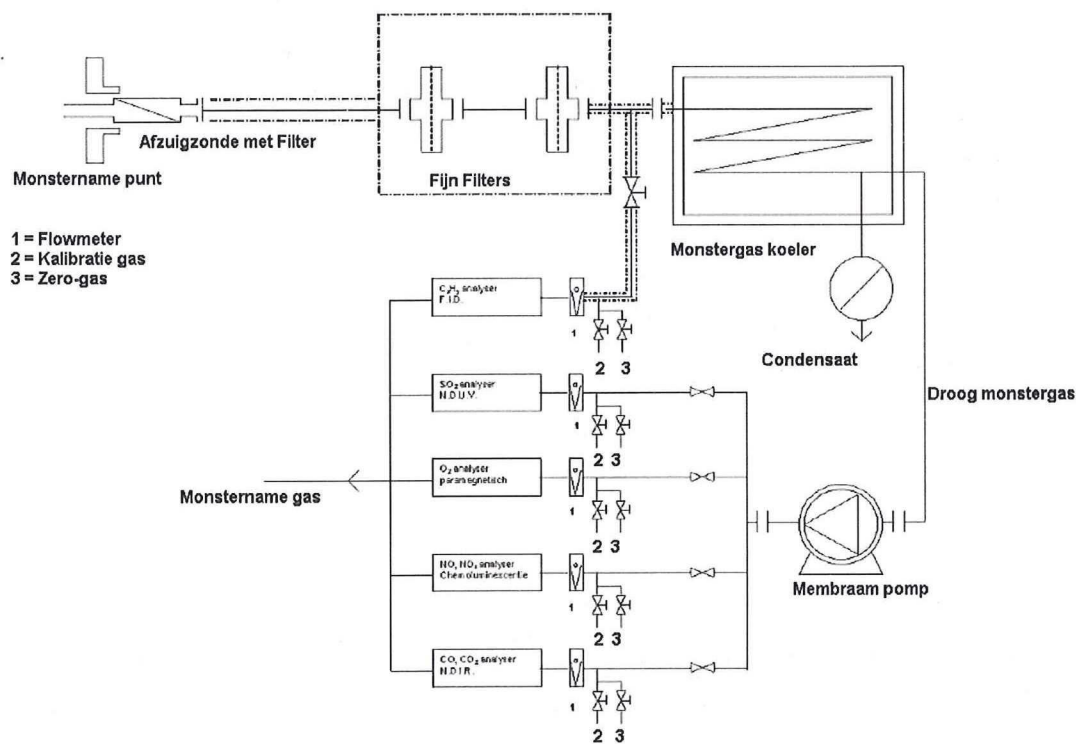
Op basis van een door de VKL opgestelde rekentool betreffende prestatiekenmerken van emissiemetingen is een actuele onzekerheid berekend. Naast de actuele onzekerheid moet een meting voldoen aan gestelde onzekerheden volgens toegepaste normen en richtlijnen. Zie onderstaande tabellen voor de onzekerheden. De meetonzekerheid wordt gepresenteerd als het 95% betrouwbaarheidsinterval.

Tabel 6.1 Overzicht meetonzekerheden per component

| Algemene gegevens | | | | |
|--|--------------------|--------------|---|-----|
| Meetbureau | : | KW3 B.V. |  | |
| Projectnaam | : | 20150122 | | |
| Referentienummer | : | 102706 | | |
| Meetlocatie | : | WKC De Kleef | | |
| Meting uitgevoerd door | : | | | |
| Berekening uitgevoerd door | : | | | |
| Continue meting | eenheid | resultaat | meetonzekerheid | |
| | | | [absoluut] | [%] |
| O ₂ | vol.% | 17.0 | 0.59 | 3 |
| CO ₂ | vol.% | 2.3 | 0.45 | 20 |
| NO _x (als NO ₂) | mg/Nm ³ | 45.9 | 4.14 | 9 |
| NO | mg/Nm ³ | 34.3 | 2.62 | 8 |
| CO | mg/Nm ³ | 127.1 | 23.60 | 19 |

BIJLAGEN

Bijlage 1 Schematisch overzicht discontinu meetsysteem



Bijlage 2 Meet- en berekeningsresultaten AST metingen en toetsen

| Specificatie meetsysteem | | |
|------------------------------------|---|-------------------------------|
| NOx-meetmethode | Extractieve NOx-meting in droog rookgas | |
| O2-meetmethode | Extractieve O2-meting in droog rookgas | |
| Kalibratielij gebruikt tijdens AST | QAL2 | |
| Intercept | -3.895 | |
| Helling | 1.053 | |
| Emissiegrenswaarde | 72 | g/GJ onder ISO luchtcondities |
| Testwaarde bij standaard condities | 72 | g/GJ onder ISO luchtcondities |
| Vereist betrouwbaarheidsinterval | 20 | % |

| Standaard referentie methode (SRM) | |
|------------------------------------|--------------------|
| Meetinstantie | KW3 |
| NOx-meetmethode | chemoluminescentie |
| O2-meetmethode | paramagnetisme |
| Meetplaats | schoorsteen |
| Monsternamemethode | Puntmeting |
| Aantal meetpunten SRM | 1 |

| AST meetpunten | | NOx-concentratie bij standaard condities (g/GJ onder ISO luchtcondities) | | | | | | |
|----------------|---------|--|----------|------------|-----------------------|----------|------------|-----------|
| | | Standaard referentie methode (SRM) | | | NOx-meetsysteem (AMS) | | | Δ |
| Nummer | Datum | Starttijd | Eindtijd | Meetwaarde | Starttijd | Eindtijd | Meetwaarde | AMS - SRM |
| 1 | 1-12-15 | 17:00 | 18:00 | 65.1 | 17:00 | 18:00 | 49.0 | -16.1 |
| 2 | 1-12-15 | 18:00 | 19:00 | 60.1 | 18:00 | 19:00 | 46.1 | -14.0 |
| 3 | 1-12-15 | 19:00 | 20:00 | 59.9 | 19:00 | 20:00 | 45.6 | -14.3 |
| 4 | 1-12-15 | 20:00 | 21:00 | 60.7 | 20:00 | 21:00 | 45.8 | -14.9 |
| 5 | 1-12-15 | 21:00 | 22:00 | 60.3 | 21:00 | 22:00 | 46.2 | -14.1 |
| 6 | 1-12-15 | 22:00 | 23:00 | 59.9 | 22:00 | 23:00 | 45.8 | -14.1 |
| 7 | 1-12-15 | 23:00 | 0:00 | 63.0 | 23:00 | 0:00 | 47.2 | -15.8 |
| Min | 1-12-15 | | | 59.9 | | | 45.6 | |
| Max | | | | 65.1 | | | 49.0 | |
| Gemiddeld | | | | 61.3 | | | 46.5 | |

AST resultaten

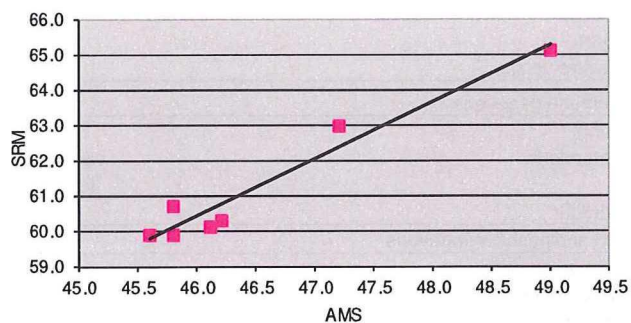
Aantal parallelmetingen 7

Variabiliteitstest

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| S_0 | 7.3 |
| K_v | 0.946 |
| $1,5 \times K_v \times S_0$ | 10.349 |
| S_D | 0.872 |
| $1,5 \times K_v \times S_0 \geq S_D$ | ⇒ Voldoet |

Test voor validiteit kalibratie lijn

| | |
|---|---------------|
| $t_{0,95}$ | 1.943 |
| $ D $ | 14.757 |
| $t_{0,95} \times S_D / \sqrt{N} + S_0$ | 7.936 |
| $t_{0,95} \times S_D / \sqrt{N} + S_0 \leq D $ | ⇒ Niet-valide |



Bijlage 3 Meet- en berekeningsresultaten continu metingen

| | | | | | | |
|---|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Bedrijf | | Veolia, de Kleef | | | | |
| Installatie | | WKC Deellast met stoominjectie | | | | |
| Datum | | 01-Dec-15 | | | | |
| Software versie | | 2.2 - 8 september 2011 | | | | |
| Algemene gegevens | | | | | | |
| Meting | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Meetperiode | van | [uur] | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 |
| | tot | [uur] | 17:59 | 18:59 | 19:59 | 20:59 |
| Meetduur | | [min] | 00:59 | 00:59 | 00:59 | 00:59 |
| Verbrandingsluchtgegevens | | | | | | |
| Barometerstand | | [mbar] | 1025 | 1025 | 1025 | 1025 |
| Temperatuur | | [°C] | 11.8 | 11.8 | 11.9 | 11.6 |
| Vochtigheid | | [%rel] | 98.0 | 97.0 | 94.0 | 94.0 |
| Vochtigheid | | [g/kg] | 8.4 | 8.3 | 8.1 | 7.9 |
| Luchtverbruik | droog | [Nm³/Nm³] | 40.7 | 41.2 | 41.3 | 41.6 |
| Bedrijfsgegevens | | | | | | |
| Barometerstand ISO | | [mbar] | 1013 | 1013 | 1013 | 1013 |
| Barometerstand gemeten | | [mbar] | 1025 | 1025 | 1025 | 1025 |
| Waterinjectie | B | [kg/h] | 21.6 | 21.1 | 21.2 | 20.2 |
| Waterinjectieratio | | [kg/kg] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Electriciteitsproductie | B | [MW] | 17.40 | 17.60 | 17.80 | 17.10 |
| Eenvoudig berekend elektrisch rendement | | [%] | 31.7 | 32.2 | 32.5 | 31.4 |
| Gasverbruiksgegevens | | | | | | |
| Gasturbine | | | | | | |
| Gasverbruik | | [kg/h] | 5196 | 5173 | 5191 | 5154 |
| Gasverbruik | B | [Nm³/h] | 6237 | 6210 | 6232 | 6187 |
| Stookwaarde gas | | [MJ/Nm³] | 31.7 | 31.7 | 31.7 | 31.7 |
| Dichtheid gas | | [kg/Nm³] | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 |
| Stoichiometrisch luchtverbruik | droog | [Nm³/Nm³] | 8.43 | 8.43 | 8.43 | 8.43 |
| Stoichiometrisch rookgasdebiet | droog | [Nm³/Nm³] | 7.71 | 7.71 | 7.71 | 7.71 |
| Gevormde waterdamp | | [Nm³/Nm³] | 1.68 | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| Warmtehoeveelheid | | [MW] | 54.9 | 54.6 | 54.8 | 54.4 |
| B : gemeten met bedrijfsmeter | | | | | | |
| Rookgasgegevens | | | | | | |
| Meting | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Volume rookgas per 1 Nm³ gas | nat | [Nm³/Nm³] | 42.2 | 42.7 | 42.8 | 43.1 |
| Volume rookgas per 1 Nm³ gas | droog | [Nm³/Nm³] | 40.0 | 40.4 | 40.6 | 40.9 |
| CO2-gehalte | droog | [vol.%] | 2.33 | 2.32 | 2.32 | 2.32 |
| O2-gehalte | droog | [vol.%] | 16.90 | 16.95 | 16.96 | 16.99 |
| CO-gehalte | droog | [vppm] | 93.0 | 104.1 | 102.4 | 103.7 |
| CO-gehalte | droog | [mg/Nm³] | 116.2 | 130.1 | 128.0 | 129.7 |
| CO-emissie | | [kg/h] | 29.0 | 32.7 | 32.4 | 32.8 |
| CO-emissie | | [g/GJ] | 146.8 | 166.2 | 164.0 | 167.4 |
| NO-gehalte als NO | droog | [vppm] | 19.5 | 17.0 | 16.5 | 16.2 |
| NO-gehalte als NO₂ | droog | [mg/Nm³] | 40.1 | 34.9 | 33.8 | 33.3 |
| NO-emissie als NO₂ | | [kg/h] | 10.0 | 8.8 | 8.6 | 8.4 |
| NO-emissie als NO₂ | | [g/GJ] | 50.6 | 44.6 | 43.4 | 43.0 |
| NOₓ-gehalte als NO | droog | [vppm] | 23.9 | 21.9 | 21.8 | 22.0 |
| NOₓ-gehalte als NO₂ | droog | [mg/Nm³] | 49.0 | 44.9 | 44.8 | 45.1 |
| NOₓ-emissie als NO₂ | | [kg/h] | 12.2 | 11.3 | 11.3 | 11.4 |
| NOₓ-emissie als NO₂ | | [g/GJ] | 61.9 | 57.3 | 57.4 | 58.3 |
| NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities | | [g/GJ] | 65.1 | 60.1 | 59.9 | 60.7 |
| NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities PEMSVeolia | | [g/GJ] | 49.0 | 46.1 | 45.6 | 45.8 |

| | | | | | |
|--|-------|-----------|--------------------------------|-------|-------|
| Bedrijf | | | Veolia, de Kleef | | |
| Installatie | | | WKC Deellast met stoominjectie | | |
| Datum | | | 01-Dec-15 | | |
| Software versie | | | 2.2 - 8 september 2011 | | |
| Algemene gegevens | | | | | |
| Meting | | | 5 | 6 | 7 |
| Meetperiode | van | [uur] | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| | tot | [uur] | 21:59 | 22:59 | 23:59 |
| Meetduur | | [min] | 00:59 | 00:59 | 00:59 |
| Verbrandingsluchtgegevens | | | | | |
| Barometerstand | | [mbar] | 1025 | 1025 | 1025 |
| Temperatuur | | [°C] | 11.8 | 11.7 | 11.6 |
| Vochtigheid | | [%rel] | 88.0 | 84.0 | 85.0 |
| Vochtigheid | | [g/kg] | 7.5 | 7.1 | 7.1 |
| Luchtverbruik | droog | [Nm³/Nm³] | 41.6 | 41.6 | 41.6 |
| Bedrijfsgegevens | | | | | |
| Barometerstand ISO | | [mbar] | 1013 | 1013 | 1013 |
| Barometerstand gemeten | | [mbar] | 1025 | 1025 | 1025 |
| Waterinjectie | B | [kg/h] | 20.0 | 21.6 | 20.6 |
| Waterinjectieratio | | [kg/kg] | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Electriciteitsproductie | B | [MW] | 17.40 | 17.50 | 17.90 |
| Eenvoudig berekend elektrisch rendement | | [%] | 31.9 | 32.0 | 32.8 |
| Gasverbruiksgegevens | | | | | |
| Gasturbine | | | | | |
| Gasverbruik | | [kg/h] | 5161 | 5176 | 5169 |
| Gasverbruik | B | [Nm³/h] | 6196 | 6214 | 6205 |
| Stookwaarde gas | | [MJ/Nm³] | 31.7 | 31.7 | 31.7 |
| Dichtheid gas | | [kg/Nm³] | 0.83 | 0.83 | 0.83 |
| Stoechiometrisch luchtverbruik | droog | [Nm³/Nm³] | 8.43 | 8.43 | 8.43 |
| Stoechiometrisch rookgasdebit | droog | [Nm³/Nm³] | 7.71 | 7.71 | 7.71 |
| Gevormde waterdamp | | [Nm³/Nm³] | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| Warmtehoeveelheid | | [MW] | 54.5 | 54.7 | 54.6 |
| B : gemeten met bedrijfsmeter | | | | | |
| Rookgasgegevens | | | | | |
| Meting | | | 5 | 6 | 7 |
| Volume rookgas per 1 Nm³ gas | nat | [Nm³/Nm³] | 43.1 | 43.0 | 43.1 |
| Volume rookgas per 1 Nm³ gas | droog | [Nm³/Nm³] | 40.9 | 40.9 | 40.9 |
| CO2-gehalte | droog | [vol. %] | 2.32 | 2.32 | 2.32 |
| O2-gehalte | droog | [vol. %] | 16.99 | 16.99 | 16.99 |
| CO-gehalte | droog | [vppm] | 103.9 | 103.4 | 101.4 |
| CO-gehalte | droog | [mg/Nm³] | 129.9 | 129.2 | 126.8 |
| CO-emissie | | [kg/h] | 32.9 | 32.8 | 32.2 |
| CO-emissie | | [g/GJ] | 167.8 | 166.8 | 163.9 |
| NO-gehalte als NO | droog | [vppm] | 15.9 | 15.6 | 16.3 |
| NO-gehalte als NO₂ | droog | [mg/Nm³] | 32.7 | 32.0 | 33.5 |
| NO-emissie als NO₂ | | [kg/h] | 8.3 | 8.1 | 8.5 |
| NO-emissie als NO₂ | | [g/GJ] | 42.3 | 41.3 | 43.2 |
| NO _x -gehalte als NO | droog | [vppm] | 22.0 | 22.0 | 23.1 |
| NO _x -gehalte als NO₂ | droog | [mg/Nm³] | 45.1 | 45.2 | 47.4 |
| NO _x -emissie als NO₂ | | [kg/h] | 11.4 | 11.5 | 12.0 |
| NO _x -emissie als NO₂ | | [g/GJ] | 58.3 | 58.4 | 61.3 |
| NO _x -emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities | | [g/GJ] | 60.3 | 59.9 | 63.0 |
| NO _x -emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities Veolia | | [g/GJ] | 46.2 | 45.8 | 47.2 |

Bijlage 4 Kalibratie- driftsheet monitoren KW3 B.V.

| | | | |
|-------------------------|-----------------|---|--------------------------|
| Locatie: | Veolia De Kleef | Uitslag lektest: | |
| Opdrachtnummer: | 201501222 | bij aanvang meetdag | 0.06 vol% O ₂ |
| Meettechnici: | | einde meetdag | 0.08 vol% O ₂ |
| Datum: | 1-Dec-15 | lekdicht indien O ₂ < 0,2 vol% | |
| Revisie versie en datum | V 4.8 | 14-07-2014 | |

| Controlesheet kalibratie en drift | | | | 1e controle voor en na kalibratie direct op monitoren | | | controle drift direct op analyzers | | | controle drift direct op analyzers | | | controle gehele meetsysteem einde meting of einde meetdag | | |
|-----------------------------------|------------|--------|-------|---|------|-------|------------------------------------|------|-------|------------------------------------|-------|-------|---|------|--|
| Datum en tijd | | | | 01-12-2015 14:00:00 PM | | | 01-12-2015 15:47 | | | 02-12-2015 11:23 | | | 02-12-2015 0:00 | | |
| ID-code | Range | IJkgas | | zero | span | zero | zero | span | zero | zero | span | zero | zero | span | |
| O ₂ | KW2-000956 | 0-21 | 20.94 | Call. | 0.03 | 20.99 | 0.02 | 0.00 | 20.98 | -0.01 | -0.03 | 21.02 | -0.03 | 0.13 | |
| vol.% | | | | Just. | 0.00 | 20.94 | | | | | | | | | |
| NO | KW2-000900 | 0-100 | 80.1 | Call. | 0.1 | 70.4 | 0.0 | 0.2 | 80.6 | 0.3 | 0.1 | 81.8 | 0.1 | 79.4 | |
| vppm | | | | Just. | | 79.8 | | | | | | 80.1 | | | |
| NO _x | KW2-000900 | 0-100 | 81.2 | Call. | 0.0 | 71.2 | 0.0 | 0.0 | 82.5 | 0.1 | 0.1 | 83.0 | 0.1 | 79.6 | |
| vppm | | | | Just. | | 81.0 | | | | | | 81.4 | | | |
| CO | KW2-000901 | 0-2500 | 82.6 | Call. | 0.0 | 83.0 | | 0.4 | 81.0 | 0.4 | 1.0 | 84.5 | 1.4 | 83.0 | |
| vppm | | | | Just. | | | | | | | | | | | |
| CO ₂ | KW2-000901 | 0-25 | 16.0 | Call. | 0.0 | 16.1 | | 0.1 | 16.1 | 0.0 | 0.0 | 16.1 | 0.0 | | |
| vol.% | | | | Just. | | | | | | | | | | | |
| dag 1 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|------|-------------------|--------------------------------|
| Converter rendement NO ₂ [%]: | 98.9 | Waarden: | Acties: |
| | | = drift < 2% | Geen actie |
| | | = drift > 2 < 5 % | Meetdata corrigeren voor drift |
| | | = drift > 5 % | Meetdata afkeuren |

Bijlage 5 Accreditatie certificaat KW3 B.V.

RAAD VOOR ACCREDITATIE

Dutch Accreditation Council RvA
PO Box 2768 NL-3500 GT Utrecht



The Dutch Accreditation Council RvA, by law appointed as
the national accreditation body for The Netherlands,
hereby declares that accreditation has been granted to:

**KW3 B.V.
Veenendaal**

The organisation has demonstrated to be able to perform inspections, as type A
inspection body, in a competent, consistent and independent way.

This accreditation is based on an assessment against the requirements
as laid down in ISO/IEC 17020:2012.

The accreditation covers the activities as specified in the authorized
annex bearing the registration number.

The accreditation is valid provided that the organisation
continues to meet the requirements.

The accreditation with registration number:

I 304

is granted on 29 January 2015

This declaration is valid until

1 June 2016

The accreditation has been granted for the first time on

29 January 2015

The Chief Executive



The Dutch Accreditation Council (RvA) is a signatory of the European co-operation for Accreditation (EA)
Multilateral Agreement for accreditation in this field.