



Meten luchtemissies

5. Herleiding van meetgegevens

Emissie-eisen in wet- en regelgeving zijn gedefinieerd onder standaardcondities, waardoor zij generiek zijn en onafhankelijk van specifieke bedrijfscondities. Voordat een gemeten waarde kan worden getoetst aan de gestelde emissie-eis, moet deze dan ook worden omgerekend naar dezelfde standaardcondities en eenheid als de emissie-eis.

Afhankelijk van het meetconcept betekent dit het uitvoeren van één of meerdere van onderstaande correcties om te komen tot een gestandaardiseerde meetconcentratie C_s .

- in droog rookgas;
- bij standaard druk (101,3 kPa) en temperatuur (273 K);
- bij standaard zuurstofconcentratie;
- uitgedrukt in mg/m^3 (mg/Nm^3)

Herleiding naar droog rookgas

Emissie-eisen hebben betrekking op droge lucht of droog rookgas. Wanneer de concentratiemeting in nat rookgas is uitgevoerd, dus zonder rookgaskoeler of -droger, moet de meetwaarde worden gecorrigeerd voor het volumeaandeel waterdamp in het rookgas.

Correctie voor het vochtgehalte

$$C = C_m \times \frac{100}{100 - C_w}$$

waarin:

C concentratie in droog rookgas

C_m concentratie gemeten in het natte rookgas

C_w waterdampgehalte [volume%] van het natte rookgas

Herleiding naar standaard druk en temperatuur

Emissie-eisen worden opgegeven bij 101,3 kPa en 273 K. Meetwaarden moeten naar deze standaard druk en temperatuur worden herleid. Als *in-situ* bedrijfsmeetsystemen met een druk- en temperatuurmeting zijn uitgerust waardoor de correctie intern plaatsvindt, is deze herleiding niet nodig. Ook bij extractieve meetsystemen is deze correctie niet nodig, omdat de meetinstrumenten met controle-gassen worden ingeregeld bij dezelfde omgevingscondities als waarbij de metingen worden uitgevoerd.

Correctie voor druk en temperatuur

$$C = C_m \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{P}$$

waarin:

C concentratie bij standaard druk en temperatuur

C_m concentratie gemeten bij de actuele druk en temperatuur

T actuele rookgastemperatuur [K]

P actuele absolute rookgasdruk [kPa]

Herleiding naar standaard zuurstofconcentratie

Om te voorkomen dat bij verbrandingsprocessen de rookgassen met schone buitenlucht worden verdund om aan de emissie-eisen te voldoen, worden eisen aan verbrandingsemissies opgegeven bij een standaard zuurstofgehalte. De gemeten concentratie moet worden herleid naar datzelfde zuurstofpercentage. Voor emissies met rookgassen met een hoog zuurstofgehalte, zoals afzuigingen van processen en katalytische naverbranders, is het onmogelijk om op basis van het zuurstofgehalte te corrigeren voor verdunning met lucht. De emissie-eisen zijn dan gegeven bij de actuele zuurstofconcentratie en er dient een visuele beoordeling op het bijmengen van lucht te worden uitgevoerd.

Correctie voor de zuurstofconcentratie

$$C = C_m \times \frac{21 - O_s}{21 - O_m}$$

waarin:

C concentratie betrokken op een standaard zuurstofconcentratie in droog rookgas

C_m concentratie bij de actuele zuurstofconcentratie in droog rookgas

O_s de zuurstofconcentratie [volume%; v%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatsvinden; voorbeelden zijn 11v% voor afvalverbranding, 6v% voor het stoken van kolen en 3v% voor het stoken van aardgas

O_m de actuele zuurstofconcentratie in volume% betrokken op droog rookgas die is vastgesteld tegelijkertijd en op dezelfde plaats in de installatie als waar C_m is gemeten. C_m en O_m moeten over hetzelfde tijdsinterval zijn gemiddeld

21 zuurstofconcentratie in droge lucht. De theoretische waarde is 20,94; in de regelgeving (bijvoorbeeld BVA of emissiehandel) wordt de afgeronde concentratie van 21 voorgeschreven.

Omrekening van ppm naar mg/m³

Emissie-eisen worden uitgedrukt in mg/m³. Bij veel meetinstrumenten wordt de gemeten concentratie echter uitgedrukt in ppm en moet een omrekening van ppm naar mg/m³ plaatsvinden.

Omrekening van ppm naar mg/m³

$$C = \frac{M}{22,4} \times C_v$$

waarin:

C concentratie bij standaard druk en temperatuur [mg/m³] in droog rookgas

M molecuulmassa van de betreffende component [g/mol]

Voor NO_x wordt aangenomen dat het aandeel NO in de atmosfeer wordt omgezet in NO₂. Voor omrekening van de stikstofoxidenconcentratie wordt daarom gebruik gemaakt van de molecuulmassa van NO₂, te weten 46 g/mol.

C_v concentratie [ppm]

22,4 molair volume [l/mol] van een ideaal gas bij 273 K en 101,3 kPa

Herleiding naar gram/GJ en gram/kWh

Voor gasturbine(installaties) en zuigermotoren is de emissie-eis meestal gegeven in grammen NO_x per

gigajoule. De energieconsumptie van de installatie per tijdseenheid wordt bepaald door de calorische waarde van de brandstof en het brandstofverbruik. Uit de berekende of gemeten massastroom rookgassen en de concentratie NO_x in deze rookgassen, kan de uitstoot in massa NO_x per tijdseenheid worden berekend. Omdat zowel het energieverbruik als het rookgasdebiet afhankelijk zijn van het brandstofverbruik, is de relatieve emissie in gram NO_x /GJ recht evenredig met de emissie uitgedrukt in mg/m³.

Relatieve emissie in gram per gigajoule en in gram per kilowatt

$$E_{rel} = C_m \times \frac{V_{st}}{H} \times \frac{21}{21 - O_m}$$

Voor de meeste brandstoffen is de omrekeningsfactor circa 0,25 * (21/(21 - O_m)). Voor het omrekenen van g/GJ naar g/kWh moet met factor 0,0036 worden gerekend (E_{rel} X 0,0036).

waarin:

E_{rel} relatieve emissie [g/GJ]

C_m concentratie [mg/m³] in droog rookgas bij de actuele zuurstofconcentratie

V_{st} stoichiometrisch droog rookgasvolume; vaste of vloeibare brandstoffen [m³/kg], gasvormige brandstoffen [m³/ m³]

Voor de bepaling V_{st} zie beneden bij kader debietberekening

H onderste verbrandingswaarde (stookwaarde) van de brandstof [MJ/eenheid van brandstofhoeveelheid]

O_m actuele zuurstofconcentratie [volume%] betrokken op droog rookgas

21 zuurstofconcentratie in droge lucht

Herleiding naar ISO-condities

De NO_x-emissie van gasturbine(installaties) en zuigermotoren is afhankelijk van de verbrandingsluchtcondities. Daarom worden de gemeten emissies voor toetsing naar een emissie-eis eerst teruggerekend naar ISO-luchtcondities. Dit zijn een temperatuur van 288 K, een druk van 101,3 kPa en een relatieve vochtigheid van 60%.

Van emissie bij actuele verbrandingsluchtcondities naar ISO-condities

$$E = E_m \times \sqrt{\frac{101,3}{P_m}} \times \left(\frac{T_m}{288}\right)^{-1,53} \times e^{19(x_n - 0,0063)}$$

waarin:

E emissie stikstofoxiden herleid tot ISO-condities [g/G] resp. mg/m³

E_m gemeten emissie stikstofoxiden [g/G] resp. mg/m³

P_m gemeten atmosferische druk (absoluut)

T_m inlaatluchttemperatuur (K)

X_n gemeten vochtgehalte van de inlaatlucht (kg water per kg)

Herleiding en berekening van debiet

Om vracht te kunnen berekenen moet debiet (uitgedrukt in m³/uur) bekend zijn. Debiet kan worden gemeten of berekend op basis van het brandstofverbruik. Als debiet wordt gemeten, moet het gemeten debietwaarde zoals bij de concentratie worden herleid naar een standaard debiet. Dat betekent dat er correctie moet plaatsvinden voor vochtgehalte, druk, temperatuur en zuurstofconcentratie.

Correctie van gemeten debietwaarde voor vochtgehalte, druk, temperatuur en zuurstofconcentratie

$$F_s = v \times 3600 \times O_{pp} \times \frac{100 - C_w}{100} \times \frac{273}{T} \times \frac{P}{101,3} \times \frac{21 - O_m}{21 - O_s}$$

waarin:

F_s gestandaardiseerd debiet [m³/u] van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie

v rookgassnelheid [m/s]

O_{pp} oppervlakte rookgaskanaal [m²]

C_w waterdampgehalte [volume%] van het natte rookgas

T actuele rookgastemperatuur [K]

P actuele absolute rookgasdruk [kPa]

O_s de zuurstofconcentratie [volume%; v%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatsvinden; voorbeelden zijn 11v% voor afvalverbranding, 6v% voor het stoken van kolen en 3v% voor het stoken van aardgas

O_m de actuele zuurstofconcentratie in volume% betrokken op droog rookgas die is vastgesteld tegelijkertijd en op dezelfde plaats in de installatie als waar C_m is gemeten. C_m en O_m moeten over hetzelfde tijdsinterval zijn gemiddeld

21 zuurstofconcentratie in droge lucht

Berekening van gestandaardiseerd debiet op basis van het brandstofverbruik

$$F_s = F_{br} \times V_{st} \times \frac{21}{21 - O_s}$$

waarin:

F_s gestandaardiseerd debiet [m^3/u] van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie

F_{br} brandstofverbruik; vaste of vloeibare brandstoffen [kg/u], gasvormige brandstoffen [m^3/u]

O_s de zuurstofconcentratie [volume%; v%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatsvinden; voorbeelden zijn 11v% voor afvalverbranding, 6v% voor het stoken van kolen en 3v% voor het stoken van aardgas

21 zuurstofconcentratie in droge lucht

V_{st} stoichiometrisch droog rookgasvolume; vaste of vloeibare brandstoffen [m^3/kg], gasvormige brandstoffen [m^3/m^3]

Bepaling V_{st} :

Het stoichiometrisch droog rookgasvolume is het droog rookgasvolume dat bij volledige verbranding met lucht zonder luchtvermaat ontstaat. Het stoichiometrisch droog rookgasvolume wordt uit de brandstofsamenstelling (het aandeel C, H en O) bepaald. Door volledige verbranding te veronderstellen kan samen met de minimale luchtbehoefte het totale rookgasvolume als som van de aandelen CO_2 , H_2O en N_2 worden berekend.

Ook kan voor fossiele brandstoffen op basis van hieronder weergegeven formules (schatting onzekerheid 5%) het stoichiometrisch rookgasvolume worden geschat uit de stookwaarde (H). Deze formules zijn afgeleid van de reeds ingetrokken DIN 1942. De formules in de nu geldende NEN-EN 12952-15 vereisen meer invoergegevens, zoals het asgehalte en vochtgehalte van vaste brandstoffen en de dichtheid van gasvormige brandstoffen.

Gasvormige brandstoffen:

$$V_{st} = 0,199 + 0,234 \times H \quad (H \text{ in MJ}/\text{m}^3)$$

Vaste brandstoffen:

$$V_{st} = 0,450 + 0,239 \times H \quad (H \text{ in MJ}/\text{kg})$$

Vloeibare brandstoffen:

$$V_{st} = 0,929 + 0,221 \times H \quad (H \text{ in MJ}/\text{kg})$$

Berekening van de vracht

Op basis van de Nederlandse wet- en regelgeving moet in diverse situaties vracht of jaarvracht worden bepaald. Vanuit de NeR en het Activiteitenbesluit moet bijvoorbeeld aan zogenaamde grensmassastroom (vracht uitgedrukt in gram per uur) worden getoets om vast te stellen of een emissie-eis van toepassing is op de betreffende installatie. Vanuit het oogpunt van emissiehandel en E-PRTR

moet van bepaalde installaties de jaarvracht worden gerapporteerd. De vracht kan worden berekend op basis van concentratie en debiet of op basis van relatieve emissie en brandstofgebruik.

Berekening van de vracht op basis van debiet

$$E = C_s \times 10^{-9} \times F_s$$

waarin:

E emissievracht [kg/u]

C_s gestandaardiseerde concentratie [mg/m³] in droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie

F_s gestandaardiseerd debiet [m³/u] van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie

Voor berekening van de jaarvracht moet de emissievracht in kg/u worden vermenigvuldigd met het aantal bedrijfsuur per jaar. In veel situaties wordt de jaarvracht berekend op basis van een periodieke meting. Indien de concentratie continue wordt gemeten, dan beschikt men doorgaans over (half)uurgemiddelde waarden. Als ook het debiet als (half)uurgemiddelde waarde wordt vastgesteld, bijvoorbeeld door middel van directe meting of berekening uit het brandstofverbruik, dan kan ieder (half)uur een vracht worden berekend. De jaarvracht wordt dan berekend door sommatie van de (half)uurvrachten. Langere middelingstijden of verschillende middelingstijden voor de concentratie en het debiet kunnen leiden tot aanzienlijke systematische fouten in de berekende jaarvracht.

Berekening van de vracht op basis van brandstofverbruik

$$E = E_{rel} \times F_b \times \frac{H}{10^6}$$

waarin:

E jaarvracht [kg/uur]

E_{rel} relatieve emissie [g/GJ]

F_b brandstofverbruik [m³/uur resp. kg/uur]

Verbruik van gasvormige brandstoffen wordt uitgedrukt in m³/uur, verbruik van vaste of vloeibare brandstoffen in kg/uur]

H stookwaarde van de brandstof [MJ/m³ resp. MJ/kg]



Colofon

Bron: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/meten-rapporteren/meten-luchtemissies/l40-handleiding/5-herleiding/>

Datum: 9 maart 2016

Dit is een publicatie van:

Kenniscentrum InfoMil

www.infomil.nl

Post

Kenniscentrum InfoMil

Postbus 7007

2280 KA Rijswijk

Bezoek

Kenniscentrum InfoMil

Lange Kleiweg 34

Rijswijk

Kenniscentrum InfoMil is onderdeel van Rijkswaterstaat Leefomgeving van Rijkswaterstaat, de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Meer over Rijkswaterstaat Leefomgeving vindt u op www.rws.nl/leefomgeving.

Meer over Rijkswaterstaat vindt u op www.rws.nl