

Notitie: Toelichting emissies houtkachel

Gilze, 31 augustus 2021

Kenmerk: EW/97103.G057

Stikstofoxiden (NO_x)

In het productinformatieblad van de houtkachel, zie bijlage, is een NO_x emissie gegeven van 151 mg/Nm³ bij 10% O₂. De Uitgaande van de gegeven 151 mg/Nm³ bij 10% O₂. Deze emissie moet gecorrigeerd worden naar een zuurstofconcentratie van 6% voor het stoken van houtpellets. Hiervoor wordt de volgende formule gebruikt:

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

Waarbij:

- C: Concentratie betrokken op een standaard zuurstofconcentratie in droog rookgas
- C_m: Concentratie bij de actuele zuurstofconcentratie in droog rookgas. In dit geval 151 mg/Nm³
- O_s: Zuurstofconcentratie [volume%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatvinden. In dit geval 6v% voor stoken van houtpellets
- O_m: Actuele zuurstofconcentratie [volume%] betrokken op droog rookgas die is vastgesteld tegelijkertijd en op de zelfde plaats in de installatie als waar C_m is gemeten. In dit geval 10v%

$$151 \times \frac{21 - 6}{21 - 10} = 205,9$$

Hieruit blijkt dat de concentratie (C) bij een zuurstofconcentratie van 6% dus 205,9 mg/Nm³ bedraagt.

Bedrijfssystemen zijn in situ uitgerust met druk- en temperatuurmeting, zodat de correctie intern plaatsvindt. Er kan dus vanuit worden gegaan dat de concentratie gecorrigeerd is voor de temperatuur en de druk van het rookgas.

Tevens dient het gestandaardiseerd rookgas debiet berekend worden op basis van het brandstofverbruik. Hiervoor wordt de volgende formule gebruikt:

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

Waarbij:

- F_s: Gestandaardiseerd debiet van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie
- F_{br}: Brandstofverbruik. In dit geval 41,08 kg/h conform productinformatieblad
- V_{st}: Stoichiometrisch droog rookgasvolume. In dit geval 4,81 m³/kg
Bij vaste brandstoffen
 $V_{st} = 0,450 + 0,239 \times H$ [m³/kg]
 H: Stookwaarde. In dit geval 18.230 kJ/kg = 18,23 MJ/kg conform productinformatieblad
 $0,450 + 0,239 \times 18,23 = 4,81$ m³/kg
- O_s: Zuurstofconcentratie [volume%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatvinden. In dit geval 6v% voor stoken van houtpellets

$$41,08 \times 4,81 \times \frac{21}{21 - 6} = 276,6$$

Hieruit blijkt dat het gestandaardiseerd debiet (F_s) bij een zuurstofconcentratie van 6% dus 276,6 m³/u bedraagt.

De emissievracht kan berekend worden door de concentratie (C) te vermenigvuldigen met het gestandaardiseerd debiet (F_s).

$$205,9 \text{ mg/Nm}^3 \times 276,6 \text{ m}^3/\text{u} = 56.951,94 \text{ mg/u} = 0,05695194 \text{ kg/u}$$

Voor de berekening van jaarvracht moet de emissievracht in kg/u worden vermenigvuldigd met het aantal bedrijfsuren per jaar. In het kader van een worstcase benadering wordt rekening gehouden dat de houtkachel volcontinue in bedrijf is, dus 8.760 uur per jaar. De jaarlijkse NO_x emissie bedraagt derhalve $0,05695194 \times 8.760 = 498,9 \text{ kg NO}_x$ per jaar.

Conform het inspectierapport van de houtkachel bedraagt de hoogte van het emissiepunt 6,5 en is de diameter van de schoorsteen 0,20 meter (oppervlak 0,031 m²).

Voor het uitrekenen van de gemiddelde uittreedsnelheid wordt het gestandaardiseerd rookgasdebiet omgerekend van m³/u naar m³/s en vervolgens gedeeld door de oppervlakte van de uitstroomopening. $276,6 \text{ m}^3/\text{u} \div 3.600 \text{ s} = 0,07681 \text{ m}^3/\text{s} \div 0,031 \text{ m}^2 = 2,45 \text{ m/s}$

In het productinformatieblad staat gegeven dat de temperatuur van het rookgas 190 °C bedraagt.

Fijnstof PM₁₀

In het productinformatieblad staat gegeven dat de emissie totaalstof van de houtkachel 26 mg/m³ bedraagt. Aan de hand van het onderzoeksrapport '*Determining PM-emission fractions (PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}) from small-scale combustion units and domestic stoves using different types of fuels including biofuels like wood pellets and energy grain*' (zie bijlage) is te herleiden dat bij het verbranden van houtpellets circa 97% van het totaal stof uit deeltjes PM₁₀ bestaat. Omdat de exacte verhouding uit de figuur niet is af te leiden is rekening gehouden met een worstcase benadering (99%). Derhalve is de emissie totaalstof van 26 mg/m³ door te vertalen naar $26 \text{ mg/m}^3 \times 0,99 = 25,74 \text{ mg/m}^3$ fijnstof PM₁₀. Dit is de waarde bij 10% O₂. Dit dient te worden omgerekend naar 6% O₂. Hiervoor wordt de formule zoals weergegeven bij stikstofoxiden (NO_x) gebruikt.

$$25,74 \times \frac{21 - 6}{21 - 10} = 35,1$$

Hieruit blijkt dat de concentratie bij een zuurstofconcentratie van 6% dus 35,1 mg/m³ bedraagt.

In ISL3a dient de fijnstof PM₁₀ emissie in gram per seconde ingevoerd te worden. Om de emissie in mg/m³ om te rekenen naar mg/u wordt de emissie vermenigvuldigd met het gestandaardiseerd debiet. Vervolgens wordt de emissie omgerekend naar gram per seconde.

$$35,1 \text{ mg/m}^3 \times 276,6 \text{ m}^3/\text{u} = 9.708,66 \text{ mg/u} \div 3.600 \text{ s} = 2,70 \text{ mg/s} \times 0,001 = 0,0027 \text{ g/s}$$