

- De nauwkeurigheid van de meting van de kanaalafmetingen heeft een grote invloed op de nauwkeurigheid van het berekende debiet (de oppervlakte is evenredig met het kwadraat of product van de lineaire afmetingen). De maximum toegelaten afwijking op de diameter van de schoorsteen bedraagt 2%.
- Bij sterk draaiende stroming (swirl) kan de stromingshoek als volgt worden bepaald:
 - Nivelleer de manometer en voer een zero uit
 - Maak een verbinding met de S-pitotbuis en voer een lektest uit
 - Plaats de S-pitotbuis achtereenvolgens in ieder meetpunt zodat de vlakken van de openingen van de pitotbuis loodrecht op de meetdoorsnede staan (deze positie voor de S-pitotbuis is de 0°-referentie)
 - Registreer de differentieeldruk in elk punt. Als een verschildruk 0 in deze 0°-stand bekomen wordt, dan wil dit zeggen dat een aanvaardbare debietsconditie in dat punt bestaat. Als de verschildruk niet 0 is, dan moet de pitotbuis gedraaid worden totdat een 0-uitlezing op de manometer bekomen wordt. Registreer dan de draaiingshoek van de pitotbuis.
 - Als de draaiingshoek in elk punt minder dan 15° bedraagt dan is de debietsconditie in het gaskanaal aanvaardbaar. Het niet kleiner zijn van de hoek tov de kanaalas dan 15° is een afwijking van de NBN EN 15259, maar voor debiet wordt een meting waarbij gecorrigeerd moet worden wel als een conforme meting voor bepaling van het massadebiet beschouwd

Wanneer de stromingsrichting niet parallel is met de as van de leiding, dan kunnen grotere snelheden worden gemeten dan wat met de werkelijke axiale stroom overeenkomt. Een correctie hiervoor is onder §8 beschreven.

10 MEETONZEKERHEID

Bij de debietsbepaling komen in de praktijk frequent grote afwijkingen voor tussen laboratoria onderling en tussen verwachte en gemeten waarden. De oorzaak hiervan ligt vaak bij systematische fouten (bias) te wijten aan niet-conformiteit met de voorwaarden gesteld in het toepassingsgebied in paragraaf 1, of in afwijkingen van de meetapparatuur of van de ligging van de meetpunten. De volgende evaluatie gaat ervan uit dat de normen strikt worden nagevolgd, en houdt geen rekening met grote systematische afwijkingen.

De bepaling van de meetonzekerheid op de snelheidsmeting met een pitotbuis kan in drie stappen worden uitgevoerd:

1. Onzekerheid op de snelheidsmeting in één punt
2. Onzekerheid op de gemiddelde snelheid
3. Onzekerheid op het totaal debiet, in reële en standaardcondities

Om de verschillende onzekerheidsbijdragen op snelheids- en debietsmetingen te evalueren wordt de GUM-benadering gevolgd. Deze methode laat toe de onzekerheid te berekenen in functie van de gassnelheid, en het effect van het aantal meetpunten en de kanaalomstandigheden te onderzoeken.

De variabelen die volgens de berekening van het debiet bijdragen in de meetonzekerheid zijn:

- pitotfactor K, onzekerheid volgens certificaat of eigen kalibratie
- Δp
- ρ , zelf bepaald uit gassamenstelling, watergehalte, temperatuur en druk

- schoorsteenafmetingen of diameter D
- temperatuur en druk in de schoorsteen

Andere factoren die niet in de formules zijn terug te vinden:

- variaties in functie van de tijd
- variaties in gassenstelling en watergehalte
- afwijkende positie van de pitotbuis
- herhaalbaarheid

Onzekerheid op de plaatselijke snelheidsmeting

Door toepassing van de foutenpropagatieregels voor de gecombineerde meetonzekerheid volgens de GUM:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) \quad (13)$$

op vergelijking (3) bekomt men de volgende uitdrukking voor de meetonzekerheid bij de snelheidsmeting op 1 punt in functie van de samenstellende meetonzekerheden:

$$\frac{u_c^2(v)}{v^2} = \frac{u^2(K)}{K^2} + \frac{u^2(\Delta p)}{4 \cdot \Delta p^2} + \frac{u^2(\rho)}{4 \cdot \rho^2} \quad (14)$$

Onzekerheid op de gemiddelde snelheid

De gemiddelde snelheid van de n gemeten punten wordt bekomen uit (8) waardoor de meetonzekerheid op het gemiddelde overeenkomt met

$$u^2(\bar{v}) = \frac{1}{n^2} \sum_j u^2(v_j) \quad (15)$$

Hierbij wordt opgemerkt dat de standaardonzekerheid op de gemiddelde gassnelheid daalt met een stijgend aantal meetpunten.

Onzekerheid op het volumedebiet

Het volumedebiet wordt uit de gemiddelde snelheid berekend door vermenigvuldiging met de oppervlakte van de kanaaldoorsnede volgens vergelijking (9), waardoor de meetonzekerheid op het gemiddelde overeenkomt met:

$$\frac{u^2(Q)}{Q^2} = \frac{u^2(\bar{v})}{\bar{v}^2} + \frac{u^2(A)}{A^2} \quad (16)$$

Voor cirkelvormige doorsneden met diameter D geldt: $\frac{u^2(A)}{A^2} = 4 \times \frac{u^2(D)}{D^2}$

De verdere evaluatie van de meetonzekerheid op Q_N en $Q_{N,dr}$ aan de hand van formules (10) en (11) ligt voor de hand en wordt hier niet verder uitgewerkt.

11 REFERENTIES

NBN EN ISO 16911-1: 2013

Emissies van stationaire bronnen - Handmatige en geautomatiseerde bepaling van de stroomsnelheid en het debiet in afgaskanalen - Deel 1: Handmatige referentiemethode

NBN EN 15259: 2007

Luchtkwaliteit - Meting van emissies van stationaire bronnen - Eisen voor meetvlakken en meetlocaties en voor doelstelling, meetplan en rapportage van de meting

ISO 10780: 1994

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

ISO 14164: 1999

Stationary source emissions - Determination of the volume flowrate of gas streams in ducts - Automated method

EPA Method 1

Sample & velocity Traverses for stationary sources

EPA Method 2

Determination of stack gas velocity and volumetric flow rate (type S pitot tube)

ISO 3966: 2008

Measurement of fluid flow in closed conduits – Velocity area method using pitot static tubes

EN 13284-1: ~~2004~~ 2017

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

Environment Agency

Method Implementation Document for EN 13284

BS EN 13284-1: 2002

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