



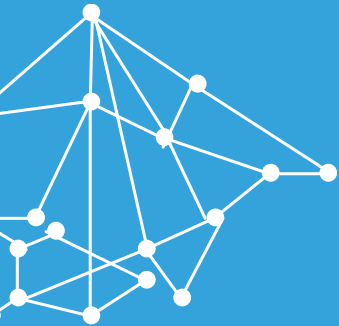
ONTWERPPROCEDURE LUC/0/004
METING VAN GASSNELHEID EN
VOLUMEDEBIET IN EEN GASKANAAL

INHOUD

Samenvatting ontwerpprocedure LUC/0/004 'Meting van gassnelheid en volumedebiet in een gaskanaal'

Reacties laboratoria op de procedure LUC/0/004

Vragen



- Voor het meten van de gassnelheid en het volumedebiet in een gaskanaal is de procedure **LUC/0/004** van het 'Compendium voor de monsterneming, meting en analyse van lucht' van toepassing
 - » Ontwerpmethode 2015: aanpassing van de bestaande LUC-methode aan de NBN EN ISO 16911-1 aangezien de NBN T 95-001 begin 2015 door NBN teruggetrokken werd (en vervangen door NBN EN ISO 16911-1)
 - » <http://emis.vito.be/ontwerpmethoden-luc>
- Toepassingsgebied van de procedure vermeldt dat de 'NBN EN ISO 16911-1: Emissies van stationaire bronnen –Handmatige en geautomatiseerde bepaling van de stroomsnelheid en het debiet in afgaskanalen –Deel 1: handmatige referentiemethode' van toepassing is, tenzij andere bepalingen in de procedure opgenomen

- Dit impliceert dat alles dat niet van toepassing is, in de LUC methode dient opgenomen; een aantal bijkomende punten worden nog opgenomen ivm opmerkingen labo's (zie reacties labo's)
- Meting van de gemiddelde snelheid in een sectie door traversering = meting in een netwerk van punten vastgelegd in EN 15259; minder punten dan in NBN T 95-001
- Voor de bepaling van het gasvolumedebiet ter berekening van de emissiestroom (debiet= $v_{gem} \times S$)
- Voor de instelling van het isokinetisme (stofvormige componenten, aanwezigheid druppels)

- We laten de keuze tussen de algemene en tangentiële methode momenteel open, ook voor debiet (zie LUC/0/004) - beiden toegelaten in NBN EN 15259 ('equivalent' beschouwd maar klopt niet)
- Dit kan vooral bij schoorstenen/afgaskanalen met een kleinere diameter tot verschillen leiden aangezien daar grotere snelheidsgradiënten kunnen optreden. Bij dergelijke kleine schoorstenen kan de algemene methode een overschatting geven en de tangentiële methode een onderschatting.
- In NBN EN ISO 16911-1 verwijzingen naar NBN EN 15259 maar tegenstrijdigheden NBN EN 15259 – NBN EN ISO 16911-1 over de te volgen methode voor cirkelvormige afgaskanalen: zie volgende slides

EN 15259

D.1 Methods for determining the positions of sampling points in circular and rectangular ducts

D.1.1 Method for circular ducts

D.1.1.1 General

There are two methods for determining the position of sampling points in circular ducts as described in D.1.2 and D.1.3. Both methods are considered equivalent.

NBN EN ISO 16911-1

5.3.2 Principle of volume flow rate determination from point velocity measurements

Volume flow rate is determined from a number of point measurements of the axial flow velocity over a measurement plane. Sufficient point measurements are made to characterize non-uniformities in the flow profile. The measurement points across the measurement plane are selected to be representative of regions of equal area. The average velocity passing through the measurement plane is calculated with good approximation as equal to the average of the point flow measurements. The procedures in EN 15259 are used to determine the measurement points for circular or rectangular ducts. The tangential methodology provided in EN 15259 is used for circular ducts as described in EN ISO 16911-1.

The reason that for circular ducts, the tangential methodology is preferred from the two schemes for determining equal areas provided for in EN 15259, is that this scheme has points which provide measures of the average flow in each equal area. The central point in the general method does not provide a measure of the average flow in the central area, but rather the maximum value. This may be useful for reconstructing the flow profile, but is not recommended for determining the average flow in the duct.

NBN EN ISO 16911-1

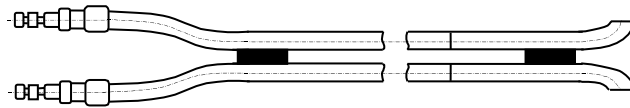
9.3.1 General

Depending on the monitoring plan, the preliminary inspections required in EN 15259 shall be carried out before the start of sampling.

When using an electronic pressure reading device, a calibration check shall be made by comparing the output with measurements from a liquid manometer device or calibrated pressure sensor, with an uncertainty better than the measurement device. The two results shall agree to within the uncertainty of the electronic device, if they differ by more than this, the cause shall be investigated and rectified. The resolution of the electronically pressure device shall be at least 2 decimal places per pascal.

Measure the internal stack diameter and stack wall thickness at the measurement plane for each measurement line. The duct wall thickness should include the depth of the port. The use of engineering drawing for the determination of the internal diameter is possible. The data, however, should be made plausible. Determine the required number of measurement lines and measurement points following the procedure given in EN 15259:2007, [Annex D](#), based on the equal area approach. For circular ducts, the tangential approach shall be used.

- Meting van de axiale gassnelheid met Pitotbuis (L-type, S-type, 2D of 3D) of vleugelradanemometer



- Alternatieve methoden in de NBN EN ISO 16911-1 toegelaten voor gedefinieerde doeleinden maar worden niet in het LUC behandeld:
 - » Berekening van het debiet vanuit het energieverbruik bij een verbrandingsproces
 - » Tracergas verdunningsmethode
 - » 'Tracer transit time'

Table 1 — Selection of measurement technique

Aim of measurement	Suitable techniques to realize measurement
Velocity measurement at a point	Point measurement: — differential pressure devices; — vane anemometer
Determination of swirl at the measurement plane	Differential pressure device able to determine flow direction: — S-type Pitot tube; — 3D or 2D Pitot tube
Periodic measurement of average velocity in duct	Grid of point velocity measurements Tracer dilution technique Tracer transit time technique Calculation approach based on energy consumption
Calibration of AMS for average velocity or volume	Grid of point velocity measurements Tracer dilution technique Tracer transit time technique

- S type Pitotbuis zou volgens ISO 10780 en EN 13284-1 meer gevoelig zijn aan fouten in uitlijnen, maar NBN EN ISO 16911-1 spreekt dit tegen – foute uitlijning van zowel S- als L-type Pitotbuizen tot 15 à 20°: geen significante wijziging ($< 1\%$) van de snelheid
- S Pitot meer geschikt voor gebruik:
 - » In gassen die stof en druppeltjes bevatten, om verstopping van de fijne gaatjes van de standaard Pitotbuis te vermijden.
 - » Bij lage stroomsnelheden, waar de hogere respons van de S-type Pitotbuis grotere en dus nauwkeuriger meetbare drukverschillen oplevert.
 - » In kanalen waar slechts een kleine opening beschikbaar is, in combinatie met een grote wanddikte, waar een L-type niet doorheen kan.

- Gebruik anemometer
 - » Het gebruik bij gassnelheden lager dan 5 m/s of differentieeldrukken < 5 Pa zal mogelijk tot een lagere meetonzekerheid leiden dan het gebruik van een Pitotbuis
 - » Niet gebruiken bij hoge stofgehaltes (risico op verstopping → beïnvloedt de kalibratie)
 - » Tabel B.1 met performantiecriteriën in de norm

- Kalibratie Pitotbuizen
 - » Alle Pitotbuizen dienen steeds voor ingebruikname gekalibreerd te worden
 - » Alle Pitotbuizen die in het veld gebruikt worden, moeten regelmatig gekalibreerd worden
 - » Frequentie kalibratie hangt af van de gebruiksfrequentie (1 tot 5 jaarlijks)
 - » Gebruik van Pitot kalibratiefactoren die enkel op het ontwerp gebaseerd zijn, zijn niet meer toegelaten
 - » Bij verschillende snelheden binnen het toepassingsgebied
 - » Kalibratie metrologisch traceerbaar
 - » Kalibratie t.o.v. ref. Pitotbuis in windtunnel conform ISO 10780 nog toegelaten
 - » Kalibratie bv t.o.v. een laser doppler anemometer volgens NBN EN ISO 16911-1

- Performantievereiste voor bepaling van de diameter van het afgaskanaal (NBN EN ISO 16911-1)

Table 2 — Performance requirements

Parameter	Criterion	Method of determination
Internal area of duct at measurement plane	$\leq 2\%$ of value	Performance evaluation of measurement method — note temperature may have a significant influence

Opm: in de meetonzekerheidsberekening (F.2 example uncertainty calculation) van de norm wordt een ‘maximal permissible error equal to 2% of the diameter’ toegepast

- Opgenomen in LUC/0/004: max toegelaten afwijking 2% op de bepaling van de diameter van het afgaskanaal
- Gebruik van plannen niet toegelaten zonder verificatie door opmeting (NBN EN ISO 16911 bv met lasermeettoestel/maatstok)

- Performantievereisten voor de verschildrukmanometer conform EN ISO 16911-1

Table A.1 — Performance requirements for differential pressure-based flow measurement

Parameter	Criterion	Method of determination
Minimum differential pressure	5 Pa	Performance evaluation of differential pressure-reading device
Calibration uncertainty of the measurement device for temperature which contains the temperature sensor and the indicator	$\leq 1\%$ of value	Performance evaluation for temperature sensor from thermocouple standards
Calibration uncertainty of the differential pressure sensor used for the measurement of the dynamic pressure and of the static pressure	$\leq 1\%$ of value or 20 Pa whichever is greater	Performance evaluation of differential pressure reading device

- Opgenomen in LUC/0/004:
 - » De minimum afleesbare verschildruk moet 5 Pa bedragen
 - » Uitgebreide meetonzekerheid max 1% van de afgelezen waarde of max 4 Pa (grootste waarde)

Uitvoering meting

- Bepaling gassamenstelling, watergehalte, absolute druk ($p_{atm} + p_{stat}$)
 - » Onzekerheid op de dichtheid $\leq 0,05 \text{ kg/m}^3$ (conform norm)
 - » Onzekerheid vochtbepaling: $\pm 20\%$ (conform norm aangezien NBN EN ISO 16911 daar naar EN 14790 doorverwijst)
 - » Onzekerheid temperatuur $\leq 1\%$ van de absolute temperatuur (conform NBN EN ISO 16911/ ISO 10780)
 - » Onzekerheid barometer (0,3% van de gemeten luchtdruk of 300 Pa – afkomstig uit ISO 10780)
- Snelheidsmeting op basis van verschildrukmetingen:
 - » In elk punt: gemiddelde differentieeldruk over **ten minste 1 minuut**
 - » Elektronische registratie of bepaling op zicht (min 3 ogenblikkelijke meetwaarden verspreid over een minuut)
 - » **Bij sterk fluctuerende verschildrukken is een uitlezing op zicht niet toelaatbaar!**
- Metingen in een ref. punt om de stabiliteit van gassnelheid en temperatuur na te gaan – vroegere criteria NBN T 95-001 in ontwerpmethodode opgenomen

1) Wat zijn de criteria voor de bepaling van de stabiliteit bij metingen in een referentiepunt?

Criteria vroegere NBN T 95-001 worden in de LUC-methode opgenomen:

- De gemiddelde differentiaaldruk, die ten minste om de 10 minuten in het referentiepunt gemeten wordt, mag niet meer dan 10% afwijken van het rekenkundig gemiddelde van al de daar verrichte metingen
- De gemiddelde gastemperatuur, die ten minste om de 10 minuten in het referentiepunt gemeten wordt, mag niet meer dan 20°C afwijken van het rekenkundig gemiddelde van al de daar verrichte metingen

+ aan de CEN TC 264 werkgroep 23 'debiet' wordt gevraagd hoe hiermee om te gaan

- 2) Toepassingsgebied ontwerpmethode LUC/0/004:** in de tweede alinea wordt verwezen naar de norm EN15259 voor de selectiecriteria voor het gebruik van de verschillende types van Pitotbuizen. Deze norm beschrijft “Requirements for the measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report” maar niet de selectiecriteria voor Pitotbuizen en vleugelradanemometers. Wat zijn de criteria voor de bepaling van de stabiliteit bij metingen in referentiepunt?

Punt 1 is inderdaad een foute verwijzing, dit moet een verwijzing naar de debietsnorm zelf zijn (NBN EN ISO 16911-1). Werd aangepast in de definitieve versie.

Punt 2 : zie vorige slide

- 3) 8 Bepalen van de richting van de gasstroom: betreffende de 3 alinea waar de berekening van de snelheid aan de hand van de correctie van de Swirl wordt beschreven. Hier wordt duidelijk vermeld dat een Pitot S toegelaten is om metingen uit te voeren met een hoek groter dan 15° waarna de correctie dient uitgevoerd te worden. Echter merken we op dat de labo's niet over de middelen beschikken om deze hoek nauwkeurig te meten.**

Bepaling van de hoek met S-Pitot is wel mogelijk. Loodrecht op de gasstroom is de snelheid normaal 0 –als dit niet het geval is draai je verder tot de snelheid 0 wordt- wat het zelfs bij sterk fluctuerende snelheden mogelijk maakt om de hoek te bepalen.

Als later onder die hoek gemeten moet worden, kan je

- 1) sonde draaien tot de richting waar de hoogste snelheid gemeten wordt
- 2) de sonde opstellen onder de eerder bepaalde hoek nl gemeten volgens hoger bepaalde methode- dit bij wisselende snelheden ifv de tijd waar het niet goed mogelijk is om de hoogste snelheid te zoeken.

- 4) 9.2 Aandachtspunten bij de debietsbepaling: bij het laatste punt betreffende sterk draaiende stroming wordt als laatste vermeld dat de draaiingshoek in elk punt minder moet zijn dan 15° . Indien dit niet het geval is, kan er geen geldige meting met Pitot L of S uitgevoerd worden. Dit is tegenstrijdig met bovenstaande opmerking betreffende hoofdstuk 8 waar vermeld wordt dat een Pitot S kan gebruikt worden voor metingen met als swirl $> 15^\circ$ waarna de berekeningen moeten gecorrigeerd worden.**

Na overleg wordt beslist om de correctie in de LUC methode debiet toe te laten, maar de melding dat er bij hoeken $> 15^\circ$ geen geldige meting met Pitot L of S kan uitgevoerd worden weg te doen aangezien in dat geval gecorrigeerd kan worden.

In de procedure debiet wordt wel gemeld dat het niet kleiner zijn van de hoek t.o.v. de kanaalas dan 15° een afwijking van de EN 15259 is, voor debiet wordt een meting waarbij gecorrigeerd moet worden wel als een conforme meting voor bepaling van het massadebiet beschouwd.

5) Zijn de afstandsregels (5/2 of 5/5) een richtlijn of een regel?

Richtlijn bij constructie, maar wel van belang voor veronderstelde homogeniteit

6) Is 4/2 of 4/5 ook goed voor oudere installaties? Daar was al eens over gesproken in een vorige vergadering van de werkgroep lucht.

Afstandsregels vanuit de vroegere NBN T 95-001 enkel nog opgenomen in de veronderstelde homogeniteit (naast afstandsregels NBN EN 15259)

Van belang is dat voldaan is aan de 4 voorwaarden vanuit de NBN EN 15259 voor een homogeen stromingsprofiel

7) De hoek van de gasstroom moet op het verslag vermeld worden (p17/21 Meetplaats in het gaskanaal LUC/0/001).

o Hoe die hoek meten?

Staat onder punt 8 en 9.2 (meer detail voor bepaling met S-Pitot) van de ontwerpmethode beschreven

8 BEPALEN VAN DE RICHTING VAN DE GASSTROOM

Met standaard pitotbuis

Een standaardpitotbuis levert aanvaardbare metingen van de gassnelheid op zolang de richting van de buis niet meer dan 15° afwijkt van de stromingsrichting. Wanneer de afwijking groter wordt dan 15° vermindert de afgelezen dynamische druk snel. Bij 90° dwarsstelling wordt een negatieve druk afgelezen. Door de pitotbuis te draaien kan de richting voor het maximale drukverschil worden opgespoord. Deze richting komt overeen met de stromingsrichting. Op deze wijze kan de aanwezigheid van draaistromen of terugstroming worden aangetoond.

Met S-type pitotbuis

S-pitotbuizen laten een nauwkeurige meting van de gassnelheid toe op voorwaarde dat de richting van de gasstroom niet meer dan 15° afwijkt van de richting van de pitotbuis. Bij 90° dwarsstelling staan de drukopeningen van de S-pitotbuis parallel met de stroom en is de drukuitlezing op de micromanometer nul. De richting van de gasstroom kan dus worden bepaald door de S-pitotbuis te draaien tot de manometer nul aanduidt. De stromingsrichting maakt dan een hoek van 90° met de richting van de pitotbuis.

Correctie voor Swirl:

$$v_c = \cos\theta_{\text{meting}} \cdot v_{\text{meting}}$$

met:

$\cos\theta_{\text{meting}}$: cosinus van de gemeten hoek

v_{meting} : gemeten snelheid onder hoek θ_{meting}

8) De hoek van de gasstroom moet op het verslag vermeld worden (p17/21 Meetplaats in het gaskanaal LUC/0/001).

- o **Wat is een 2D en 3D type Pitotbuis?**
- o **Moet er overgeschakeld worden naar zulk een type Pitotbuis om die hoek te kunnen meten?**

3D pitot



Neen, kan volgens de ISO 16911 ook met een S-Pitot, we eisen niet dat de labo's overschakelen naar een 2D of 3D Pitotbuis.

9) Hoe praktisch een lektest van de Pitotbuis uitvoeren?

Volgens NBN ISO EN 16911-1

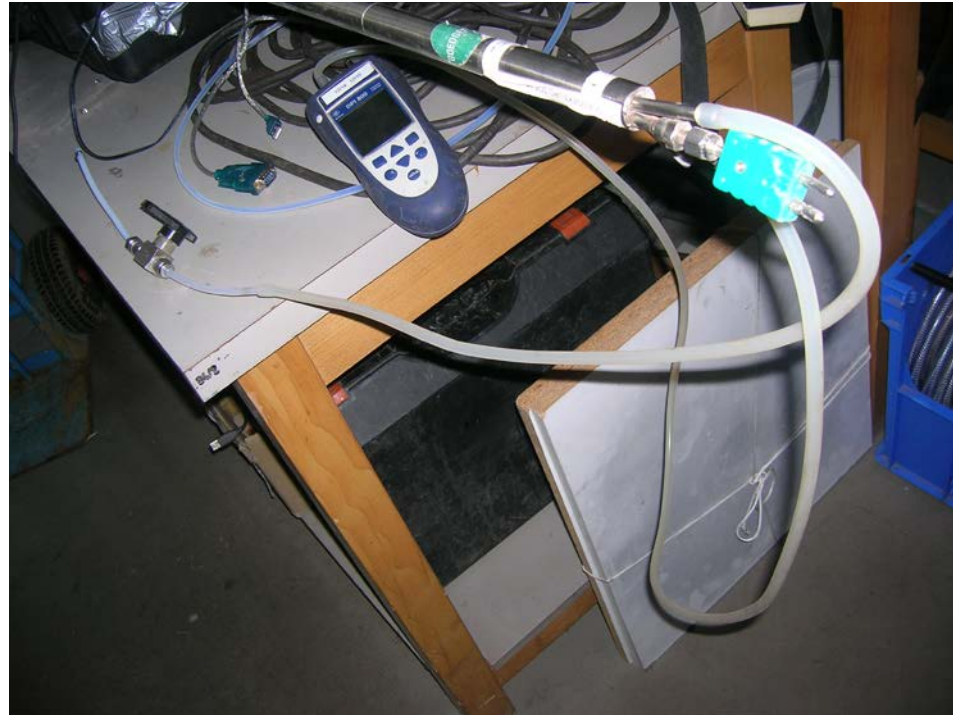
‘This can be achieved by pressurizing the tube at least as high as the static pressure in the stack and sealing the pressure taps. The pressure reading device should indicate no drop in pressure over a 5 min period.’

Voorstel bijkomende toelichting in LUC/0/004 (afwijkende bepaling t.o.v. NBN ISO EN 16911-1):

Tweemaal per jaar moet een lektest van de Pitotbuis in het laboratorium uitgevoerd worden:

- Sluit de openingen van de Pitotbuis af
- Breng de Pitotbuis op een druk van ten minste de absolute druk in het afgaskanaal ($p_{\text{atm}} + p_{\text{stat}}$) in het afgaskanaal – dit kan bv m.b.v. een kraantje gebeuren en sluit het kraantje onmiddellijk
- De druk mag maximum 5% dalen over een periode van 1 minuut

9) Hoe praktisch een lectest van de Pitotbuis uitvoeren?



10) 9.3.1 General (p14): Is het nu de bedoeling om voor elke meting een controle uit te voeren t.o.v. een andere gekalibreerde verschildrukmeter? De norm vermeldt ook dat dit op 2 decimalen moet zijn???

9.3.2 Pre-test leak check (p15): Lektest over 5 minuten??

9.3.4 Test of repeatability at a single point (p15): Is het de bedoeling dat deze test bij elke meting wordt uitgevoerd?

9.3.1 en 9.3.3: neen, we gaan in de LUC procedure opnemen dat deze controles niet uitgevoerd moet worden. Onder punt 5 'Uitvoering van de meting' van de LUC-procedure wordt volgende zin toegevoegd:

'De controles vóór de monsterneming beschreven onder punt 9.3 van de NBN EN ISO 16911-1 dienen niet uitgevoerd te worden, met uitzondering van de lektest van de Pitotbuizen (9.3.2). Deze lektest dient niet bij iedere meting uitgevoerd te worden maar het volstaat om alle Pitotbuizen tweemaal per jaar in het labo op lek te controleren (zie ook 9.2).'

9.3.2 zie vorige slides

Vragen

