

## **Bepaling van de concentratie PER (tetrachlooretheen) in de lucht van textielreinigingsmachines die gebruikmaken van PER als reinigingsmiddel**

---

## INHOUD

|          |                                                                                        |          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Toepassingsgebied</b>                                                               | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Bemonstering</b>                                                                    | <b>3</b> |
| 2.1      | <i>Tijdstip van meting en aantal metingen bij controle van de grenswaarde</i>          | 3        |
| 2.2      | <i>Bemonsteringspositie</i>                                                            | 3        |
| 2.3      | <i>Uitrusting</i>                                                                      | 3        |
| 2.3.1    | Koppelstuk                                                                             | 3        |
| 2.3.2    | Meetopstelling voor de meting m.b.v. FID                                               | 4        |
| 2.4      | <i>Bemonsteringsduur</i>                                                               | 4        |
| <b>3</b> | <b>Analyse</b>                                                                         | <b>4</b> |
| <b>4</b> | <b>Berekeningen</b>                                                                    | <b>6</b> |
| 4.1      | <i>Omrekening meetwaarden FID van ppm PER naar mg PER/Nm<sup>3</sup></i>               | 6        |
| 4.2      | <i>Omrekening meetwaarden FID van ppm propaanequivalent naar mg PER/Nm<sup>3</sup></i> | 6        |
| <b>5</b> | <b>Randvoorwaarden meetomstandigheden</b>                                              | <b>7</b> |
| <b>6</b> | <b>Validatie</b>                                                                       | <b>7</b> |
| 6.1      | <i>Validatie van de meetmethode</i>                                                    | 7        |
| 6.2      | <i>Toestelvalidatie</i>                                                                | 7        |
| <b>7</b> | <b>Meetonzekerheid</b>                                                                 | <b>8</b> |
| <b>8</b> | <b>Referenties</b>                                                                     | <b>8</b> |

## 1 TOEPASSINGSGEBIED

Deze procedure beschrijft de te volgen meetmethode voor de concentratiebepaling van PER (tetrachlooretheen) in de lucht van textielreinigingsmachines -die gebruikmaken van PER als reinigingsmiddel- in een bereik van 200 tot 6000 mg PER/Nm<sup>3</sup>. De meting vindt plaats in de machine ter controle van een grenswaarde.

## 2 BEMONSTERING

Een deelstaal wordt zo dicht mogelijk bij de uitgang van de wastrommel aangezogen via de verder beschreven meetopstelling (2.3.2) en naar een FID monitor geleid voor de bepaling van de PER-concentratie.

### 2.1 TIJDSTIP VAN METING EN AANTAL METINGEN BIJ CONTROLE VAN DE GRENSWAARDE

De meting vindt telkens op het einde van de droogcyclus plaats op het moment dat het afgrendelsysteem het toelaat om de laaddeur manueel te openen. De laaddeur blijft tijdens de meting gesloten.

Bij de controle van een grenswaarde worden 3 sets van bemonsteringen/metingen uitgevoerd waarbij de machine per cyclus telkens onder normale omstandigheden gebruikt wordt.

### 2.2 BEMONSTERINGSPOSITIE

De bemonstering wordt zo dicht mogelijk bij de uitgang van de wastrommel uitgevoerd. Bij voorkeur wordt een meetopening gebruikt die reeds aanwezig is ter hoogte van de afvoerleiding van de trommel. De meetopening wordt tijdens de bemonstering hermetisch afgesloten.

Indien er geen geschikte meetopening aanwezig is, moet die door de exploitant aangebracht worden ter hoogte van de afvoerleiding van de trommel en dit zo dicht mogelijk bij de trommel.

De laaddeur blijft tijdens de meting gesloten.

### 2.3 UITRUSTING

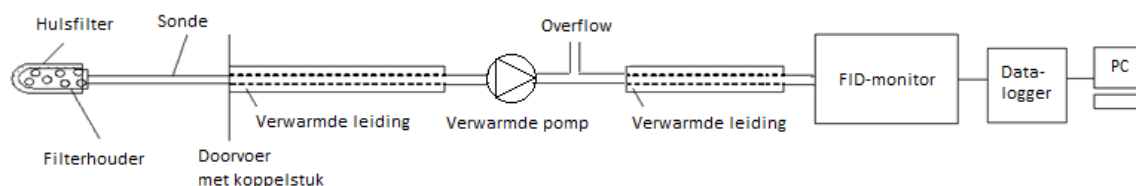
#### 2.3.1 KOPPELSTUK

Om de metingen zonder leklucht uit te voeren wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een aangepast koppelstuk. Hierop wordt een doorgang luchtdicht aangebracht. Tijdens de montage van het koppelstuk op de meetopening wordt de schroefdraad van het koppelstuk luchtdicht afgedicht met teflontape.

### 2.3.2 MEETOPSTELLING VOOR DE METING M.B.V. FID

De meetopstelling voor de meting met een FID monitor wordt als volgt uitgevoerd:

- Het afgas wordt over een stoffilter aangezogen.
- De stoffilter wordt via een korte sonde aangesloten op een verwarmde leiding (op 70°C).
- Op de verwarmde leiding wordt een pomp met verwarmde kop aangesloten. Deze pomp dient om mogelijke onderdrukken en schommelingen daarvan in de meetopstelling op te vangen en de goede werking van de FID te garanderen.
- De uitgang van de pomp is aangesloten op een verdeelstuk met een open uitgang naar de omgevingslucht om de overmaat aan afgasdebiet weg te leiden en de druk op atmosferisch niveau te brengen. Doordat er hoge PER-concentraties in de machine aanwezig kunnen zijn, is het aangewezen om deze overmaat naar buiten te leiden.
- Het verdeelstuk is aangesloten op een verwarmde leiding (op 180°C) die rechtstreeks aangesloten is op de FID monitor



*Figuur 1: Meetopstelling voor de meting van PER m.b.v. FID*

### 2.4 BEMONSTERINGSDUUR

De bemonsteringsduur wordt zo kort mogelijk gehouden.

De continue meting met FID via een bemonsteringsleiding aangesloten op het meetpunt aan het uiteinde van de trommel kan reeds starten voordat het afgrendelsysteem de laaddeur vrijgeeft. De concentratie wordt continu opgevolgd en één meetperiode (met uitmiddeling meetwaarde) van 30 seconden wordt genomen vanaf het tijdstip dat de laaddeur vrijgegeven wordt door het afgrendelsysteem.

## 3 ANALYSE

De PER-concentratie in de aangezogen lucht wordt bepaald op basis van een totaal koolwaterstofmeting m.b.v. een FID-monitor. Kalibratie van de FID-monitor gebeurt rechtstreeks met een PER-kalibratiegas of met propaan. Indien de FID met propaan gekalibreerd wordt, dient de RRF-factor (Relatieve Responsfactor) voor PER bepaald te worden voor de omrekening van de meetwaarden van de FID van ppm propaanequivalenten naar mg PER/Nm<sup>3</sup> (zie 4.2). De RRF kan door de fabrikant worden opgegeven of experimenteel worden bepaald.

Tijdens de meetcampagne wordt de FID monitor gekalibreerd en gecontroleerd volgens compendiumprocedure LUC/II/001.

De verschillende stappen hierbij zijn:

- Uitvoering van een lectest op het volledige monsternemingssysteem;
- Kalibratie van de monitor met zero- en spangas (in deze volgorde) met bijregeling; de gassen worden hierbij rechtstreeks aan de monitor aangeboden;
- Eerste-lijnscontrole met een onafhankelijk controlegas (zie procedure LUC/II/001 §3.3); het controlegas wordt bij elke meting doorheen de volledige bemonsteringstrein gestuurd;
- Opnieuw aanbieden van het zero- en spangas zonder bijregeling (driftbepaling; zie procedure LUC/II/001 §3.4.1 voor de driftcriteria en eventueel door te voeren correcties)

Deze handelingen moeten op de meetplaats zelf worden uitgevoerd. Alle kalibraties moeten natrekbaar zijn in de elektronische databestanden (zowel zero-, span-, als controlegas).

De vereisten voor het zero- en kalibratiegas en voor het controlegas zijn eveneens in procedure LUC/II/001 opgenomen. Bij elke meting worden de tijdstippen van uitvoering van de lectest, kalibratie, controle, meting en na-ijking genoteerd, alsook de identificatienummers van de gebruikte gassen.

FID-metingen leveren een onmiddellijke concentratie-uitlezing op waardoor ter plaatse vastgesteld kan worden of al dan niet aan een grenswaarde wordt voldaan. Bij een overschrijding kan een herhalingsmeting worden uitgevoerd waarbij mogelijke oorzaken van de overschrijding kunnen worden onderzocht (bv. regeneratie AK-filter te lang geleden uitgevoerd, AK-filter is aan vervanging toe, mogelijk technisch defect PER reinigingsmachine, ...). Zo kan ter plaatse onderzocht worden of dat bv. na regeneratie van de AK-filter het probleem reeds verholpen is. Aan de hand van FID-metingen kan ook nagegaan worden wat er in de machine gebeurt voorafgaand aan het tijdstip waarop de deur geopend mag worden. Door meerdere cycli te meten kan worden nagegaan hoe representatief de metingen zijn.

## 4 BEREKENINGEN

Bij een rechtstreekse kalibratie van de FID monitor met PER kalibratiegas is de omrekening van de FID-meetwaarde in ppm naar mg PER/Nm<sup>3</sup> weergegeven onder 4.1, bij kalibratie van de FID monitor met propaan als kalibratiegas is de omrekening onder 4.2 weergegeven.

### 4.1 OMREKENING MEETWAARDEN FID VAN PPM PER NAAR MG PER/NM<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{meetwaarde (mg PER/Nm}^3\text{)} &= \frac{\text{meetwaarde (in ppm)} \times \text{MM PER}}{V_m} \\ &= \frac{\text{meetwaarde (in ppm)} \times 165,83}{22,4}\end{aligned}$$

waarbij:

MM PER: molaire massa PER (165,83 g/mol)

V<sub>m</sub>: molair volume van het ijkgas bij 273,15 K en 1013,25 hPa (V<sub>m</sub> = 22,4 l/mol)

### 4.2 OMREKENING MEETWAARDEN FID VAN PPM PROPAAEQUIVALENT NAAR MG PER/NM<sup>3</sup>

1) De omrekening van het FID meetsignaal in ppm propaanequivalent naar mg C/Nm<sup>3</sup> (bij 273,15 K en 1013,25 hPa) gebeurt als volgt:

$$\begin{aligned}\text{meetwaarde (mg C/Nm}^3\text{)} &= \frac{\text{meetwaarde (in ppm)} \times nC \times \text{MMC}}{V_m} \\ &= \frac{\text{meetwaarde (in ppm)} \times 3 \times 12,01}{22,4}\end{aligned}$$

waarbij:

nC: aantal koolstofatomen in het ijkgas (voor propaan is nC = 3)

MMC: molaire massa aan koolstof (MMC = 12,01 g/mol)

V<sub>m</sub>: molair volume van het ijkgas bij 273,15 K en 1013,25 hPa (V<sub>m</sub> = 22,4 l/mol)

2) De meetwaarde uitgedrukt als mg C/Nm<sup>3</sup> kan verder omgerekend worden naar mg PER/Nm<sup>3</sup>.

Hierbij dient de meetwaarde ook gecorrigeerd te worden met de relatieve responsfactor (RRF-factor) van het FID meettoestel voor PER waarbij:

$$\text{RRF-factor PER} = \frac{\text{meetwaarde (mg C/Nm}^3\text{)}}{\text{gecorrigeerde (werkelijke) meetwaarde PER (mg C/Nm}^3\text{)}}$$

De verdere omrekening gebeurt als volgt. Hierbij wordt aangenomen dat alle VOS in het afgas benaderend enkel bestaan uit PER.

#### gecorrigeerde (werkelijke) meetwaarde (mg PER/Nm<sup>3</sup>)

$$= \text{gecorrigeerde (werkelijke) meetwaarde (mg C/Nm}^3) \times \frac{\text{MM PER}}{\text{MMC PER}}$$

$$= \frac{\text{meetwaarde (mg C/Nm}^3)}{\text{RRF-factor PER}} \times \frac{\text{MM PER}}{\text{MMC PER}}$$

$$= \frac{\text{meetwaarde (in ppm)} \times 3 \times 12,01}{22,4 \times \text{RRF-factor PER}} \times \frac{165,83}{24,02}$$

waarbij:

MM PER: molaire massa PER (165,83 g/mol)

MMC PER: molaire massa PER aan koolstof (24,02 g/mol)

## 5 RANDVOORWAARDEN MEETOMSTANDIGHEDEN

De PER reinigingsmachine dient onder normale omstandigheden te werken. De relevante machine- en wasparameters met betrekking tot de metingen worden genoteerd: type machine, bouwjaar machine, datum van plaatsing van het actueel actiefkoolfilter, datum van de laatste regeneratie van het actiefkoolfilter, aantal wasbeurten na laatste regeneratie actiefkoolfilter, type was, duurtijd wasprogramma, hoeveelheid was.

## 6 VALIDATIE

### 6.1 VALIDATIE VAN DE MEETMETHODE

Testmetingen bij 3 textielreinigingsmachines die gebruikmaken van PER als reinigingsmiddel werden ter validatie van de meetmethode uitgevoerd. De resultaten zijn in een afzonderlijk rapport opgenomen (Sleeuwaert et al, 2014).

### 6.2 TOESTELVALIDATIE

Indien de FID monitor met propaan gekalibreerd wordt, dan moet de RRF-factor voor PER van het gebruikte FID-meettoestel worden bepaald. Deze RRF-factor is noodzakelijk voor de omrekening van de meetwaarden van de FID van ppm propaanequivalenten naar mg PER/Nm<sup>3</sup>, zie 4.2 voor de berekeningsmethode. De RRF kan opgegeven worden door de fabrikant of experimenteel worden bepaald.

Voor overige validatievereisten voor de FID-monitor wordt verwezen naar procedure LUC/II/001.

## 7 MEETONZEKERHEID

Elk erkend laboratorium dient te beschikken over een evaluatie van de meetonzekerheid. Voor de bepaling van de meetonzekerheid van een meting met FID wordt verwezen naar procedure LUC/II/001.

## 8 REFERENTIES

Compendium voor de monsterneming, meting en analyse van lucht (LUC):

<http://www.emis.vito.be/lne-erkenningen-lucht>

- Essentiële kwaliteitsvereisten voor emissiemetingen (LUC/0/005)
- Bemonstering voor rookgassen en analyse van CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub> en TOC met monitoren (LUC/II/001)

Ontwikkeling van een meetmethode om de concentratie van PER (tetrachlooretheen) in de lucht te bepalen voor textielreinigingsmachines die gebruikmaken van PER als reinigingsmiddel.

Frank Sleeuwaert, Bart Baeyens, Wim Aerts, Guido Lenaers en Rob Brabers

VITO verslag 2014/MRG/R/270