

Eindrapport

# Het opstellen van een inventaris en procedures voor het onderzoek en de kwantificering van atmosferische verontreiniging in de omgevingslucht

Berghmans P., Baeyens B., Moonen N., Otten G., Spruyt M., Swaans W.

Studie uitgevoerd in opdracht van: Leefmilieu Brussel  
2018/MRG/R/1741  
Januari 2019



---

**VITO NV**

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB



## VERSPREIDINGSLIJST

Patrick Berghmans (VITO)

Bart Baeyens (VITO)

Gert Otten (VITO)

Nic Moonen (VITO)

Maarten Spruyt (VITO)

Wendy Swaans (VITO)

TRAN Tuan Khai (LB)

HERMANS Ineke (LB)

## SAMENVATTING

Deze richtlijn beschrijft de onderzoeksstrategie voor het meten van vluchtige stoffen in de lucht. De richtlijn geeft antwoord op de vraag hoe men betrouwbare meetresultaten verkrijgt en hoe deze meetgegevens gebruikt kunnen worden voor de identificatie van een bron van luchtverontreiniging en de beoordeling van het risico voor mens en milieu. Bij de risicobeoordeling wordt rekening gehouden met specifieke omstandigheden horende bij de situatie. Met behulp van deze richtlijn is het mogelijk voor de inspecteurs van de afdeling Inspectie en verontreinigde bodems van Leefmilieu Brussel, een onderbouwde meetstrategie op te maken. Door vooraf de onderzoeksvraag eenduidig vast te stellen, de criteria waaraan de uitvoering van een Calamiteiten Lucht Monitoring (CLM) moet voldoen en de toetsingscriteria van de gevonden concentraties, kan een meetstrategie worden opgebouwd afgestemd op de specifieke situatie.

Voornamelijk bij een incident of een calamiteit, maar ook bij een “normale” bedrijfsvoering, kan luchtverontreiniging hinder veroorzaken en een potentiële bedreiging vormen voor zowel werknemers op een industriële site als omwonenden, m.n. dichtbevolkte gebieden met gevoelige bevolkingsgroepen (oudere volwassenen en kinderen, ziekenhuis- patiënten, enz.). De identificatie en kwantificering van de bron van luchtverontreiniging is een essentieel onderdeel voor de bescherming van mens en milieu bij :

- de karakterisering van de luchtverontreiniging ;
- de beoordeling van de potentiële gezondheidseffecten van blootstelling ;
- (indien mogelijk) het verminderen of volledig stoppen van de ondervonden hinder/het gevaar door het opleggen van de voorwaarden van de milieuvergunning ;
- het terugvinden van de verantwoordelijke en eventueel het vaststellen van een inbreuk
- de bepaling van de noodzaak voor aanvullende monitoring (ingeval van verhoogde concentraties) ;
- het verzamelen van nuttige informatie die door de bevoegde instanties (brandweer, burgemeester) kunnen gebruikt worden bij de afbakening van het gebied waar eventuele bescherming of evacuatie vereist is.

Naar aanleiding van een incident/calamiteit of van klachten (hinder), dient een luchtkwaliteitsmonitoring te worden overwogen wanneer:

- blootstelling aan chemische stoffen/polluenten/rook te verwachten is ;
- er vluchtige chemicaliën zijn of kunnen worden vrijgesteld ;
- gevoelige bevolkingsgroepen zich in de nabijheid bevinden van een bron of wanneer de luchtverontreiniging een bedreiging vormt voor de volksgezondheid.

Het doel van Calamiteiten Lucht Monitoring (CLM) naar aanleiding van een incident/calamiteit, is het identificeren en kwantificeren van de luchtvervuiling en om de bekomen resultaten te kunnen gebruiken bij de evaluatie van eventuele beschermingsmaatregelen.

Dit document is bedoeld als hulpmiddel om de veldinspecteurs te helpen bij het opzetten van een CLM-programma bij een incident of calamiteit voor het opsporen en identificeren van een bron/pollutie.

Deze werkprocedure is opgemaakt voor de inspecteurs van Leefmilieu Brussel (LB), welke kan worden toegepast bij klachten (hinder) en calamiteiten die aanleiding geven tot een luchtverontreiniging (voornamelijk organische pollutanten) welke volgende scenario's kunnen bevatten :

- indoor of outdoor geurklachten (b.v. mazoutgeur, styreengeur) veroorzaakt door lekken van mazouttank (incl. bodemverontreiniging) of lekken in de riolering of door emissies van vluchtige organische solventen (VOS) of andere geurcomponenten, veelal gerelateerd aan activiteiten zoals droogkuis, spuitcabines en opslag van compost, afval en slib ;
- diffuse emissies ten gevolge van industriële lekken (bv. mazout, ammoniak,...);
- luchtpollutie veroorzaakt in geval van industriële branden

Het document is in eerste instantie bedoeld als leidraad voor milieu-inspecteurs welke verantwoordelijk zijn voor het opzetten en uitvoeren van CLM activiteiten.

Bedenkingen bij het gebruik van dit document :

- luchtkwaliteitsmonitoring kan, in geval van een calamiteit op industriële sites, andere werkplaatsmetingen overlappen, welke kaderen in het welzijn op het werk (bescherming van de gezondheid van de werknemer, '[welzijnswet \(externe link\)](#)' (wet van 4 augustus 1996 over het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk) en [Codex over het welzijn op het werk \(externe link\)](#)), dit document is echter uitsluitend op CLM gericht ;
- dit document behandelt geen geuronderzoeken (olfactometrie) of gestandaardiseerde beoordelingen van de luchtkwaliteit binnenshuis (ISO 16000-1:2004, Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy) ;
- dit document is niet bedoeld als complete en uitgebreide training voor het opzetten van een CLM-programma. Het personeel dat de luchtkwaliteitsmonitoring uitvoert, moet voldoende opgeleid en gekwalificeerd zijn om de apparatuur te bedienen ;
- de informatie in dit document is niet bedoeld als normatief en kan, indien nodig in bepaalde situaties, worden aangepast. Het document is ontworpen om generiek en gegeneraliseerd te zijn, en de werkprocedure kan, in functie van de situatie bij het specifiek incident worden aangepast.

## INHOUD

<b>Verspreidingslijst</b>	<b>I</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>II</b>
<b>Inhoud</b>	<b>IV</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>VII</b>
<b>Lijst van figuren</b>	<b>VIII</b>
<b>HOOFDSTUK 1. Inleiding/situering opdracht</b>	<b>1</b>
<b>HOOFDSTUK 2. Inventaris van de mogelijkheden van metingen en analyses</b>	<b>3</b>
2.1. Inleiding	3
2.2. Type meetapparatuur	5
2.2.1. On-line instrumenten met directe uitlezing	5
2.2.2. Offline bemonstering voor lange termijn bemonstering	8
2.3. Stappenplan & Meetstrategie	8
2.3.1. Verzamelen van relevante informatie : site-onderzoek	8
2.3.2. (Pre)Screening	10
2.3.3. Monitoring bij een urgente/acute calamiteit	10
2.3.4. Algemene (zone)monitoring	12
2.3.5. Perimeter Monitoring	12
2.3.6. Periodieke Monitoring	13
2.4. Uitvoering meting	13
2.5. Toetsingwaarden	13
<b>HOOFDSTUK 3. Werkinstructies beschikbare meetapparatuur</b>	<b>14</b>
3.1. Dräger X-am 5600	15
3.2. Dräger tubes	17
3.3. Dräger CMS	18
3.4. Dräger Multi PID2	20
3.4.1. Werkingsprincipe	20
3.4.2. Kalibratie	21
3.5. Ultra RAE 3000 PID	22
3.5.1. Werkingsprincipe	22
3.5.2. Toestel	22
3.5.3. Waargenomen PID-reactie versus concentratie	24
3.5.4. Metingen van hoge concentraties	24
3.5.5. Effect van debiet	25
3.5.6. Respons van PID op verschillende chemische stoffen	25
3.5.7. Kalibratie	25
3.5.8. Beperkingen en opmerkingen	27

3.6.	<i>Draagbare FID</i>	27
3.7.	<i>Radiello passieve samplers</i>	28
3.7.1.	Meetprincipe	28
3.7.2.	Potentieel te meten componenten	30
3.7.3.	Interferenties	32
3.7.4.	Vorbereiding en plaatsen van samplers	32
3.7.5.	Uitvoering meting	33
3.7.6.	Blootstellingsduur en prestatiekenmerken	36
3.7.7.	Desorptie/extractie en analyse van de samplers	52
3.7.8.	Berekeningen	52
3.7.9.	Voor- en nadelen	52
3.7.10.	Referenties	53
3.8.	<i>Canisters</i>	54
3.8.1.	Meetprincipe	54
3.8.2.	Passief vs. Actieve Bemonstering	54
3.8.3.	Steekproef vs. Continue bemonstering	55
3.8.4.	Interferenties en Contaminaties	55
3.8.5.	Apparatuur en reagentia	56
3.8.6.	Uitvoering bemonstering	58
3.8.7.	Bemonsteringsprocedure	58
3.8.8.	Potentieel te meten componenten	59
3.8.9.	Detectielimiet	62
<b>HOOFDSTUK 4. MEET- EN ONDERZOEKSTRATEGIE</b>		<b>72</b>
4.1.	<i>Inleiding</i>	72
4.1.1.	Problematiek en toepassingsgebied	72
4.1.2.	Achtergrond bij deze procedure	73
4.2.	<i>Plan van aanpak</i>	74
4.3.	<i>Vaststelling van het toetscriterium</i>	77
4.4.	<i>Beoordeling lokale situatie en aanvullende informatie</i>	78
4.5.	<i>Opmaak van het meetplan</i>	79
4.5.1.	Bepalen van de onderzoekstrategie	79
4.5.2.	Vastleggen van het uit te voeren werk	82
4.6.	<i>Richtlijnen bij de keuze meettechniek</i>	83
4.7.	<i>Richtlijnen bij de selectie van de bemonsteringsduur en -frequentie</i>	85
4.8.	<i>Richtlijnen bij indoor metingen (outdoor monitoring)</i>	86
4.8.1.	Algemene richtlijnen	86
4.8.2.	Keuze van meetlocaties	87
4.8.3.	Metingen in buitenlucht	87
4.9.	<i>Bewaring en transport van recipienten</i>	89
4.10.	<i>Registratie relevante gegevens</i>	90
4.10.1.	Locatie/site	90
4.10.2.	Bemonstering	90
4.10.3.	Meetlocatie	91
4.10.4.	Weer, seizoen, fysieke en temporele condities	91

4.11. <i>Data analyse, interpretatie, rapportage</i>	92
4.12. <i>Veiligheidsaspecten bij het uitvoeren van een onderzoek/luchtmeting</i>	94
4.13. <i>Gedetailleerde werkprocedures voor de LB scenario's</i>	96
4.13.1. Scenario 1 : Indoor en/of outdoor geurklachten _____	98
4.13.2. Scenario 2 en 3 : Industriële brand of lek _____	111
<b>Bijlage A: Overzicht geurdrempels =&gt;meer info beschikbaar in BIG (zie in bijlage C) _____</b>	<b>114</b>
<b>Bijlage B: Overzicht chronische grenswaarden =&gt; meer info beschikbaar in BIG (zie bijlage C)_</b>	<b>116</b>
<b>Bijlage C: BIG: Overzicht toetsingswaarden en geurdrempels_____</b>	<b>119</b>



---

**LIJST VAN TABELLEN**

Tabel 1 : Overzicht prestatiegegevens van het Dräger CMS _____	20
Tabel 2: Overzicht van de componenten te meten met Radiello passieve samplers (bron: <a href="https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical/radiello-air-sampler.html">https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical/radiello-air-sampler.html</a> ) _____	30
Tabel 3: Blootstellingsduur i.f.v. het type van metingen en prestatiekenmerken van Radiello samplers _____	37
Tabel 4: Meetbereik Radiello samplers ifv de blootstellingsduur _____	45
Tabel 5: Algemeen overzicht conservering van recipiënten voor (bodem)luchtstaalname _____	89
Tabel 6: Registratie informatie over de verontreinigde locatie _____	90
Tabel 7: Registratie monstergegevens, bemonsteringsduur en type bemonstering _____	90
Tabel 8: Registratie gegevens meetlocatie _____	91
Tabel 9: Registratie omstandigheden tijdens de meting _____	91
Tabel 10: Effecten bij blootstelling aan H <sub>2</sub> S _____	95
Tabel 11: Effecten bij tekort aan zuurstof _____	95
Tabel 12: Samenstelling van stookolie nr. 2 (in volume %) _____	99
Tabel 13: Veel voorkomende VOC componenten in woningen _____	101
Tabel 14: <i>Indoor en outdoor gehalten aan componenten in met stookolie verwarmde woningen in New York, 1997-2003, uitgedrukt in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>.</i> _____	103
Tabel 15: Geurdrempels (Devos et al., 1990) voor de 19 componenten die in 80% van de stalen uit de New-York studie voorkwamen. _____	104
Tabel 16: Korte duur bemonstering woning _____	108

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Schematische voorstelling PID	22
Figuur 2: ppbRAE 3000 draagbare VOC monitor	24
Figuur 3: Schema van een diffusieve sampler	28
Figuur 4: Werkingsprincipe van de Radiello sampler	29
Figuur 5: Verschillende types van passieve samplers	29
Figuur 6: Radiello® passieve sampler	34
Figuur 7: Beschermende behuizing voor het ophangen van Radiello samplers buiten	35
Figuur 8: bemonsteringskit canister	56
Figuur 9: Schematische voorstelling FID	63
Figuur 10: Thermo Scientific™ TVA2020 draagbare VOC monitor	64
Figuur 11: Schematisch overzicht van een opstelling en manifold voor (a) kalibratiesysteem, (b) testing canister bemonsteringsysteem en (c) aanmaak canister transfer standarden	68
Figuur 12: schematisch weergave van een spoelsysteem voor het reinigen van de canisters	69

## HOOFDSTUK 1. INLEIDING/SITUERING OPDRACHT

---

Om haar opdrachten van openbare dienstverlening inzake het beheer van klachten en incidenten m.b.t. het leefmilieu te verzekeren, heeft de afdeling Inspectie en verontreinigde bodems van Leefmilieu Brussel in de loop der jaren diverse apparaten verworven voor monsterneming of het meten van de kwaliteit van de omgevingslucht. Ze beschikt echter niet over een overzicht van alle mogelijkheden die het verworven gamma van meetapparatuur biedt voor het onderzoeken van atmosferische pollutanten of over een werkprocedure die duidelijk de strategie voor het zoeken naar de bron van verontreiniging bepaalt.

Er is nood aan een uitgebreide inventaris van de pollutanten die zouden kunnen worden gemeten door de meetapparatuur (PID, Dräger-tubes, CMS,... ) of waarvan monsters kunnen worden genomen door het materiaal (Radiello-tubes, Canister) dat momenteel ter beschikking staat van de inspecteurs van Leefmilieu Brussel, alsook een inventaris van de kwantificeringsmogelijkheden (precisie en meetbereik) van dit meet- en monsternemingsmateriaal.

De beschikbare toestellen die ter beschikking staan van LB worden hieronder opgelijst :

- I. PID (UltraRAE 3000); meet niet specifiek, wel een totaal-concentratie,  $\pm$  vochtafhankelijk
- II. Dräger buisjes; specifiek voor een set van componenten, maar geen hoge nauwkeurigheid
- III. Dräger CMS (Chip measurement system) ; analoog aan dräger tubes maar geautomatiseerde meting, direct uitleesbaar
- IV. Dräger X-AM; Explosimeter
- V. Radiello: passieve sampling methode, breed inzetbaar, maar geen snelle responstijd met nadien analyse in labo
- VI. Canisters; passieve sampling methode, breed inzetbaar, maar geen snelle responstijd met nadien analyse in labo

Anderzijds moet een werkprocedure worden voorzien waarbij een te volgen strategie (plan van aanpak) wordt beschreven bij klachten (hinder) en calamiteiten, met nadruk op volgende aspecten:

- een strategie voor de kwantificering van aanwezige pollutanten en het zoeken naar de emissiebron, met inbegrip van de keuze van het te gebruiken materiaal en de volgorde van de uit te voeren maatregelen
- de voorwaarden en te volgen stappen voor een goed gebruik van de meetapparatuur
- een type-verslag voor de registratie van de resultaten van de metingen ter plaatse en de instructies om dit te vervolledigen.

Hierbij wordt gefocust op de volgende drie scenario's :

1. indoor of outdoor geurklachten (b.v. mazoutgeur, styreengeur) veroorzaakt door lekken van mazouttank (incl. bodemverontreiniging) of lekken in de riolering of door emissies van vluchtige organische solventen (VOS) of andere geurcomponenten, veelal gerelateerd aan activiteiten zoals droogkuis, spuitcabines en opslag van compost, afval en slib ;
2. diffuse emissies ten gevolge van industriële lekken (bv. mazout, ammoniak,...);
3. luchtpollutie veroorzaakt in geval van industriële branden

Het merendeel van de onderzoeken bij LB heeft betrekking op geurklachten van mazout in woningen (vnl. kelders) naar aanleiding van een lekkende tank.

Het scenario van indoor geurklachten naar aanleiding van bodemverontreiniging komt vooral voor in het kader van een stookolielek en treedt op wanneer emissies vanuit de bodem bij verontreiniging aanleiding geven tot verhoogde VOS-concentraties in bv kelders of kruipkelders. Voor het eerste scenario heeft de aanpak vooral als doel om de bron van de emissies te identificeren bij klachten (hinder). Na het identificeren van de verantwoordelijke van de hinder, wordt nagegaan of er een milieuvergunning vereist is voor de installaties, indien zo, of het bedrijf effectief een milieuvergunning heeft en of de voorwaarden worden nageleefd. Bij effectieve hinder kan deze procedure van brontracering leiden tot de wijziging van de milieuvoorwaarden van een bedrijf waarbij (strengere) emissiegrenswaarden kunnen opgelegd worden. Indien een kwantitatieve analyse bepaling mogelijk is, of noodzakelijk wordt geacht, kunnen de waarden vergeleken worden met de advieswaarden van het WHO. In het geval van een industriële brand heeft de aanpak vooral als doel om preventieve acties te nemen naar bescherming van burgers, met uitzondering van de urgentie preventieve acties voor urgentiediensten zoals brandweer. De voorgestelde plan van aanpak is voor de drie verschillende scenario's, specifiek afgestemd op de binnen LB beschikbare meetapparatuur.

Per voorkomende situatie worden de te volgen stappen aangegeven voor de inzet van de beschikbare apparatuur. Verder worden ook aanbevelingen gemaakt naar de duur van metingen (bv in functie van de bepalingslimiet van de methode), naar de combinatie van inzet van apparatuur, naar aantallen van stalen (bv in geval van canisters en radiello's), naar bewaring (termijn en omstandigheden) van stalen en naar de verdere analyse van de stalen enz.

Bij de meetopzet worden 2 bemonsteringstrategieën onderscheiden, nl. een initieel screeningsonderzoek, waarbij d.m.v. steekproefbemonstering een kwalitatieve benadering wordt gevolgd voor een bron(polluent)- identificatie/tracering en karakterisering en een meer uitgebreid monitoring onderzoek waarbij meer kwantitatieve gegevens worden gegeneerd (concentratiebepaling van specifieke pollutanten) voor een eventuele aftoetsing van milieuvoorwaarden en eventuele gezondheidswaarden.

Dit protocol geeft een overzicht van het proces (incl. het initiële screeningsonderzoek) en de elementen nodig bij de planning en uitvoering van een monitoringonderzoek en de evaluatie van de resultaten ervan. Het is bedoeld als een leidraad en als een hulpmiddel bij het uitvoeren van luchtkwaliteitsmetingen. De uitvoering van de bemonstering en interpretatie van de resultaten impliceert een zekere mate van wetenschappelijke expertise. Er is een mate van flexibiliteit in het proces, waardoor de resultaten kunnen worden geïnterpreteerd en beslissingen kunnen worden genomen op een case-specifieke praktische benadering.

## HOOFDSTUK 2. INVENTARIS VAN DE MOGELIJKHEDEN VAN METINGEN EN ANALYSES

---

### 2.1. INLEIDING

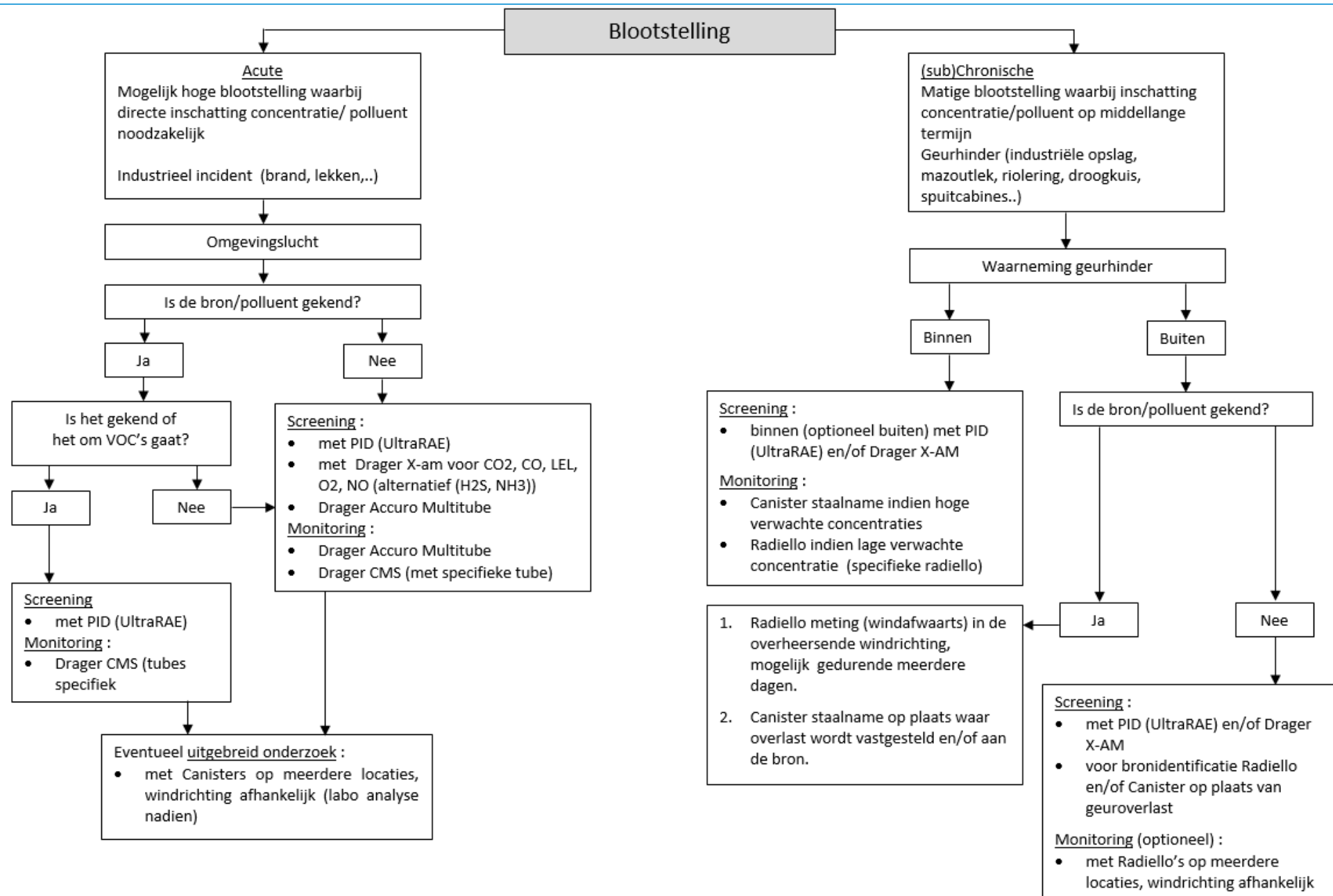
In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de toe te passen methoden (meetstrategie) voor luchtkwaliteitsmonitoring bij calamiteiten en de mogelijkheden van bemonsterings- en meetapparatuur welke kunnen ingezet worden bij klachten (hinder) en calamiteiten, gericht op volgende situaties:

1. indoor of outdoor geurklachten (b.v. mazoutgeur, styreengeur) veroorzaakt door lekken van mazouttank (incl. bodemverontreiniging) of lekken in de riolering of door emissies van vluchtige organische solventen (VOS) of andere geurcomponenten, veelal gerelateerd aan activiteiten zoals droogkuis, spuitcabines en opslag van compost, afval en slib;
2. diffuse emissies ten gevolge van industriële lekken (bv. mazout, ammoniak,...);
3. luchtpollutie veroorzaakt in geval van industriële branden

Dit protocol geeft een overzicht van de componenten die moeten worden overlopen bij het plannen van een onderzoek, welke zullen variëren met de gestelde doelstellingen. Deze componenten omvatten o.a. het selecteren van de doelcomponenten en te analyseren parameters, het bepalen van het aantal monsters en de vereiste bemonsteringsduur, het kiezen van een bemonsterings- en analysemethode en detectiecapaciteit die consistent is met de onderzoeksvraag, het vaststellen van representatieve bemonsteringsvoorwaarden en het zorgen voor een voldoende kwaliteitsborging. Onderstaande figuur geeft een schematisch overzicht van een uitvoeringsproces dat kan worden gebruikt bij het ontwerp en uitvoeren van een luchtkwaliteitsonderzoek. De onderstaande checklist vat enkele van de belangrijkste elementen/overwegingen en opties samen, die zijn gekoppeld aan elk onderdeel van het stappenplan.

Op basis van een aantal criteria kan een indeling worden gemaakt van de meest aangewezen in te zetten monitoringstechnieken i.f.v. de voorkomende situatie. De sturende criteria hierbij zijn o.a. :

- acute situatie of hinder/klachten op langere termijn
- concentratiegebied (hoge of lage gehalten)
- afstand tot de bron
- kortstondig of langdurige metingen
- screening of lange termijnmonitoring
- passief of actieve bemonstering
- scope van componenten
- detectielimiet
- directe uitlezing of off-line



### 2.2. TYPE MEETAPPARATUUR

Een belangrijke voorwaarde om een betrouwbare meting te kunnen uitvoeren is te kunnen beschikken over het juiste meetapparaat dat geschikt is om zowel de specifieke parameter te kunnen detecteren maar eveneens de voorkomende concentratie kan bepalen. ***Er bestaat echter geen universeel instrument dat alle gassen of dampen meet over een breed concentratiegebied. De verscheidenheid aan stoffen is te breed voor één enkele techniek om alle mogelijke luchtverontreinigende stoffen te bemeten. Het kan zijn dat meer dan één meetmethode kan gebruikt worden, elk gebaseerd op verschillende operationele principes.***

Er bestaan verschillende apparaten die afzonderlijk of in combinatie kunnen gebruikt worden: - vlamionisatiedetectoren (FID) - foto-ionisatiedetectoren (PID) – gaschromatografen (GC) – infraroodspectrometers - explosiemeters – Dräger-tubes - Dräger Chip-Measurement-System - laboratoriumanalyse in combinatie met monsterbuizen of condensaatflessen (impingers) – massaspectrometers (MS) - elektrochemische sensoren. Een overzicht van welke pollutanten kunnen worden bemeten met welke apparatuur wordt weergegeven in volgende spreadsheet "[Inventaris\\_polluenten.xls](#)".

De keuze van de te gebruiken monitor- of meetmethode hangt af van het doel. De gebruiker moet de situatie evalueren en bepalen welke stoffen moeten worden gemeten, hoe vaak, enz. Elk van de bovengenoemde apparaten en methoden heeft voordelen en beperkingen. Er is geen universele monitor voor alle mogelijke scenario's. Voor de keuze van een geschikt meetinstrument en om de gebruiker te ondersteunen bij de keuze van de monitor is het gebruik van de verschillende monitoren en bemonsteringstools beschreven in Hoofdstuk 3.

Een luchtkwaliteitsmeting heeft als doel om bij calamiteiten, de potentiële blootstelling aan bepaalde pollutanten te identificeren en te kwantificeren. De initiële screening voor de identificatie is vaak kwalitatief, d.w.z. de pollutant, of het type pollutant, wordt aangetoond aanwezig te zijn, maar de bepaling van de concentratie (kwantificatie) moet daaropvolgend nog worden bepaald. Er zijn twee type benaderingen voor het identificeren en/of kwantificeren van pollutanten bij het opvolgen van calamiteiten :

- inzetten van on-line apparatuur met directe uitlezing van de concentraties.
- (off-line) laboratoriumanalyse van luchtmonsters na bemonstering van sorptiebuisjes (actief en/of passief), gaszak en/of canisters (droog) of impinger (nat).

#### 2.2.1. ON-LINE INSTRUMENTEN MET DIRECTE UITLEZING

Het merendeel van de on-line instrumenten kunnen concentraties detecteren op ppm niveau, maar zijn niet zo geschikt voor kwantitatieve metingen wanneer meerdere pollutanten aanwezig zijn. Deze toestellen worden meestal ingezet bij de initiële on-site screening van de zone (site) en kunnen worden ingezet voor de snelle detectie van ontvlambare of explosieve atmosferen, zuurstof(tekort), bepaalde (organische) gassen. Directe on-line apparatuur kan worden gebruikt om na te gaan of bepaalde beschermingsmaatregelen moeten worden voorgesteld (bijv. PBM's, evacuatie), of, ingeval bijkomende monitoring wordt aanbevolen, ter onderbouwing van de bemonsterings- en analysestrategie en om hiervoor de best geschikte meetapparatuur te selecteren.

De meeste on-line toestellen hebben echter een aantal beperkingen :

- ze detecteren meestal bepaalde specifieke klassen van chemicaliën.
- zijn niet geschikt voor het meten van concentraties van minder dan 1 ppm.

- deze toestellen zijn ontworpen om 1 bepaalde component te meten, maar detecteren ook andere stoffen (interferentie) en kunnen daarom onjuiste meetwaarden geven.

Het is belangrijk te benadrukken dat deze on-line apparatuur, en de interpretatie van de gegevens, wordt gebruikt en uitgevoerd door **gekwalficeerde personen** die bekend zijn met de bedieningsvoorschriften en de beperkingen van het betreffende apparaat welke zijn voorzien van recente kalibratiecurves. Op locaties waar onbekende en meerdere verontreinigingen kunnen voorkomen (bv stortplaatsen met gevaarlijk afval), moeten de meetwaarden conservatief worden geïnterpreteerd. Volgende richtlijnen kunnen hierbij worden voorgesteld:

- Voorzie regelmatig kalibratie/controle (cfr. instructies van de fabrikant) voor en na elk gebruik.
- In geval geen responscurves beschikbaar zijn, wordt aangeraden deze zelf op te maken.
- De meetwaarden zijn soms **beperkt bruikbaar** ingeval de verontreiniging niet gekend is. In dit geval moeten ze worden gerapporteerd als "**positieve respons**" i.p.v. van specifieke concentratie (in ppm). Voer bijkomende monitoring uit op elke locatie waar een signaal wordt gemeten.
- Een nulwaarde moet worden gerapporteerd als "geen respons" i.p.v. van "geen" of "schoon" gezien er concentraties aanwezig kunnen zijn die niet door het instrument kunnen worden gedetecteerd.
- Gebruik meerdere type toestellen (Dräger X-AM, Dräger Accuro, Dräger CMS en PID UltraRAE) om het aantal gedetecteerde componenten te maximaliseren.

In onderstaande tabel zijn een aantal toestellen opgelijst met de stoffen die ze meten en hun gebruik. FID en PID worden vaak gebruikt op locaties met gevaarlijk afval. Sommige van deze apparaten kunnen niet alle stoffen detecteren, zoals bv waterstofcyanide en waterstofsulfide. Daarom moet in deze gevallen bijkomende toestellen worden ingezet.



Toestel	Polluent	Toepassing	Detectiemethode	Beperkingen	Instructies	Onderhoud
FID	Organische componenten	Survey-mode: totale organische fractie. GC-mode: identificatie en kwantificatie van specifieke componenten	Ionisatie in een vlam; stroom evenredig met aantal C-atomen	Geen anorganische gassen. Gevoeligheid component afhankelijk. Niet bij koud weer (<4°C). Correcties laag O <sub>2</sub> gehalte. In survey-mode enkel relatief tov kalibratiestandaard	Data interpretatie vereist expertise. Identificatie van bepaalde componenten vereist specifieke kalibratie.	Batterij Routine onderhoud Lektest
PID	Meeste organische componenten en sommige anorganische	Totale concentraties. Identificatie mogelijk bij gebruik van meerdere lampen	Ionisatie door UV straling; stroom evenredige met aantal ionen	Geen methaan Geen detectie in geval de probe een lagere energie heeft dan IP van de component. Respons kan variëren bij mengsel. Interferenties bij andere voltage bronnen. Meetwaarden enkel relatief t.o.v. de standaard Respons is vocht gevoelig	Data interpretatie vereist expertise. Identificatie van bepaalde componenten vereist specifieke kalibratie.	Batterij. Routine onderhoud. Lampvenster
Dräger Indicator buisjes	Specifieke componenten	Concentratiebepaling	Reactie met de chemische indicator in het buisje geeft een kleurverandering evenredig aan de concentratie.	Kleuromslag soms onvoldoende eenduidig. Interferentie gevoelig Vochtgevoelig.	Procedure leverancier	Gebruik enkel niet geopende buisjes
Zuurstof meter + explosiometer (X-AM)	O <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub> (LEL)		Kalibratie ( 6 m of 1 j). O <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> interferentie	Procedure leverancier	Check regelmatig detectorcel en vervang. Batterij. Bij > 0.5 % [5000 ppm] CO <sub>2</sub> vervang detector cel meer regelmatig.

### 2.2.2. OFFLINE BEMONSTERING VOOR LANGE TERMIJN BEMONSTERING

In sommige gevallen kan bij de start van een lange termijn monitoring een deel van de monsters direct geanalyseerd worden om een eerste indicatie te verkrijgen van de orde van grootte van de concentraties. Deze gegevens kunnen dan worden gebruikt om het initiële concentratieniveau te bepalen en om eventuele beschermingsmaatregelen (PBM's of evacuatie) te nemen en/of om de bemonsteringsprocedure aan te passen.

### 2.3. STAPPENPLAN & MEETSTRATEGIE

Hierboven is een doorstroomschema weergegeven met de keuzemogelijkheden voor inzet van de beschikbare meetapparatuur bij LB, in functie van het type luchtkwaliteitsonderzoek en de doelstellingen van het onderzoek.

Op basis van de verzamelde informatie tijdens het vooronderzoek en de beoordeling van de lokale situatie via een (pre)screening, kan een meetplan worden opgemaakt, waarbij de selectie wordt gemaakt van de in te zetten meetapparatuur en eventuele PBM's. Afhankelijk van de lokale situatie en het beoogde doel van de metingen, kunnen **vier type meetstrategieën** worden onderscheiden :

- 1) Monitoring bij een urgente/acute calamiteit (zie § 2.3.3),
- 2) Algemene (zone)monitoring (zie § 2.3.4),
- 3) Perimeterbewaking (zie § 2.3.5) en
- 4) Periodieke monitoring (zie § 2.3.6)

#### 2.3.1. VERZAMELEN VAN RELEVANTE INFORMATIE : SITE-ONDERZOEK

Elke monitoring of bemonstering wordt voorafgegaan door een beoordeling van de calamiteit/incident en de lokale situatie. Hierbij wordt een analyse gemaakt van volgende relevante informatie :

##### Polluent/bron

- Is de bron gekend of niet?
- Zijn er aanwijzingen ter plaatse/klachten van bv omwonenden/werknemers/voorbijgangers ?
- Betreft het een acute situatie: bijvoorbeeld bij grote incidentele lekken en/of (industriële) branden. In dit geval is een meting met directe uitlezing gewenst om on-site een inschatting van de gevaren te kunnen maken
- Betreft het een niet dringend probleem: in dit geval spreken we eerder over langdurige hinder of klachten; bv geurklachten of bodemverontreiniging met geurklachten. Dit zijn vaak problemen waarvan de oorzaak niet meteen achterhaald kan worden en/of niet onmiddellijk opgelost kunnen worden. Meting met onmiddellijke uitlezing is in deze gevallen minder kritisch.

##### Apparatuur

- Voor aanvang van de staalnames/metingen ter plaatse : voorzie zelf de nodige persoonlijke PBM's
- Welke polluenten worden verwacht?
- Wat is de omvang/complexiteit van het incident?
- Zijn er resultaten gekend van eerdere meetcampagnes?
- Zijn er issues te verwachten rond toegankelijkheid of logistieke problemen?

- Zijn er andere informatiebronnen nodig zoals oa. metedata, geografische informatiesystemen, modellering?
- Is het benodigde instrumentarium operationeel voor de luchtkwaliteitsmonitoring (datacollectie, geldige detectielimieten, batterij geladen, onderhoud, kalibraties, enz.) (zie overzicht apparatuur bijlage)?

Complexe omgevingen of sites met een potentiële blootstelling aan een mengsel van verschillende polluenten, vormen soms een grote uitdaging. Bij het vastleggen van de meetstrategie is het aangewezen om informatie over de polluenten, weersomstandigheden en voorspellingen, de omgeving en omwonenden (gevoelige populaties) en mogelijke verspreiding van de polluenten mee te nemen. Verschillende parameters, m.n. temperatuur en wind, kunnen de concentraties sterk beïnvloeden. Deze factoren moeten worden meegenomen bij het vastleggen van de meetstrategie en bij de interpretatie van de meetgegevens naar blootstelling en verspreiding van de polluenten.

Hierbij zijn volgende parameters van belang :

Parameter	Impact
Temperatuur	Een verhoging van de temperatuur geeft een hogere dampspanning van de meeste chemicaliën en kan resulteren in verhoogde concentraties in de omgeving
Wind richting/ Snelheid	Een toename van de windsnelheid in de directe omgeving van een vrijstaand vloeistofoppervlak kan de concentraties dampen beïnvloeden, evenals bij stof en deeltjes gebonden verontreinigingen
Regen	Hevige regenbuien kunnen tijdelijk de emissies uit containers, uit de bodem of uit een meer verhinderen. Neerslag kan ook de concentraties van rookdeeltjes verminderen tijdens een brandgebeurtenis.
Relatieve vochtigheid	Fijn stof en roet zijn zeer gevoelig aan vochtgehalte. Dit vochtgehalte kan aanzienlijk variëren met betrekking tot de locatie en tijdstip en kan invloed hebben op de nauwkeurigheid van bepaalde bemonsteringen.
Damp emissies	De fysieke verspreiding van verzadigde dampen kan kortstondig, relatief hoge concentraties geven. Een continue verdamping en/of diffusie kan op lange termijn resulteren in verlaagde concentraties (verdunning) en leiden tot een grotere spatiale verspreiding.
Lokale activiteiten	Lokale werkzaamheden (bv grondwerken) geven vaak een mechanische verstoring van de verontreinigde media (bv bodem), welke de concentratie en samenstelling van de verspreide verontreinigingen kunnen beïnvloeden

Ook voor binnenluchtmetingen zijn temperatuur, druk en wind relevante parameters die moeten worden meegenomen bij de opmaak van de meetstrategie. Bij een verwarmde woning stijgt de warme lucht en zal de kans dat bodemdampen via kelder en onderste verdieping worden binnengehaald, hoger zijn.



Wind produceert een drukverschil tussen de windopwaarts en windafwaartse zijden van een gebouw en kan dus ook de luchtuitwisseling en verdeling van de pollutie in de binnenlucht beïnvloeden.



### 2.3.2. (PRE)SCREENING

Een belangrijk objectief van de (pre)screening is om een algemene snapshot te verkrijgen van het gebied dat mogelijk besmet is geweest. Op basis hiervan kan een indicatieve evaluatie worden gedaan van de lokale situatie welke informatie kan verschaffen bij het verder vastleggen van de meetstrategie. Bij een eerste screening moeten volgende zaken in kaart worden gebracht:

- ✓ Basisinstrumentatie (Dräger X-AM, Dräger Accuro Multitube en PID UltraRAE) gebruiken om eerste screeningsresultaten te verkrijgen;
- ✓ Windafwaartse monitoring bij een incident (bron) en vervolgens 360 graden rond de site (windrichting kan worden bepaald a.h.v. vlaggen, bommen of zakdoek) ;
- ✓ Identificatie en monitoring op locaties waar gevoelige populaties windafwaarts van het incident (bron);
- ✓ Terugkoppeling van de screeningsresultaten
- ✓ Eventuele mapping van de pollutiepluim (richting);
- ✓ Beoordelen/vastleggen van mogelijke vaste meetlocaties (langdurige monitoring).

### 2.3.3. MONITORING BIJ EEN URGENTE/ACUTE CALAMITEIT

In eerste instantie worden luchtmetingen uitgevoerd om meer info te krijgen over de calamiteit/incident en om de 'gevaarlijke' omstandigheden te identificeren, zoals het voorkomen van een ontvlambare of explosieve omgeving, zuurstofarme omgeving of (zeer) toxische concentraties van de pollutie(en). **Hierbij worden zoveel mogelijk on-line toestellen ingezet die een directe uitlezing toelaten zoals PID (organische componenten), FID, zuurstof(LEL)meter en Dräger Chip.** Specifieke Dräger buisjes kunnen eveneens worden ingezet ingeval van bijkomende relevante informatie over de potentiële bron (bedrijfsinfo of locatie-specifieke on-site karakterisatie).

Wanneer de tijd het toelaat, kan eveneens (actieve) bemonstering m.b.v. gaszakken, canisters of sorptie-buisjes worden uitgevoerd met aansluitend laboratoriumanalyse. Men dient alert te zijn wanneer de eerste resultaten atmosferische gevaren aangeven. **De veldinspecteur dient zich ervan bewust te zijn dat de omstandigheden plotseling kunnen veranderen van niet-gevaarlijk naar gevaarlijk.**

**Acute en gevaarlijke situaties kunnen zich voordoen ingeval er afgesloten situaties voorkomen** zoals heuvels, putten, in greppels, laaggelegen zones, hoge gebouwen, overkappingen of tanks, waarachter de lucht stil kan zijn, waardoor de concentraties zich kunnen opbouwen en waar zich mogelijks een verhoogde blootstelling kan voordoen die acute gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. **Overweeg ook of de vermoedelijke verontreiniging lichter of zwaarder is dan lucht.**

In open gebieden worden pollutanten makkelijker uitgestoten en afgevoerd van de bron en verspreid in de atmosfeer. Het is dus weinig waarschijnlijk dat acuut gevaarlijke omstandigheden in open ruimten gedurende langere tijd zullen aanhouden tenzij er een zeer grote (en dus gemakkelijk identificeerbare) bron is, zoals een omgevallen tankwagen. Open ruimtes krijgen daarom over het algemeen een lagere bewakingsprioriteit.

### **A. Indien het een acute situatie betreft waarbij de bron gekend is**

->Indien geweten is dat het om VOC's gaat:

- voer een screeningsmeting uit met PID-meter (Ultra Rae), eventueel ook voor pluimafbakening
- Voer een blootstellingsmeting uit met specifieke Drager CMS tubes: op basis van kennis van de bron (welke stof wordt uitgestoten) kan mogelijk al de geschikte tube gekozen worden. Indien component (VOC) niet exact gekend: voer meting uit met verschillende tubes. De meting wordt uitgevoerd op locaties waar personen mogelijk blootgesteld worden of op plaatsen waar met behulp van de draagbare PID de hoogste concentraties worden gemeten. Bijkomend kan een canister staalname uitgevoerd worden om beter beeld te krijgen van de specifieke componenten die vrijkomen en waarbij dan een kwantitatieve waarde kan bepaald worden. Deze staalname wordt ook aangeraden in het geval dat het een situatie betreft die mogelijk opnieuw kan voorkomen, en om op die manier een beter zicht te krijgen op de aanwezigheid van specifieke componenten en hun concentraties. Deze informatie kan ook info geven over de aan te schaffen/te dragen persoonlijke beschermingsmiddelen in het geval van terugkerende situaties ....

Mogelijk alternatief voor de canistermeting is het gebruik van adsorptietubes (bv. Tenax, actief Kool ,...). Meer informatie hierover wordt verderop gegeven in het rapport.

->Indien niet geweten is dat het om VOC's gaat:

- Gelijkaardige strategie als hierboven, maar eveneens een meting met de Drager X-AM
- Bijkomend kan een canister staalname uitgevoerd worden om beter beeld te krijgen van de specifieke mogelijke componenten die vrijkomen. Deze staalname wordt aangeraden in het geval dat het een situatie betreft die mogelijk opnieuw kan voorkomen en om op die manier een beter zicht te krijgen op de aanwezigheid van specifieke componenten en hun concentraties. Deze informatie kan ook info geven over de aan te schaffen/te dragen persoonlijke beschermingsmiddelen in het geval van terugkerende situaties . De staalname via canisters laat ook toe om andere dan VOC-componenten te meten indien deze in voldoende hoge concentratie voorkomen.

### **B. Indien het een acute situatie betreft waarbij de bron niet gekend is**

- voer een screeningsmeting uit met PID-meter (UltraRae), waarbij getracht wordt om te bewegen in de richting van stijgende concentraties. Voordeel hier is dat de PID een totaal signaal meet (som van VOC's)
- indien het niet gaat om VOC's (hoewel dit mogelijk niet geweten is omdat de bron niet gekend is ); op dezelfde manier kan er gewerkt worden met Dräger tubes. De toepassingsmogelijkheden zijn hier beperkter aangezien de tubes specifieke componenten meten en dus geen totaalsignaal zoals de PID voor VOC's. Bijkomend zal het aantal staalnames beperkter zijn omwille van kostprijs en beschikbaarheid van component specifieke tubes.

Zie ook figuur onder paragraaf 2.1

### 2.3.4. ALGEMENE (ZONE)MONITORING

Afhankelijk van het type calamiteit en de lokale situatie, kunnen verschillende soorten bemonsteringsmethoden worden toegepast. Als richtlijn kan, na het visueel identificeren van de mogelijke bron(nen), gestart worden met het windafwaarts meten vanaf de aangewezen bron langs de as van de windrichting. Werk hierbij tegen de wind in tot je de bron bereikt hebt, of zo dicht mogelijk tot bij de bron komt. Na het bereiken van de bron of het vinden van de hoogste concentratie, wordt op de dwars-as van de windrichting gemeten om de dispersiegraad te bepalen. Om ervoor te zorgen dat er geen achtergrondinterferentie is en dat de gedetecteerde stof(fen) enkel afkomstig zijn van de geïdentificeerde bron, worden eveneens metingen uitgevoerd windopwaarts van de bron.

Bij lange termijnmonitoring kan een meetstrategie worden toegepast van 'vaste locatie' monitoring of 'afbakeningsmonitoring' waarmee de grootte van zone (gecontamineerde gebied) kan worden beoordeeld. Voor beide type monitoring is het aangewezen om metingen van de meteo (windsnelheid en windrichting) te voorzien, welke nadien een interpretatie van de gegevens en een evaluatie van de geografische verspreiding van de pollutant(en) toelaat.

### 2.3.5. PERIMETER MONITORING

Hierbij wordt een monitoring uitgevoerd op een aantal vaste meetlocaties op de "fenceline" of perimeter van een gebied of zone, waarbij meer inzicht wordt verkregen van de verspreiding en de migratie van de verontreiniging, weg van de site en de zones waar geen verontreiniging wordt gemeten. In combinatie met meteo-gegevens kunnen de gemeten concentratieniveaus op de vaste meetlocaties, de blootstelling weergegeven windafwaarts of windopwaarts van de bron of de verontreinigde zone. Het betreft meestal een niet acuut probleem, bv bij geurklachten van bodemverontreiniging,...

->Indien klachten **binnen** worden waargenomen :

- Canister indien verwachte concentraties hoog zijn (sterke verontreiniging of sterke geurklachten)
- Radiello indien verwachte concentraties laag zijn, maar mogelijk schadelijk (specifieke radiello)
- Optioneel meting met PID (UltraRAE) en/of Drager X-AM

->Indien klachten **buiten** worden waargenomen :

- Wanneer de bron gekend is:
  - a. Radiello meting (windafwaarts) in de overheersende windrichting, mogelijk gedurende meerdere dagen.
  - b. Canister staalname op plaats waar overlast wordt vastgesteld of aan de bron.
- Wanneer de bron niet gekend is:
  - a. Radiello en canister meting op de locatie waar geur/overlast wordt waargenomen.
  - b. Eventueel Radiello meting op meerdere locaties voor eventuele bronidentificatie, windrichting afhankelijk

### **2.3.6. PERIODIEKE MONITORING**

Bij een bron die over een langere tijd actief is, kunnen de atmosferische omstandigheden en locatie-specifieke omstandigheden wijzigen. Hierbij is het aangewezen om de monitoring periodiek te herhalen (bv. stortplaats, een verontreinigde bodem,...). In deze situatie kan een passieve monitoring met passieve samplers (Radiello's) worden aanbevolen.

### **2.4. UITVOERING METING**

Voor meer informatie over het gebruik van de toestellen wordt verwezen naar hoofdstuk 3 en paragraaf 4.5.2.

### **2.5. TOETSINGWAARDEN**

Voor de aftoetsing van de gemeten waarden kan er gekeken worden naar verschillende wettelijke en andere toetsingskaders. Hiervoor wordt verwezen naar de informatie in BIG (bijlage C). Zie eveneens verder Hfdst 4.3.

Hieronder worden de voornaamste toetsingswaarden voor binnen-, werkplaats- en buitenomgeving opgelijst welke kunnen geraadpleegd worden in BIG.

- 1) RICHT- EN INTERVENTIEWAARDEN CHEMISCHE FACTOREN BINNENMILIEUBESLUIT

<https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557802379bd>

- 2) Lijst van de grenswaarden voor blootstelling aan chemische agentia op werkplaatsomgeving

<http://www.werk.belgie.be/defaultTab.aspx?id=616>

- 3) Lijst van grens- en richtwaarden voor omgevingslucht Vlaanderen (Europese richtlijnen)

<https://www.vmm.be/lucht>

## HOOFDSTUK 3. WERKINSTRUCTIES BESCHIKBARE MEETAPPARATUUR

---

Over het algemeen is de reukzin voldoende om de aanwezigheid van luchtverontreinigende stoffen te bepalen, maar daarnaast is er nood aan een objectieve detectiemethode. Een gasmeting dient als een technisch hulpmiddel om de concentratie en/of het type component te bepalen. Om het blootstellingsrisico te bepalen, is het noodzakelijk om zowel de concentratie ervan te meten alsook de duur van de blootstelling in rekening te brengen.

Een belangrijke voorwaarde om een betrouwbare meting te kunnen uitvoeren is te kunnen beschikken over het juiste meetapparaat dat geschikt is om zowel de specifieke parameter te kunnen detecteren maar eveneens de voorkomende concentratie kan bepalen. ***Er bestaat echter geen universeel instrument dat alle gassen of dampen meet over een breed concentratiegebied. De verscheidenheid aan stoffen is te breed voor één enkele techniek om alle mogelijke luchtverontreinigende stoffen te bemeten. Het kan zijn dat meer dan één meetmethode kan gebruikt worden, elk gebaseerd op verschillende operationele principes.***

Er bestaan verschillende apparaten die afzonderlijk of in combinatie kunnen gebruikt worden: - vlamionisatiedetectoren (FID) - foto-ionisatiedetectoren (PID) – gaschromatografen (GC) – infraroodspectrometers - explosiometers – Dräger-tubes - Dräger Chip-Measurement-System - laboratoriumanalyse in combinatie met monsterbuizen of condensaatflessen (impingers) – massaspectrometers (MS) - elektrochemische sensoren, passieve samplers (Radiello's), canisters en gaszakken. Een overzicht van welke polluenten kunnen worden bemeten met welke apparatuur, welke beschikbaar is bij LB, wordt weergegeven in volgende spreadsheet "[Inventaris\\_polluenten.xls](#)".

De keuze van de te gebruiken monitor- of meetmethode hangt af van het doel. De gebruiker moet de situatie evalueren en bepalen welke stoffen moeten worden gemeten, hoe vaak, enz. Elk van de bovengenoemde apparaten en methoden heeft voordelen en beperkingen. Er is geen universele monitor voor alle mogelijke scenario's. Voor de keuze van een geschikt meetinstrument en om de gebruiker te ondersteunen bij het gebruik van de meetmethode zijn onderstaande procedures geschreven.

Bij gas-specifieke metingen wordt de concentratie van een enkele pollutant gemeten in de bemonsterde lucht. De meest courante meettoestellen maken gebruik van patronen voor de bepaling van het specifieke gas. Meerdere patronen kunnen samen voorkomen op een chip (Dräger CMS) waardoor meerdere metingen van het gas kunnen worden uitgevoerd.

Om een correcte gas-specifieke meting uit te kunnen voeren, is een zekere voorkennis van de samenstelling van belang om zo onnodige metingen te voorkomen.

Het voordeel van deze instrumenten is de directe beschikbaarheid van de analyseresultaten, het ontbreken van verdunningsstappen en de mogelijkheid om (semi)kwantitatieve metingen uit te voeren (ook op instabiele of moeilijk te bewaren verbindingen). Bij de toepassing van gas-specifieke metingen is het noodzakelijk om na te gaan in hoeverre de mogelijkheid bestaat het meettoestel te kalibreren. Metingen met toestellen die nooit, tenzij door de fabrikant, worden gekalibreerd kunnen enkel als indicatief worden beschouwd.



### 3.1. DRÄGER X-AM 5600

De Dräger X-am 5600 van LB is uitgerust met katalytische sensoren voor CO<sub>2</sub>, CO, LEL, O<sub>2</sub>, NO (alternatief (H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>)) om de explosiegraad van brandbare gassen en dampen te bepalen. Het apparaat is niet ontworpen om lagere concentraties te meten.

De Dräger X-am 5600 is een meervoudige gasmeetinstrument voor de detectie van maximaal zes gassen. Het kan gebruikt worden voor persoonlijke bewaking voor de detectie van explosieve, brandbare, toxische gassen en dampen alsmede zuurstof.

Het meettoestel is uitgerust met infrarood sensoren. De infrarood sensor IR Ex maakt de meting mogelijk van explosieve, brandbare koolwaterstoffen in het bereik van de onderste explosiegrens LEL. Ook metingen in het bereik van 0 – 100 Vol.-% voor methaan, propaan en ethyleen zijn mogelijk. De infrarood sensor IR CO<sub>2</sub> met zijn uitstekende meetresolutie van 0,01 Vol.-% maakt exacte metingen mogelijk, ook voor waarschuwingen tegen giftige kooldioxideconcentraties in de omgevingslucht. Voor toepassingen waarbij zowel explosieve stoffen alsmede CO<sub>2</sub> bijzonder belangrijk zijn – bijvoorbeeld bij afvalwaterbehandeling – kan een Dual sensor (Dual IR CO<sub>2</sub>/Ex) gebruikt worden.

Dankzij de hoge stabiliteit en de vergiftigingsbestendigheid hebben infrarood sensoren doorgaans een lange levensduur (acht jaar).

Naast de IR sensor kan het toestel uitgerust worden met een reeks andere sensoren zoals O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCN, NH<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, amines. In onderstaande tabel is een overzicht weergegeven van de sensoren die beschikbaar zijn bij LB.

Aanbevolen kalibratie interval voor het sensortype IR Ex/CO<sub>2</sub> is 12 maanden, voor de overige sensoren die bv O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> en CO meten is dit 6 maanden.

Dit toestel heeft als voornaamste doel het uitvoeren van een LEL meting in het kader van mogelijk explosiegevaar.

X-AM5600	Capteur Dräger Dräger Sensor	Plage de Mesure Meetbereik	Alarme 1 - Seuil Alarm 1 - Drempel	Alarme 2 - Seuil Alarm 2 - Drempel	Limite courte durée (15') Limiet korte blootstelling (15')	Limite professionnelle Professionele limiet 8h/j – 40 ans	Norme Norm
ARDL_0131 ARDL_0132	CO <sub>2</sub> [ ppm ]	0 à 50.000	5.000	10.000	30.000	5.000	492 (RFL*)
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> [ % LEL ]	0 à 100	20	40			
	O <sub>2</sub> [ % en vol. ]	0 à 25	19	23	17 - 18 %*	18 - 19 %*	*
	NO [ ppm ]	0 à 200	25	35	2 5	2	0.024 (RFL*)
	CO [ ppm ]	0 à 2.000	25	100	1 0 0	20	0.859 (RBC*)
	CO HC [ ppm ] <i>Hte Conc.</i>	0 à 10.000	25	100	1 0 0	20	
	LIE [ % ]	0 à 100	20	40			

X-AM5600	Capteur Dräger Dräger Sensor	Plage de Mesure Meetbereik	Alarme 1 – Seuil Alarm 1 - Drempel	Alarme 2 – Seuil Alarm 2 - Drempel	Limite courte durée (15') Limiet korte blootstelling (15')	Limite professionnelle Professionele limiet 8h/j – 40 ans	Norme Norm
ARDL_0133 ARDL_0134 ARDL_0135	CO <sub>2</sub> [ ppm ]	0 à 50.000	5.000	10.000	30.000	5.000	492 (RFL*)
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> [ % LEL ]	0 à 100	20	40			
	O <sub>2</sub> [ % en vol. ]	0 à 25	19	23	17 - 18 %*	18 - 19 %*	*
	CO [ ppm ]	0 à 2.000	25	100	1 0 0	20	0.859 (RBC*)
	CO HC [ ppm ] <i>Hte Conc.</i>	0 à 10.000	25	100	1 0 0	20	
	LIE [ % ]	0 à 100	20	40			

\*RFL/VG - Région Flamande  
 - Vlaams Gewest  
 \*  
 RBC/BHG - Région Bruxelles-Capitale  
 Brussels Hoofdstedelijk Gewest

18 - 19 % - maux de tête, nausées, troubles de la coordination  
 - hoofdpijn, Misselijk, coördinatie stoornissen  
 17 % - inconscience  
 - bewusteloosheid  
 10 % - temps de survie < 3 minutes, dommages irréversibles après 30 secondes à cette faible pression enoxygène  
 overlevingstijd < 3 minuten, onomkeerbare schade na 30 seconde blootstelling aan dit zuurstofgehalte

### 3.2. DRÄGER TUBES

Dräger-Tubes zijn geschikt voor het snel bepalen van bepaalde gevaren door gasontwikkeling of na calamiteiten. Dräger-Tubes met direct aflezende colorimetrische indicatie hebben vele toepassingen. Met Dräger-Tubes kunnen ongeveer 500 verschillende stoffen worden gemeten. Beperkte selectiviteit en het feit dat Dräger-Tubes gewoonlijk slechts eenmaal kunnen worden gebruikt, kunnen een nadeel vormen. Op elke Dräger-Tube staat een typeaanduiding en het onderdeelnummer. De naam van de Dräger-Tube geeft aan voor welke component deze is gekalibreerd om te meten. De type aanduiding bestaat uit cijfers en een letter. Over het algemeen geeft het cijfer de ondergrens van het meetbereik aan (in ppm, mg / m<sup>3</sup>, mg / L of Vol .-%). De letter na het nummer duidt versie van de verbetering in ontwikkeling van de Dräger-Tube aan. (bijvoorbeeld de Dräger-Tube Aceton 100 / b). Het meetbereik voor de Dräger-Tubes voor korte termijn metingen zijn alleen geldig als de Dräger-buizen worden gebruikt in combinatie met een DrägerTube-pomp.

Bij LB huidig te gebruiken met manueel "Dräger Accuro" pomp

#### Werkwijze:

Het aantal nodige pompslagen (n) voor een Dräger-Tube (gedrukt op het buisje zelf) weerspiegelt het gekalibreerde monstervolume dat voor een bepaald meetbereik nodig is, met behulp van de Dräger-Tube-pomp. Voor de Dräger-Tubes met een gedrukte schaal (d.w.z. geschaalde buizen), wordt alleen het aantal slagen aangegeven die direct betrekking hebben op de numerieke waarden van de schaal. Voor buizen met kleurintensiteit (dat wil zeggen kleurenmatchbuizen) zijn het hoogste en laagste aantal slagen dat nodig is om een bepaalde verkleuring te verkrijgen (d.w.z. de concentratie bepalen) aangegeven.

#### Opslag-vervaldatum-Afvoer

Elke Dräger-Tube bevat een reagent dat is ontworpen om een chemische reactie met een bepaalde stof te ondergaan. Omdat chemicaliën en chemische reagentia niet voor onbepaalde tijd stabiel zijn, heeft elke doosje met Dräger-Tubes een vervaldatum. De buizen zijn geschikt voor gebruik tot en met de laatste dag van de maand waarin ze verlopen.

Dräger-Tubes die na de vervaldatum worden gebruikt, kunnen niet gebruikt worden voor nauwkeurige resultaten. Voor de nauwkeurigheid van de tube-indicatie moet gedurende de houdbaarheidsperiode Dräger-Tubes in de oorspronkelijke verpakking bij kamertemperatuur worden bewaard. Op de verpakking staat een maximale opslagtemperatuur van 25 ° C. Vermijd uitzonderlijk lage (minder dan 2°C) of hoge (meer dan 25°C) temperaturen tijdens opslag en bescherm de buizen tegen direct zonlicht gedurende lange periode. Gooi gebruikte of vervallen Dräger-Tubes niet weg met het huisvuil. Dräger-Tubes bevatten chemicaliën en dienen als chemisch afval afgevoerd te worden.

Dräger Tubes hebben het voordeel dat er snel een screening uitgevoerd kan worden waarbij een goede inschatting kan gemaakt worden van de concentratie. Ze zijn handig wanneer geweten is over welke component het gaat.

Nadeel van de techniek is dat er geen continue opvolging mogelijk is. Indien er geen kennis is over welke stof er gemeten moet worden, moeten eerst 'multitubes' (Dräger Simultaan Test set) gebruikt worden om een indicatie te krijgen over welk type van component het gaat. Nadien kunnen dan component specifieke metingen uitgevoerd worden. Een overzicht van de verschillende set van Dräger is weergegeven in paragraaf 4.13.2

### 3.3. DRÄGER CMS

De Dräger CMS is geschikt voor het meten van gas- en dampcomponenten. Het chip-meetsysteem is een systeem voor de kwantitatieve bepaling van gevaarlijke gas- of dampconcentraties in lucht. De metingen worden uitgevoerd op de werkplek om te controleren op gevaarlijke gasconcentraties, procesregeling en voor metingen in besloten ruimten, enz. Dit systeem is ontworpen voor korte termijn metingen. Het complete meetsysteem bestaat uit twee hoofdcomponenten:

- Component afhankelijke chips
- Analyser

Voordelen van het chipsysteem:

- mogelijkheid om 10 metingen uit te voeren met 1 chip
- een pompsysteem dat zorgt voor een constante luchtstroom
- makkelijk uitleesbaar
- mogelijkheid om een filter of vochtafscheider voor te plaatsen

Wanneer de chip in de analyser wordt geplaatst, wordt alle informatie die nodig is voor detectie, overgebracht naar de analyser door middel van een streepjescode: type gas, meetbereik, meettijd, parameters voor de kalibratiefunctie, vereiste stroomsnelheid.

De meetprocedure is altijd dezelfde, dus het is niet nodig om meerdere procedures voor verschillende chips te onthouden. Dit maakt eenvoudige en korte gebruikerstraining mogelijk. De hoeveelheid reagens die in elk capillair wordt gebruikt, is extreem klein, wat resulteert in een hoge gevoeligheid voor de te meten component.

De analyser registreert de meting, waardoor menselijke factoren worden geëlimineerd. De gasinlaat voor het gas bevindt zich aan de voorzijde van de analyser en is beschermd tegen stof en andere onzuiverheden. Wanneer de verbinding tussen het gehele gasleidingssysteem en de open capillair van de chip luchtdicht is, trekt een speciaal pompsysteem een constante massastroom van lucht door de capillair. Het pompsysteem bestaat uit een massastroomregelaar, een processor en een kleine elektrische membraanpomp. De processor regelt de pompprestaties voor de normale massastroom. Deze combinatie ondersteunt een nauwkeurige massaflow en compenseert schommelingen in de luchtdruk binnen bepaalde limieten. Voor een typische meting is slechts 30 ml lucht nodig voor een meettijd van ongeveer twee minuten en een massastroom van 15 ml/min. De capillairen in de chips zijn gevuld met chemische reagentia en filterlagen. Deze zorgen voor een betrouwbare en reproduceerbare respons wanneer de overeenkomstige gevaarlijke stof aanwezig is, wat een van de belangrijkste redenen is voor de hoge mate van nauwkeurigheid van het meetsysteem. De elektronische detectoren in de analyser evalueren de reactie-effecten in de chipcapaciteit. Dit heeft als voordeel dat kleine veranderingen in het reactieproduct betrouwbaar worden geïdentificeerd kunnen worden.

#### Werkwijze

De bediening van het Dräger CMS is altijd constant, ongeacht het gas of de damp die wordt gemeten. De Dräger CMS heeft een eenvoudige menu-gestuurde display, en slechts één schuifschakelaar die symmetrisch in het midden is geplaatst.

Wanneer het apparaat ingeschakeld wordt, voert de analyser onmiddellijk een volledige zelftest uit, gevolgd door de melding "functietest ok" (gedurende drie seconden). Vervolgens wordt de gebruiker gevraagd om de chip die is geselecteerd voor de meting door de achterste inlaatklep in de analyser te duwen. Op dit moment ontvangt de analyser de informatie, weergegeven door de streepjescode

op de chip, die relevant is voor de meting: gastype, meetbereik, flow en gegevens voor de kalibratiecurve. Het optische systeem berekent het aantal nog beschikbare metingen op de gebruikte chip en geeft het gastype en het meetbereik weer. Ong. 5 seconden later wordt de gebruiker geïnstrueerd om de schakelaar in te stellen op positie 2. In deze schakelstand controleert de CMS automatisch de luchtdichtheid van het volledige gasleidingssysteem, tot aan de chip zelf. Wanneer de lektest is voltooid, kan de schakelaar naar positie 3 worden verplaatst om het eigenlijke meetproces te starten. Beide uiteinden van het capillair zijn open, het pompsysteem trekt omgevingslucht door de meetcapillair van de chip. Een balkindicator in de display geeft aan dat de meting actief is totdat het resultaat van de meting op het display verschijnt.

Om nog een test met dezelfde chip te doen, kan de schakelaar naar positie 2 worden geschoven en zal een nieuwe lektest worden uitgevoerd. Om de chip te vervangen, keer je de schakelaar terug naar positie 0, de uitlaatflap wordt geopend, de chip wordt automatisch uitgeworpen en de chip kan eenvoudig worden verwijderd. Prestatiegegevens van het Dräger CMS meetbereik hangen af van het type chip.

Het meetbereik en de precisie/resolutie hangt af van het type chip. Hieronder (Tabel 1) wordt een overzicht weergegeven van de te meten componenten en hun meetbereiken.

Tabel 1 : Overzicht prestatiegegevens van het Dräger CMS

Component	Meetbereik	Component	Meetbereik
Azijnzuur	2,0-50,0 ppm	Iso-Propanol	40,0-1,000 ppm
Aceton	40,0-600 ppm	Mercaptaan	0,25-6,0 ppm
Ammoniak	0,20-5,0 ppm	Methanol	20,0-500 ppm
Ammoniak	2,0-50,0 ppm	MTBE	10,0-200 ppm
Ammoniak	10,0-150 ppm	Methyleenchloride	20,0-400 ppm
Ammoniak	100-2,000 ppm	NO2	0,50-25,0 ppm
Benzeen	50 - 2,500 ppb	Zuurstof	1,0-30,0% Vol
Benzeen	0,20-10,0 ppm	Ozon	25,0-1,000 ppb
Benzeen	0,50-10,0 ppm	Perchloroethyleen	5,0-500 ppm
Benzeen	10,0-250 ppm	Koolwaterstoffen	20,0-500 ppm
Butadieen	1,0-25,0 ppm	Koolwaterstoffen	100-3,000 ppm
CO2	200-3,000 ppm	Fosgeen	0,05-2,0 ppm
CO2	1,000-25,000 ppm	Fosfine	0,10-2,5 ppm
CO2	1,0-20% vol	Fosfine	1,0-25,0 ppm
CO	5,0-150 ppm	Fosfine	20,0-500 ppm
Chloor	0,20-10,0 ppm	Fosfine	200-5,000 ppm
Ethanol	100-2,500 ppm	Propaan	100-2,000 ppm
Ethyleenoxide	0,40-5,0 ppm	Styreen	2,0-40,0 ppm
Formaldehyde	0,20-5,0 ppm	SO2	0,40-10,0 ppm
HCl	1,0-25,0 ppm	SO2	5,0-150 ppm
HCl	20,0-500 ppm	Tolueen	10,0-300 ppm
HCN	2,0-50,0 ppm	Trichloroethyleen	5,0-100 ppm
H2O2	0,20-2,0 ppm	Vinylchloride	0,30-10,0 ppm
H2S	0,20-5,0 ppm	Vinylchloride	10,0-250 ppm
H2S	2,0-50,0 ppm	Waterdamp	0,40-10,0 mg/l
H2S	20,0-500 ppm	Xyleen	10,0-300 ppm
H2S	100-2,500 ppm		

Voordeel is dat er op korte tijd verschillende metingen kunnen uitgevoerd worden. Men moet echter vooraf op de hoogte zijn over welke component het gaat. De duur van de meting hangt af van de te meten component (voor benzeen kan de meting tot 5 min duren).

### 3.4. DRÄGER MULTI PID2

De Dräger Multi PID2 wordt momenteel niet meer gebruikt door LB, maar wordt informatief toegelicht.

#### 3.4.1. WERKINGSPRINCIPE

De Multi-PID 2 meet de concentratie van VOC's die geïoniseerd kunnen worden door een foto-ionisatiedetector. In de TVOC-modus maakt de Multi-PID 2 geen onderscheid tussen individuele stoffen. De weergegeven waarde geeft de totale concentratie van alle VOC's weer. Benzeen kan

selectief gemeten worden in de GAS-modus. Voor deze meting is een PID-voorfilter voor benzeen nodig. De voorfilter adsorbeert alle stoffen met uitzondering van benzeen zodat alleen benzeen naar de detector wordt geleid. De Dräger Multi-PID 2 heeft een meetbereik van 0 tot 2000 ppm. Met een optionele gasverduunningssonde kan het meetbereik uitgebreid worden tot 20.000 ppm. De PID-technologie is zowel extreem gevoelig als robuust. De snelle reactietijd is geschikt voor lekcontrole. Het zorgt er ook voor dat de atmosfeer boven vervuilde grond of vloeistoffen kan worden gescreend evenals metingen van besloten ruimten. Het toestel beschikt over een gasbibliotheek met maximaal 70 componenten. Er zijn nog eens 60 stoffen die geïdentificeerd kunnen worden en die indien nodig in het apparaat kunnen worden opgeslagen.

Tabel 2 : specificaties van Multi-PID 2

Specificaties	
Afmetigen (B x H x D)	230 × 110 × 80 mm
Gewicht	860 g
Operationele periode	8 uur
Ingebouwd geheugen	15000 waarden
Pompwerking	Slanglengte tot 3 m
Omgevingscondities	
Temperatuur	0 tot +40 ° C
Druk	-
Vochtigheid	0 tot 95% r.v., niet-condenserend
Lampen	10.6 eV/11.7 eV
Detectielimiet	0,1 ppm isobutyleen
Resolutie	0,1 ppm tot 100 ppm 1 ppm vanaf 100 ppm
Nauwkeurigheid	± 10% of ± 2 ppm (welke waarde het hoogst is)
Response tijd	≤ 3 seconds bij 20 °C
Detectie limiet	0,1 ppm isobutyleen

De Multi-PID 2 kan gebruikt worden in 2 modi, nl. de “gasmodus” (specifiek) of de “TVOC modus” (niet specifiek). In de “gasmodus” kan een benzeen prefilter gebruikt worden welke alle andere componenten dan benzeen zal wegfilteren, zodat enkel benzeen wordt gemeten. In de TVOC modus wordt het totaal gehalte aan koolwaterstoffen gemeten. De Multi-PID 2 is standaard uitgerust met een 10.6 eV UV lamp. Een 11.7 eV UV lamp is eveneens beschikbaar voor dit type toestel.

#### 3.4.2. KALIBRATIE

Periodieke kalibratie is vereist ter compensatie van de Multi-PID 2 signaal veranderingen als gevolg van mogelijke flow wijzigingen door de filter, of contaminatie van de ionisatiekamer, zuiverheid van de lamp, pompslijtage en andere factoren. Tijdens de kalibratie wordt de Multi-PID 2 eerst blootgesteld aan nul lucht. Een klein (nul) signaal wordt gegenereerd. Dit nulsignaal wordt opgeslagen door het toestel. De Multi-PID 2 wordt vervolgens blootgesteld aan ijkgas. Het toestel trekt het nulsignaal af van het meetgassignaal en verdeelt het verschil door de ingevoerde ijkgasconcentratie. De resulterende gevoeligheid wordt opgeslagen. De Multi-PID 2-metingen zijn altijd gerelateerd aan het kalibratiegas. Na kalibratie met isobutyleen reageert de Multi-PID 2 direct in eenheden equivalent aan isobutyleen. De meeste vluchtige organische verbindingen wordt gedetecteerd door de Multi-PID 2, het toestel kan geen onderscheid maken tussen isobutyleen en andere ioniseerbare componenten. Een aflezing van 10 ppm geeft alle ioniseerbare verbindingen

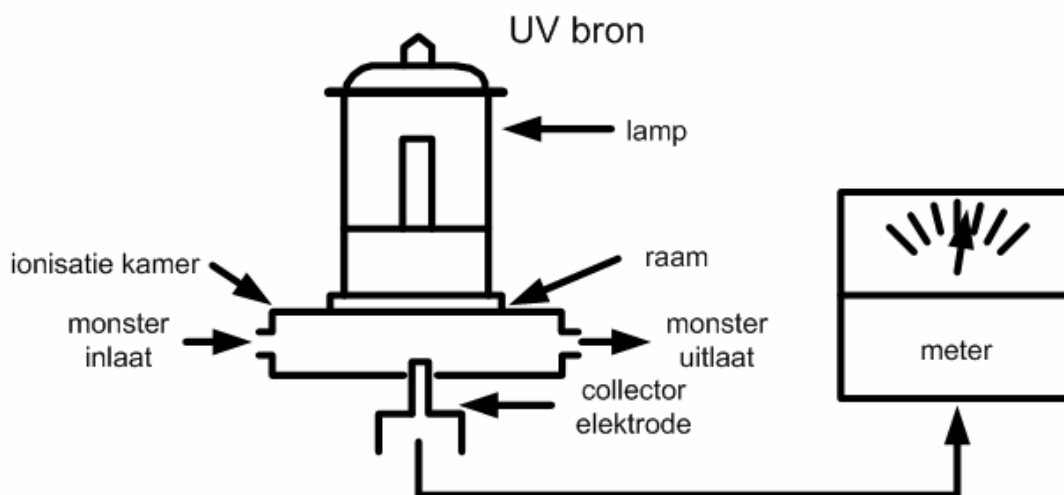
aanwezig in het gas aan die een ionenstroom genereren die evenredig is met 10 ppm isobutyleen. De aflezing is in feite 10 ppm isobutyleen-equivalent.

### 3.5. ULTRA RAE 3000 PID

#### 3.5.1. WERKINGSPRINCIPE

De foto-ionisatiedetector (PID) is een draagbare dampfase- en gasdetector die een heel gamma aan organische componenten kan detecteren. Foto-ionisatie gebeurt wanneer een atoom of molecule licht absorbeert met een voldoende energie om een elektron vrij te kunnen stellen van het atoom of molecule en zo een positief geladen ion over te laten. De gassen die normaal in lucht aanwezig zijn (argon, kooldioxide, stikstof, zuurstof, waterdamp,...) vragen een relatief hoge energie om geïoniseerd te worden en worden niet geïoniseerd door de UV-fotonen. De meeste koolwaterstoffen worden wel geïoniseerd.

De PID bestaat uit een ultraviolet lamp die fotonen emitteert die geabsorbeerd worden door de component in de ionisatiekamer (Figuur 1). Ionen (atomen of moleculen die voldoende energie opgevangen hebben om elektronen vrij te stellen of op te vangen hebben dan een netto positieve of netto negatieve lading) die geproduceerd zijn gedurende dit proces worden opgevangen door elektroden. De stroom die hierbij ontstaat is een maat voor de gemeten concentratie. Omdat slechts een kleine fractie van de analytmoleculen geïoniseerd zijn, wordt deze methode als een niet-destructieve methode beschouwd en laat dit toe om deze detector in combinatie met een andere detector te gebruiken om de analyseresultaten te bevestigen. Daarenboven zijn PID's beschikbaar in verschillende lampconfiguraties. De resultaten zijn vrijwel onmiddellijk afleesbaar.



Figuur 1: Schematische voorstelling PID

#### 3.5.2. TOESTEL

**De PID (Figuur 2, ppBRAE 3000 VOC monitor) wordt gebruikt voor indicatieve metingen om lekken en diffuse emissies op te sporen.** De PID reageert sterk op moleculen met dubbele bindingen: aromaten, esters, ketonen, maar wegens de hogere ionisatiepotentiaal nauwelijks op organische stoffen met slechts één koolstofatoom zoals dichloormethaan, methanol, freonen, en op alkanen. Door **de nadelen van de PID**: namelijk een sterk verschillende respons voor componenten met verschillende ionisatiepotentiaal, gevoeligheid voor ioniseerbare anorganische gassen, en de ongevoeligheid voor verzadigde koolwaterstoffen, hangt de toepasbaarheid van het toestel sterk af



van de te meten componentenmix. Hieronder is een oplisting weergegeven van veel voorkomende stoffen welke wel en niet detecteerbaar zijn met PID.

**Detecteerbaar met PID**

- Aromatische KWS : BTEX
- Ketonen/aldehydes : acetone, methyl ethyl ketone (MEK), acetaldehyde.
- Amines/ amides : diethylamine
- Chloor KWS : Trichloroethylene (TCE), perchloroethylene (PERC)
- S-comp. : Mercaptans, sulfides
- onverzadigde KWS: butadiene, isobutylene
- Alcoholen: isopropanol, ethanol
- verzadigde KWS :butaan, octaan
- Andere : ammoniak, arsine, phosphine, HS<sub>2</sub>, NO, B, I

**Niet detecteerbaar met PID**

- CO, HCN, SO<sub>2</sub>
- methaan, ethaan
- HCl, HF, HNO<sub>3</sub>
- Freons, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- Niet vluchtige PCBs, vetten

De meetbare concentraties liggen typisch in het gebied van 0,01 tot 10.000 ppm, terwijl de toestellen het accuraatst zijn in het onderste gedeelte van dat bereik tot ongeveer 2.000 ppm. Andere niet-selectieve toestellen zijn bijvoorbeeld draagbare vlamionisatiedetectoren (FID's), met een bereik van ongeveer 0,5 tot 50.000 ppm, infrarood (IR) analyzers met een bereik van ongeveer 0,02 tot 20.000 ppm, en katalytische sensoren vb (LEL), met een bereik van ongeveer 200 tot 50.000 ppm. In vergelijking met katalytische sensoren zijn PID's geschikt voor gebruik op lager niveau concentraties, en qua grootte en gebruiksgemak hebben ze de voorkeur op FID's (brandergas noodzakelijk).

De UltraRAE kan op 2 verschillende manieren gebruikt worden:

- als stofspecifieke monitor (bv. PID voorzien van een benzeen buis)
- als VOC-monitor (som van alle VOC samen gedetecteerd)

In de stofspecifieke mode maakt de UltraRAE 3000 gebruik van een scheidingsbuis in combinatie met software, waarmee specifiek kan worden gezocht naar een bepaald type stof of component, zoals bv benzeen of butadien.



Figuur 2: ppbRAE 3000 draagbare VOC monitor

### 3.5.3. WAARGENOMEN PID-REACTIE VERSUS CONCENTRATIE

PID's hebben een lineair bereik in het ppb- en ppm-range beginnen lichtjes af te wijken bij ongeveer 500 tot 1000 ppm isobutyleen. Echter, op zeer hoge concentratieniveaus, boven ongeveer 10.000 ppm, daalt de respons voor hogere concentraties, als gevolg van de afname van de collectie-efficiëntie van ionen door de elektroden.

### 3.5.4. METINGEN VAN HOGE CONCENTRATIES

Bij het meten van hoge concentraties wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een verdunnings-systeem. Het verdunningsstelsel bestaat uit een splitunit een capillaire kraan en een actief koolpatroon. Een afbeelding van een verdunningssonde is hieronder weergegeven.



**3.5.5. EFFECT VAN DEBIET**

PID-metingen zijn onafhankelijk van het aanzuigdebiet. De concentratie van stoffen verandert niet in de sensorkamer, omdat slechts een verwaarloosbare fractie wordt omgezet en de lichtintensiteit meestal te laag is om een significante fractie van de stoffen in een aangeslagen toestand te houden.

Hogere aanzuigdebieten kunnen wel een sterkere of snellere respons geven voor verbindingen die een lage dampspanning hebben en dus gevoelig zijn voor adsorptieverliezen in de inlaatbuis, filters of sensorcomponenten. Dit komt omdat deze adsorptiezones sneller verzadigd zijn bij hogere massastromen.

Sommige filters veroorzaken een aanzienlijke flow reductie, en daarom kan het soms aan te raden zijn om de filter te verwijderen om adsorptie te voorkomen.

**3.5.6. RESPONS VAN PID OP VERSCHILLENDE CHEMISCHE STOFFEN**

Component	Respons
Aromatische verbindingen	++++
Alkenen	+++
Sulfides & Mercaptanen	+++
Organische Amines	+++
Ketonen	+++
Ethers	+++
Silicate Esters	+++
Organische Esters	++
Alcoholen	++
Aldehydes	++
Alkanen	++
Halogeen alkanen	-
Jodide	++++
Bromide	+++
Chloride	+
Fluoride	-
Boraat & Fosfaat Esters	++
H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> & PH <sub>3</sub>	+ tot ++
Organische zuren	+
Edel gassen, H <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , HCN, SO <sub>2</sub> & O <sub>3</sub>	-
Minerale zuren	-
++++ = meest gevoelig	
+ = minst gevoelig	
- = niet detecteerbaar	

**3.5.7. KALIBRATIE**

Kalibratie van het meettoestel is zeker nodig in volgende gevallen:

- Wanneer het lamptype is gewijzigd (bijvoorbeeld van 10,6 eV naar 9,8 eV).
- de sensormodule terug is geplaatst.
- het 30 dagen geleden is sinds het instrument voor het laatst is gekalibreerd.

- het type kalibratiegas is gewijzigd zonder dat het instrument opnieuw werd gekalibreerd.

Aangeraden wordt om de kalibratie uit te voeren voor elke meting, of dagelijks indien meerdere metingen gepland staan op 1 dag. Standaard wordt de PID-analyzer gekalibreerd met zuivere lucht (zero-kalibratie) en isobutyleen (spankalibratie).

Een nul-kalibratie kan worden uitgevoerd a.h.v. een 'zuiver' gas door het toestel d.m.v. een aansluitstuk te verbinden met een gascilinder of een Tedlar-zak. De nul-lucht is droog en bevat geen organische onzuiverheden en heeft een zuurstofgehalte van 20,9%. Wanneer geen gascilinder of Tedlar zak beschikbaar is, kan omgevingslucht (vrij van zichtbare vervuilingen) gebruikt worden of een actiefkoolfilter.

Een span-kalibratie bepaalt het tweede punt van de kalibratiecurve. De eenvoudigste methode is het toestel aan te sluiten aan een gascilinder met standaard referentiegas (spangas) d.m.v. een ontspanner met een debiet van 500 cc/min of een aangepaste afsluiter. Er kan ook eerst een Tedlar-zak gevuld worden met spangas of het spangas kan worden aangeboden via een drukregelsysteem. Een andere mogelijkheid is het gebruik van een afsluiter met >500 cc/min toevoer, waarbij de extra toevoer ontsnapt via een T of een open buis (overflow). Met deze laatste methode stroomt het spangas door een open buis die een beetje breder is dan de sonde. De sonde wordt in de kalibratiebuis ingebracht.

Er moet volgens EPA Method 21 gekalibreerd worden met tenminste twee verschillende concentraties van het ijkgas. Eén concentratie bevindt zich nabij de laagste concentratie van het meetgebied en de andere bevindt zich nabij de hoogste concentratie van het meetgebied.

- In het meetgebied van 0 tot 10 ppm IE (isobutyleenequivalenten) wordt de PID gekalibreerd door een zero met omgevingslucht en met 10 ppm isobutyleen.
- In het meetgebied van 10 ppm tot 100 ppm IE (isobutyleenequivalenten) wordt de PID gekalibreerd met 10 ppm en 100 ppm isobutyleen.

Indien één component gemeten wordt, kan ook met de component zelf geijkt worden. Of indien de ijking met een bepaalde component resulteert in een lagere responsfactor kan ook met deze component geijkt worden.

De PID meting is een semi-kwantitatieve meting waarbij de gemeten concentratie, van de met de gekozen lamp exciteerbare verbindingen, wordt uitgedrukt in hoeveelheid gas (ppm) waarmee het apparaat gekalibreerd is. Merk hierbij op dat de kalibratie gebeurd t.o.v. een zuiver gas (vaak isobutyleen), terwijl de metingen ten velde mengsels zijn.

Kalibratie van het toestel moet regelmatig (minstens per kwartaal, afhankelijk van het gebruik) gebeuren. Er wordt steeds een tweepunts-kalibratie uitgevoerd: nulpunt en standaard kalibratiegas. Voor de nulpunt-kalibratie kan gebruik gemaakt worden van een zuiver adsorptiepatroon om de eventueel aanwezige pollutanten te verwijderen uit de aangezogen lucht.

***De PID-detector is zeer gevoelig voor waterdamp. Men dient de membraanfilter in de aanzuigleiding regelmatig (minimaal jaarlijks) te vervangen. Het aanzuigen van vochtdruppels moet ten allen tijden vermeden worden.***

Indien de druk en temperatuur (>20°C verschil) op locatie in het veld sterk afwijken van de temperatuur en druk bij kalibratie, wordt aanbevolen een nieuwe kalibratie met gascilinder uit te voeren bij de heersende druk en temperatuur. Eventueel kan ook worden overwogen om een autokalibratie uit te voeren bij "zuivere lucht".

### **3.5.8. BEPERKINGEN EN OPMERKINGEN**

- De PID geeft aan dat er organische componenten aanwezig zijn, maar geeft niet aan welke componenten dit zijn.
- De meting van de PID wordt beïnvloed door waterdamp. Regen beïnvloedt de werking. Om dit tegen te gaan kan een 'Humidity Filtering II Tube' (RAE systems) gebruikt worden om vocht d.m.v. een absorptiemiddel te verwijderen. Het droogproces heeft geen invloed op de metingen van de meeste VOS. Dit systeem kan tot een half uur ononderbroken worden gebruikt.
- Hoge methaanconcentraties kunnen de werking beïnvloeden.
- Snelle variaties van temperatuur en elektrische velden kunnen de respons van het instrument beïnvloeden.
- De PID moet minstens per kwartaal gekalibreerd worden.
- PID kan gebruikt worden om metingen uit te voeren gedurende langere periodes om zo een concentratieverloop te kunnen opvolgen.
- PID geeft ook de mogelijkheid om lekken op te sporen doordat variaties in concentraties snel kunnen opgevolgd worden.

### **3.6. DRAAGBARE FID**

LB beschikt momenteel niet over FID toestel. Ter informatie wordt een toelichting gegeven over het werkingsprincipe, toestelinformatie en voor-en nadelen van de FID techniek (zie Bijlage 3.A)

### 3.7. RADIELLO PASSIEVE SAMPLERS

#### 3.7.1. MEETPRINCIPE

Een diffusieve of passieve sampler bemonstert gas- of dampvormige pollutanten vanuit de atmosfeer met een snelheid die gecontroleerd wordt door een fysisch proces zoals diffusie doorheen een statische laag of permeatie doorheen een membraan. Er wordt dus geen lucht actief, bijvoorbeeld met behulp van een pomp, doorheen de sampler aangezogen.

De snelheid  $U$  waarmee een passieve sampler pollutanten door diffusie opneemt, wordt gegeven door onderstaande formule en wordt bepaald door de diffusiecoëfficiënt voor een bepaalde component en de geometrie van de sampler:

$$U = \frac{D \times A}{L} \times 60$$

Met

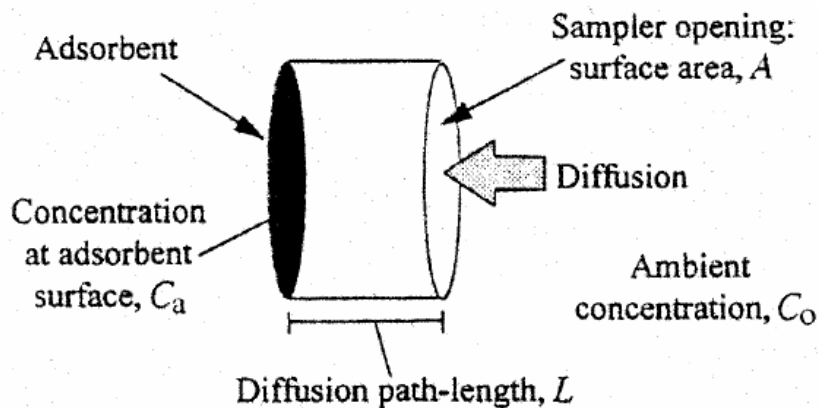
$U$  opnamesnelheid van de sampler bij actuele condities van de bemonstering in  $\text{cm}^3/\text{min}$  (=  $\text{ml}/\text{min}$ )

$D$  diffusie-coëfficiënt van het gas in lucht in  $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

$A$  oppervlak dwarsdoorsnede in  $\text{cm}^2$

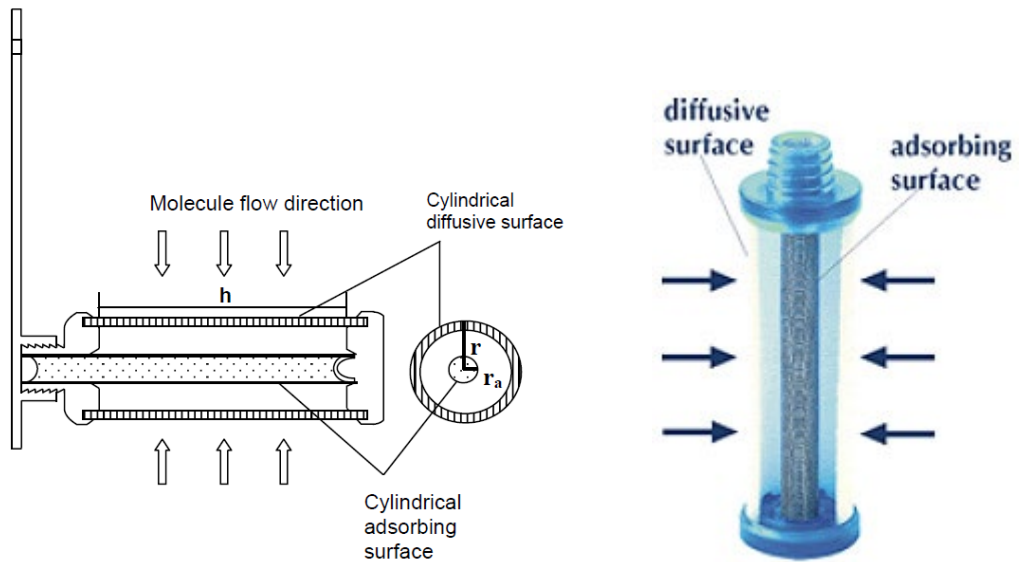
$L$  Diffusie padlengte in  $\text{cm}$

De diffusiecoëfficiënt  $D$  voor een bepaald gas in lucht is constant.



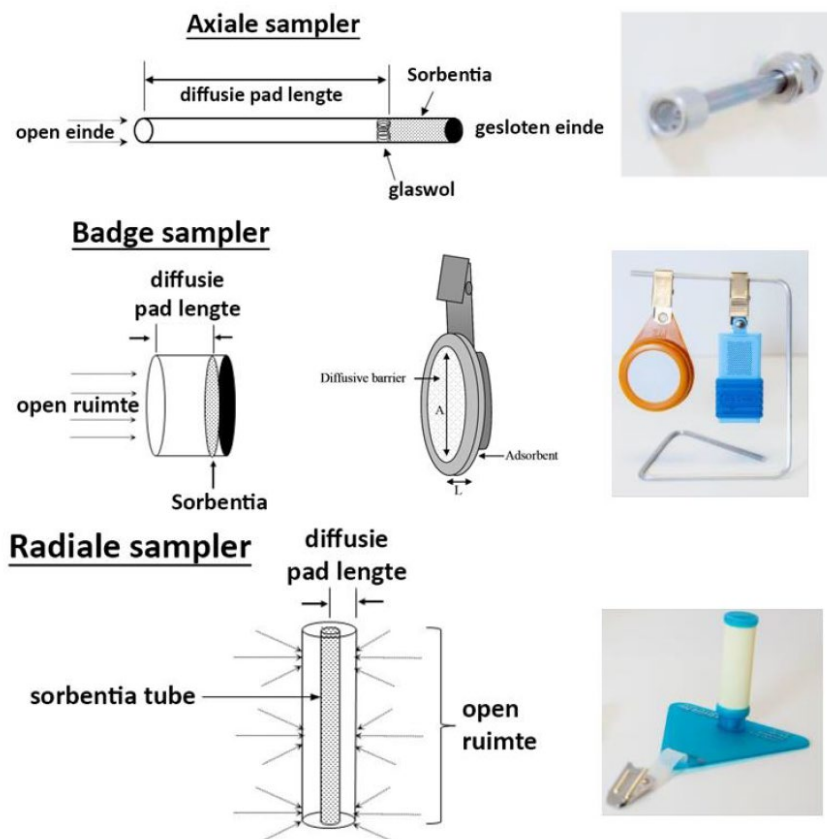
Figuur 3: Schema van een diffusieve sampler

Het werkingsprincipe van een Radiello sampler wordt weergegeven in Figuur 4. De Radiello® sampler bevat een cilindervormig adsorptiepatroon en is een radiaal type sampler (zie Figuur 6). Radiale samplers worden gekenmerkt door de aanwezigheid van respectievelijk een buiten en binnen cilindervormige eenheid, waardoor een groot opname oppervlak ( $A$ ) en een kort diffusiepad ( $L$ ) bekomen wordt. Daardoor heeft dit type van sampler een hogere opnamesnelheid in vergelijking met andere type van passieve samplers (badge of axiaal type van samplers).



Figuur 4: Werkingsprincipe van de Radiello sampler

Voorbeelden van andere types van samplers zoals de axiale en badge type samplers worden samen met de radiale sampler weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Verschillende types van passieve samplers

**3.7.2. POTENTIEEL TE METEN COMPONENTEN**

Tabel 2 geeft een overzicht van de Radiello samplers die momenteel commercieel beschikbaar zijn. Het type adsorptiepatroon, het toegepaste extractiemiddel om de componenten van het patroon in oplossing te brengen en de analysemethode die in de instructies van de fabrikant voorgeschreven worden, zijn in deze tabel opgenomen.

Tabel 2: Overzicht van de componenten te meten met Radiello passieve samplers (bron: <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical/radiello-air-sampler.html>)

Component	Adsorptie-cartridge (enkel voor radiale samplers)	Extractie-middel	Analysemethode voorgeschreven door de leverancier/fabrikant
Aldehyden (zie Tabel 3 voor de individuele aldehyden)	met 2,4-DNPH gecoat Florisil® in een roestvrij stalen cilindernet (Code 165)	acetonitril	reverse phase HPLC en UV detectie
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	microporeus polyethyleen adsorptiepatroon geïmpregneerd met fosforzuur (code 168)	gedeïoniseerd water	spectrofotometrie (indofenol-methode)
Fenolen (fenol, methylfenol en dimethylfenol)	Tenax-TA in een roestvrij stalen cilindernet (code 147)	thermische desorptie (geen extractiemiddel)	capillaire GC-MS
Narosegassen en dampen (N <sub>2</sub> O, isofluraan, ethraan, halothaan, sevofluraan)	mengsel van moleculaire zeef/actieve kool in een roestvrij stalen cilindernet (code 132)	water-methanol mengsel	gaschromatografie (GC met headspace sampler en ECD-detector; voor sevofluraan MS detectie ivp ECD)
Ozon (O <sub>3</sub> )	met 4,4'-dipyridyletheleen gecoat silica gel in een microporiën polyethyleen tube (code 172)	MTBH oplossing	spectrofotometrie



Stikstofdioxide en zwaveldioxide (NO <sub>2</sub> en SO <sub>2</sub> )	microporeus polyethyleen adsorptiepatroon geïmpregneerd met triethanolamine (TEA) (code 166)	gedeïoniseerd water	analyse van nitriet met spectrofotometrie analyse van sulfiet en sulfaat met ionchromatografie
<b>Vluchtige organische stoffen (VOC's)</b>	<b>actieve kool in een roestvrij stalen cilindernet (code 130) *</b>	<b>chemische desorptie met CS<sub>2</sub></b>	<b>GC-FID</b>
Vluchtige organische stoffen (VOC's)	grafietkool in een roestvrij stalen cilindernet (code 145)	thermische desorptie (geen extractiemiddel)	capillaire GC-FID of GC-MS
Waterstofchloride (HCl)	Silicagel in een roestvrij stalen cilindernet (code 169)	gedeïoniseerd water	ionchromatografie
Waterstoffluoride (HF)	microporeus polyethyleen adsorptiepatroon geïmpregneerd met triethanolamine (TEA) (code 166)	gedeïoniseerd water	analyse van fluoride met ionchromatografie of ionselectieve elektrode
Waterstofsulfide (H <sub>2</sub> S)	microporeus polyethyleen adsorptiepatroon geïmpregneerd met zinkacetaat	gedeïoniseerd water	spectrofotometrie

*\*Momenteel in gebruik bij LB*

### 3.7.3. INTERFERENTIES

**Passieve samplers moeten op een voldoende afstand worden geplaatst van belangrijke obstakels** zoals bomen, muren of gebouwen. Complexe topografie en obstructies zoals waterpartijen, heuvels, gebouwen en andere infrastructuur die de toegang tot de meetlocaties kan verhinderen, moeten in rekening worden genomen. Eventuele interferenties op de resultaten omwille van lokale aspecten van de meetlocaties moeten meegenomen worden in de rapportage.

**Nabijgelegen of windopwaartse bronnen van buiten de meetzone kunnen bijdragen aan achtergrondconcentraties.** Omdat passieve samplers continu meten, kunnen veranderingen in de windrichting bovendien de bijdrage van achtergrondconcentraties van storende bronnen tijdens de monitoringperiode beïnvloeden. Hiervoor is het aangeraden om de lokale meteo, m.n. windrichting en snelheid, gedurende de ganse monitoringperiode te monitoren of de meteogegevens van een nabijgelegen meteo-station op te vragen. Storende bronnen kunnen zijn, nabijgelegen industriële sites, belangrijke wegen, tankstations, verbrandingsbronnen, korte-termijn bronnen en residentiële bronnen. Bij de tussentijdse evaluatie van de gegevens, kan de invloed van lokale bronnen en de meteo-omstandigheden op de individuele meetlocaties worden geëvalueerd, vooral wanneer hoge concentratiewaarden worden waargenomen.

### 3.7.4. VOORBEREIDING EN PLAATSEN VAN SAMPLERS

De samplers moeten worden beschermd tegen contaminatie tijdens het uitzetten in het veld. In sommige gevallen van sterk vervuilde omgeving waar een risico bestaat dat de handen vervuild zijn, wordt aangeraden om katoenen handschoenen te dragen bij het manipuleren van de samplers, om contaminatie van de externe monsteroppervlakken te voorkomen. Bemonsteringsbuizen moeten voldoende worden afgedekt om contaminatie te vermijden. Wanneer de samplers niet worden gebruikt, moeten de afgedekte samplers in een voldoende luchtdichte verpakking worden bewaard om opname van VOS te voorkomen.

De samplers moeten zoveel mogelijk worden gemonteerd onder een weerbestendige kap om het effect van de lokale weersomstandigheden zoals zon en regen te minimaliseren. Deze afscherming mag echter het binnendringen van omgevingslucht niet belemmeren. De samplers moeten ook verticaal en naar beneden gericht worden opgesteld, om ophoping van deeltjes te minimaliseren.

Het normale werkbereik voor een bemonstering m.b.v. sorptie packing is 0-40 °C. Merk op dat de meeste validaties in de literatuur over de passieve opnamesnelheid voor sorptiebuizen, zijn uitgevoerd bij 20 °C.

De opnamesnelheid van een passieve sampler is temperatuur afhankelijk. De opnamesnelheden van de Radiello VOC sampler worden in de werkinstructie bij 25°C opgegeven. Voor de Radiello VOC sampler met als code 130 geldt dat de opnamesnelheid met  $\pm 5\%$  per 10°C afwijking ten opzichte van 25°C wijzigt. Bij lage temperaturen in de winter (metingen in buitenlucht) daalt de opnamesnelheid dus het sterkst.

Het vereiste aantal meetlocaties zal afhangen van de grootte en vorm van de zone die bemeten wordt. Scan de zone af naar obstakels (gebouwen, wegen, hekken, heuvels en andere terreinkwesties (bijv. waterpartijen of moeras) die de luchtstroming naar de sampler kunnen beïnvloeden. Registreer potentiële off-site bronstoringen (bijv. naburige industriële faciliteiten, tankstations, verbrandingsbronnen, kortstondige tijdelijke bronnen, residentiële bronnen,

nabijgelegen snelwegen). Zoek naar het dichtstbijzijnde beschikbare meteo-station of zoek naar een locatie voor het plaatsen van een tijdelijke meteo-mast.

Bij sommige meetcampagnes kan er een permanent meetstation in de buurt zijn van de meet-site. Indien toegang tot het meetstation mogelijk is, kan hier een sampler worden gemonteerd naast de meetapparatuur van het meetstation. Een vergelijking van de gemeten concentraties t.o.v. de concentraties gemeten in het meetstation, kan worden gebruikt als optionele kwaliteitsindicator om de nauwkeurigheid van de resultaten te beoordelen.

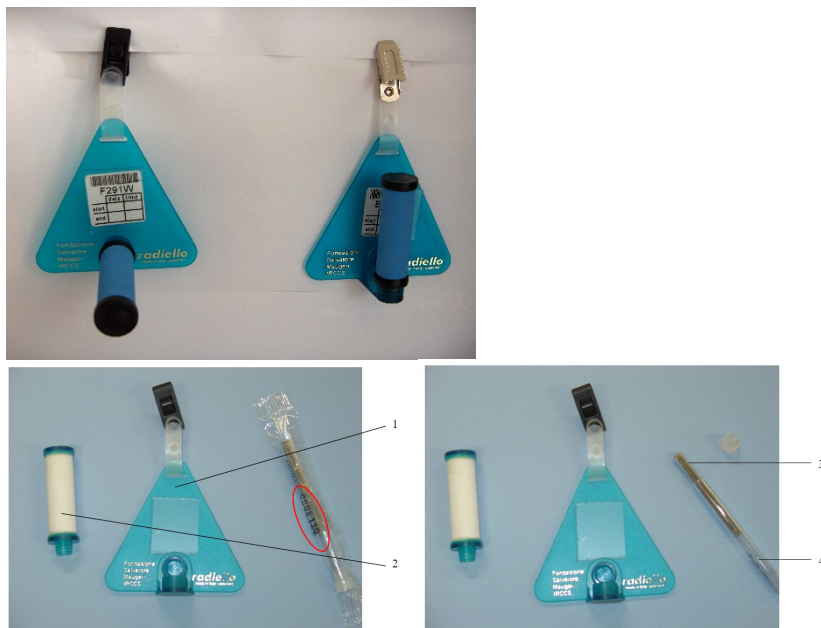
Veldblanco's ondergaan dezelfde stappen als de blootgestelde samplers, met uitzondering van de werkelijke periode van bemonstering/blootstelling om mogelijke besmetting tijdens o.a. transport en stockage na te gaan (afgesloten transporteren samen met de samplers, na monsterneming bewaring in koelkast samen met de stalen)

Het aantal veldblanco's en duplometingen is afhankelijk van de meetopzet. In EN 14412 (binnenlucht) EN 13528-3 (omgevingslucht) is opgenomen dat (bijvoorbeeld) tenminste 10% veldblanco's genomen dienen te worden.

### 3.7.5. UITVOERING METING

De houdbaarheidsdatum van de samplers moet bij elke meetcampagne worden gecontroleerd. De samplers worden opgesteld gedurende de vereiste bemonsteringsperiode - normaal 14 dagen. De samplers worden zo gemonteerd dat de onderkant van het buisje zich 1,5 tot 4 meter boven de grond begeeft (bv. aan een paal), verticaal is gericht, met het bemonsteringsuiteinde naar beneden gericht om indringing van deeltjes te voorkomen. De samplers worden onder een beschermkap geplaatst ter bescherming tegen regen en overmatige wind en zon.

Duplo's moeten worden ingezet op ten minste één meetlocatie voor elke 10 passieve samplers (PS)



- 1: driehoekig plastic bevestigingsplaatje met clip
- 2: witte, blauwe of gele beschermhuls/filter ('diffusive body'); de blauwe filter is voor de monsterneming van lichtgevoelige componenten zoals ozon en de gele filter voor thermodesorptie-toepassing
- 3: adsorptiepatroon (hier voor de monsterneming van VOC's= actieve kool in een roestvrij stalen cilindernet)
- 4: (glazen of plastic) houder voor transport van het adsorptiepatroon naar het laboratorium

*Figuur 6: Radiello® passieve sampler*

→ **Start monsterneming** (zie Figuur 6 voor de nummers)

- Haal de houder (4) uit de verpakking
- Inspecteer of de houder goed is afgesloten en het adsorptiepatroon in goede staat verkeert.
- Haal het adsorptiepatroon (3) uit de houder (4)
- Plaats het adsorptiepatroon (3) in de beschermhuls (2) zonder het adsorptiepatroon met de vingers aan te raken
- Schroef de beschermhuls (2) op het bevestigingsplaatje (1). De beschermhuls kan met behulp van een adapterstukje in verticale positie aangebracht worden (zie Figuur 6 bovenste foto rechts) bijvoorbeeld voor personal sampling.
- Breng het label met identificatienummer aan op het bevestigingsplaatje aan en noteer startdatum en -tijd en de locatiegegevens voor elke sampler op het veldformulier (zie voorbeeld in bijlage).
- Hang het bevestigingsplaatje (1) met beschermhuls (2) en adsorptiepatroon (3) binnen of buiten op.
- Laat de buizen conditioneren met de omgevingstemperatuur op de meetlocatie voordat ze uit de transportcontainer worden gehaald.
- Sluit de houder (4) en bewaar deze

→ **Stop monsterneming**

- Schroef de beschermhuls (2) met adsorptiepatroon (3) van het bevestigingsplaatje (1)
- Verwijder het adsorptiepatroon (3) uit de beschermhuls (2) en breng deze in de houder (4)
- Sluit de houder (4) af
- Breng het label met monsternemingsgegevens over naar de (transport)houder (4)
- Noteer stopdatum en -tijd en temperatuur op het label en het veldformulier

De bemonsterde passieve samplers worden in een luchtdicht afgesloten tube getransporteerd en aan het analyselaboratorium bezorgd samen met de ingevulde formulieren. Na de bemonstering worden de samplers koel (2-6 °C) tot aan de analyse bewaard.

Bij buitenluchtmetingen met passieve samplers moet aandacht besteed worden aan:

- bescherming tegen neerslag/sneeuw
- windsnelheid (mag niet te hoog of laag zijn)
- bescherming tegen vandalisme (buiten bereik ophangen bv)

Voor monsternemingen buiten wordt een behuizing aanbevolen ter bescherming tegen wind en regen (zie Figuur 7). De behuizing mag echter niet volledig afgesloten worden, een minimale luchtverversing/windsnelheid is vereist.



*Figuur 7: Beschermende behuizing voor het ophangen van Radiello samplers buiten*

Bij het plaatsen van passieve samplers buiten moeten volgende richtlijnen in acht genomen worden:

- Meetpunten worden gekozen op een afstand van minstens 1 meter van gebouwen of andere obstructies verwijderd.
- De samplers worden opgehangen op een hoogte tussen 1,5 m en 4 m (ophanging op een hoogte van 2,5 m zal vandalisme ontmoedigen).
- De onmiddellijke nabijheid van bomen, struiken, ... moet vermeden worden.

Bij het meten van de binnenlucht moeten ook referentiemetingen in de buitenlucht worden uitgevoerd om de achtergrondconcentratie van de omgeving te bepalen. Om de bekomen meetresultaten onderling te kunnen vergelijken moet hierbij dezelfde meetmethode (incl. recipiënten) worden gehanteerd.

Bijkomende **aandachtspunten** zijn:

- Indien het gebouw voorzien is van airconditioning, dan worden de bemonsteringen buiten bij voorkeur uitgevoerd in de nabijheid van de inlaat.
- De samplers moeten windopwaarts van het gebouw (cf. overheersende windrichting) geplaatst worden waar de binnenluchtmetingen plaatsgrijpen.
- De samplers moeten geplaatst worden ter hoogte van het verdiep / de verdiepingen waar de binnenluchtmetingen worden uitgevoerd.
- Diffusieve samplers worden bij voorkeur opgehangen aan inerte materialen bv. verlichtingspaal, metalen staaf, ... Plaatsing in bomen dient vermeden te worden omdat deze stof kunnen afgeven. Bovendien kunnen afvallende bladeren een gedeelte van de passieve staalname monitor bedekken.

#### Duplo's en veldblanco's

Ten minste 1 duplo passieve sampler voor elke 10 veldmonsters, voor de bepaling van precisie van de metingen. Ten minste twee veldblanco's per bemonsteringsperiode, beide op een verschillende meetlocatie. De veldblanco's lopen hetzelfde traject als de gewone PS, maar dan ongeopend.

### **3.7.6. BLOOTSTELLINGSDUUR EN PRESTATIEKENMERKEN**

De blootstellingstijd voor de verschillende samplers hangt af van het te verwachten concentratieniveau en de opnamesnelheid voor een bepaalde component. Indien de opnamesnelheid voor een bepaalde component hoger is, dan zal de detectie- en bepalingslimiet voor eenzelfde blootstellingsperiode lager zijn.

In Tabel 3 is de aangewezen blootstellingsduur van de samplers voor monsternemingen in resp. buitenlucht, binnenlucht en werkplaatslucht opgenomen alsook de detectie-of bepalingslimiet en de uitgebreide meetonzekerheid opgegeven door de fabrikant. Het meetbereik van de passieve sampler hangt af van de blootstellingsduur. Tabel 4 wordt het meetbereik voor de verschillende componenten berekend aan de hand van het door de fabrikant opgegeven lineair meetgebied (bv in  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$ ) en de blootstellingsduur in min. Voor een blootstellingsduur die niet in de tabel is opgenomen, kan het meetbereik berekend worden door het delen van de onder- en bovengrens van het lineair meetgebied door de blootstellingsduur.

Tabel 3: Blootstellingsduur i.f.v. het type van metingen en prestatiekenmerken van Radiello samplers

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
Aldehyden			8h – 7d	8h – 7d	2h – 8h (gem. conc) 15min – 1h (piek-conc)	
Acetaldehyde	84	0,1 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				15,9
Acroleïne	33	0,3 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				16,5
Benzaldehyde	92	0,1 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				17,2
Butanal	11	0,9 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				23,5
Hexanal	18	0,6 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				20,2
Formaldehyde	99	0,1 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				13,8
Gluteraldehyde	90	0,1 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				14,5
Isopentanal	61	0,2 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				17,0
Pentanal	27	0,4 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				22,9
Propanal	39	0,3 µg/m <sup>3</sup> (QL*)				17,1
		*7d blootstelling				
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	235	1 µg/m <sup>3</sup> bij 24h blootstelling (DL)				6,5
Fenolen		DL bij 24 h blootstelling en met MS detectie	8h – 7d	8h – 7d	2 – 8 h	
Fenol	38	0,3				24,1
o-chresol	45	0,4				17,5
m-chresol	48	0,4				8,0
p-chresol	48	0,4				8,0

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
2,3-dimethylphenol	53	0,4				26,0
2,5-dimethylphenol	51	0,3				25,2
2,6-dimethylphenol	46	0,4				7,6
3,4-dimethylphenol	60	0,4				22,1
3,5-dimethylphenol	61	0,4				22,2
Narcosegassen en dampen N <sub>2</sub> O	1,01	0,5 ppm (ECD) (DL bij 4h)	Max. 8h bij een RV tot 80% en een N <sub>2</sub> O conc. tot 500 ppm en een overall conc. aan gehalogeneerde narcosegassen tot 100 ppm (bij een duur > 8 h in combinatie met RV>80%: verlies van N <sub>2</sub> O!)			5,5 (ECD) 6,2 (MS)
Isofluraan	2,25	0,002 ppm (ECD) (DL bij 4h)				4,7-5,6 (ECD) 5,5-6,2 (MS)
Ethraan	3,39	0,01 ppm (ECD) (DL bij 4h)				4,7-5,6 (ECD) 5,5-6,2 (MS)
Halothaan	4,93	0,002 ppm (ECD) (DL bij 4h)				4,7-5,6 (ECD) 5,5-6,2 (MS)
Sevofluraan	0,92	0,1 ppm (ECD) (DL bij 4h)				5,5-6,2 (MS)



Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
Ozon (O <sub>3</sub> )	24,6	DL= 2 µg/m <sup>3</sup> bij 7d blootstelling	24h – 14 d bij ozonconcentraties tussen 2-400 µg/m <sup>3</sup> Ideaal 3 – 7d Verzadiging na 14d bij 400 µg/m <sup>3</sup>	Geen informatie	8h  Verzadiging na 14d bij 400 µg/m <sup>3</sup> (opm: dit komt niet overeen met het door de fabrikant opgegeven lineair werkgebied: 14 d *400 µg/m <sup>3</sup> =8064000 µg/m <sup>3</sup> *min en ligt buiten het lineair gebied van 10000-4000000 µg/m <sup>3</sup> *min)	14,5
Stikstofdioxide en zwaveldioxide (NO <sub>2</sub> en SO <sub>2</sub> )	NO <sub>2</sub> : 78 SO <sub>2</sub> : 119	QL= 1 ppb bij 7d blootstelling	Tot 15 d Indien RV>70%: max 7d			NO <sub>2</sub> : 11,9 SO <sub>2</sub> : 9,2
Vluchtige organische stoffen (VOC's) Sampler voor CS <sub>2</sub> -desorptie		Afhankelijk van de instrumentatie en de analytische condities QL: 0,05-1 µg/m <sup>3</sup> voor 7d blootstelling	8h – 30d, idealiter 7d  overall VOC concentratie van 3000-3500 mg/m <sup>3</sup> – 8 h	8h – 30d, idealiter 7d  overall VOC concentratie van 3000-3500 mg/m <sup>3</sup> – 8 h	15 min – 8h	
Aceton	77	afhankelijk van de component en bij de analytische condities volgens de instructies van de fabrikant	overall VOC concentratie van 70000-80000 µg/m <sup>3</sup> – 14d	overall VOC concentratie van 70000-80000 µg/m <sup>3</sup> – 14d		7,0
Acetonitrile	73					8,2
Acrylonitrile	75					2,2
Benzyl alcohol	37					6,5
Amylacetaat	52					3,4
Benzene	80					1,8
Broomchloormethaan	70					1,4
Butanol	74					5,0
Sec-butanol	64					5,2
Tert-butanol	62					5,5
Butylacetaat	60					3,0

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
2-butoxyethanol	56					5,7
2-butoxyethylacetaat	41					5,5
Koolstoftetrachloride	67					9,0
Cyclohexaan	54					4,5
Cyclohexanon	68					4,2
Cyclohexanol	54					4,5
Chloorbenzeen	68					3,6
Chloroform	75					9,7
n-decaan	43					1,1
diaceton alcohol	43					4,5
1,4-dichloorbenzeen	51					7,7
1,2-dichloorbenzeen	77					8,2
1,2-dichloorpropaan	66					4,5
Dichloormethaan	90					8,7
N,N-dimethylformamide	82					14,5
1,4-dioxane	68					5,5
n-dodecane	8					4,7
n-heptaan	58					3,0
n-hexaan	66					2,5
1-hexanol	52					5,5
Ethanol	102					7,5
Diethylether	78					12,0
Ethylacetaat	78					1,5
Ethylbenzeen	68					2,4
2-ethyl-1-hexanol	43					10,1
2-ethoxyethanol	55					6,7
2-ethoxyethylacetaat	54					2,5

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
Ethyl-ter-butylether (ETBE)	61					3,0
Isobutanol	77					2,5
Isobutylacetaat	63					5,2
Isooctane	55					3,2
Isopropanol	52					12,0
Isopropylacetaat	66					9,9
Isopropylbenzeen	58					2,7
Limoneen	43					10,0
Methanol	125					9,2
Methylacetaat	80					12,0
Methyl-ter-butylether (MTBE)	65					2,5
Methylcyclohexaan	66					6,5
Methylcyclopentane	70					2,5
Methylethylketon (MEK)	79					1,6
Methylisobutylketon	67					8,7
Methylmetacrylaat	68					2,5
2-methylpentaan	70					2,5
3-methylpentaan	70					2,5
2-methoxyethanol	35					11,0
2-methoxyethylacetaat	56					3,0
1-methoxy-2-propanol	55					6,0
	60					6,2

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
1-methoxy-2-propylacetaat	25					7,0
Naftaleen	48					5,4
n-nonaan	53					3,2
n-octaan	74					1,9
pentaan	53					7,0
α-pineen	65					7,5
propylacetaat	57					2,9
propylbenzeen	61					3,0
styreen	59					2,5
tetrachloorethyleen	74					11,0
tetrahydrofuran	74					1,5
tolueen	62					5,5
1,1,1-trichloorethaan	69					2,4
Trichloorethyleen	50					6,6
1,2,4-trimethylbenzeen	24					10,0
n-undecane	70					2,5
m-xyleen	65					2,5
o-xyleen	70					2,5
p-xyleen						
Vluchtige organische stoffen (VOC's) Sampler voor thermische desorptie			Thermische desorptie is buitengewoon geschikt voor langdurige blootstelling aan lage concentraties zoals bij meetcampagnes buiten en in bepaalde binnenomgevingen (woningen, scholen, ...)			Het gebruik van licht adsorberende media is niet aanbevolen in een werkplaatsatmosfeer.

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
Benzeen	27,8	DL in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 7d blootstelling, MS detectie	Van 8h tot 7 à 14d (max blootstellingstijd afhankelijk van de component). Indien de 'overall' VOC-concentratie > 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan wordt aanbevolen om de blootstellingsduur te verminderen			
Benzeen	26,8					
Butylacetaat	24,5					
2-butoxyethanol	19,4					
Cyclohexaan	27,6					
n-decaan	22,3					
1,4-dichloorbenzeen	22,0					
Dimethyldisulfide	23,7					
n-eptaan	25,3					
n-hexaan	25,5					
ethylbenzeen	25,7					
ethyl-tert-butyl ether (ETBE)	30,0					
2-ethyl-1-hexanol	14,3					
2-etoxyethanol	26,0					
2-etoxyethylacetaat	20,9					
Isopropylacetaat	25,8					
Limoneen	12,8					
Methyl-tert-butyl ether (MTBE)	30,0					
2-metoxyethanol	4,0					
2-metoxyethylacetaat	21,0					
1-metoxy-2-propanol	26,6					

Component	Opnamesnelheid (ml/min) bij 25°C en 1013hPa	Detectielimiet (DL) of bepalings- of kwantificatielimiet (QL)	Blootstellingsduur (minimale tot maximale duur)			Uitgebreide (2s) meetonzekerheid in %
			Buitenlucht	Binnenlucht	Werkplaats	
n-nonaan n-octaan α-pineen styrene tetrachloorethyleen toluene 1,1,1-trichloorethaan Trichloorethyleen 1,2,4-trimethylbenzeen n-undecaan m-xyleen o-xyleen p-xyleen	21,0 24,1 6,4 27,1 25,4 30,0 20,0 27,1 21,9 12,0 26,6 24,6 26,6	1,00 0,10 0,20 0,07 0,07 0,20 0,01 0,02 0,01 0,10 0,02 0,05 0,05 0,01 0,01 0,01				
Waterstofchloride (HCl)	103	DL= 10 µg/m <sup>3</sup> bij 24h blootstelling	2h – 2d (tot 7d indien de gemiddelde RV ≤ 50%)		15 min – 8h	3,5
Waterstoffluoride (HF)	187	DL= 7 µg/m <sup>3</sup> bij 24h blootstelling	2h – 14d		15 min – 8h	4,5
Waterstofsulfide (H <sub>2</sub> S)	69	DL=30 ppb bij 1h blootstelling of 1 ppb bij 24h blootstelling	1h – 15d (niet gespecificeerd of het gaat om metingen in binnen- of buitenlucht of werkplaatsatmosfeer)			8,7

Tabel 4: Meetbereik Radiello samplers ifv de blootstellingsduur

Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
	Ondergrens	Bovengrens		Ondergrens $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bovengrens $\text{mg}/\text{m}^3$
Aldehyden					
Acetaldehyde	1000	12000000	15 min	67	800
Acroleïne	3000	3000000		200	200
Benzaldehyde	1000	8000000		67	533
Butanal	9000	10000000		600	667
Hexanal	5000	15000000		333	1000
Formaldehyde	1000	4000000		67	267
Gluteraldehyde	1000	3000000		67	200
Isopentanal	1500	12000000		100	800
Pentanal	4000	12000000		267	800
Propanal	3000	8000000		200	533
Acetaldehyde	1000	12000000		8h	2,1
Acroleïne	3000	3000000	6,3		6,3
Benzaldehyde	1000	8000000	2,1		17
Butanal	9000	10000000	19		21
Hexanal	5000	15000000	10		31
Formaldehyde	1000	4000000	2,1		8,3
Gluteraldehyde	1000	3000000	2,1		6,3
Isopentanal	1500	12000000	3,1		25
Pentanal	4000	12000000	8,3		25
Propanal	3000	8000000	6,3		17
Acetaldehyde	1000	12000000	7d	0,1	1,2
Acroleïne	3000	3000000		0,3	0,3

Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
	Ondergrens	Bovengrens		Ondergrens $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bovengrens $\text{mg}/\text{m}^3$
Benzaldehyde	1000	8000000		0,1	0,8
Butanal	9000	10000000		0,9	1,0
Hexanal	5000	15000000		0,6	1,5
Formaldehyde	1000	4000000		0,1	0,4
Gluteraldehyde	1000	3000000		0,1	0,3
Isopentanal	1500	12000000		0,2	1,2
Pentanal	4000	12000000		0,4	1,2
Propanal	3000	8000000		0,3	0,8
Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )	2000	20000000	1h 14d	33 0,1	333 1,0
Fenolen fenol o-chresol m-chresol p-chresol 2,3-dimethylphenol 2,5-dimethylphenol 2,6-dimethylphenol 3,4-dimethylphenol 3,5-dimethylphenol	Niet opgegeven	Niet opgegeven			
Narcosegassen en dampen $\text{N}_2\text{O}$	Niet opgegeven	Niet opgegeven	Blootstelling tot 8h bij een RV tot 80%	0,25 ppm (0,5 ppm bij 4h)	500 ppm
Ozon ( $\text{O}_3$ )	10000	4000000	7d 14d	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	397 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
Stikstofdioxide en zwaveldioxide ( $\text{NO}_2$ en $\text{SO}_2$ )	10000	5000000	7d	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$496 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Vluchtige organische stoffen (VOC's) Sampler voor $\text{CS}_2$ -desorptie**				Ondergrens $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bovengrens $\text{mg}/\text{m}^3$
Aceton	10000	600000000	7d	0,99	59,5
Acetonitrile	10000	6000000	7d	0,99	0,6
Acrylonitrile	1000	50000000	7d	0,10	5,0
Benzyl alcohol	1000	800000000	7d	0,10	79,4
Amylacetaat	1000	800000000	7d	0,10	79,4
Benzene	500	500000000	7d	0,05	49,6
Broomchloormethaan	50000	1000000000	7d	4,96	99,2
Butanol	1000	500000000	7d	0,10	49,6
Sec-butanol	1000	300000000	7d	0,10	29,8
Tert-butanol	1000	300000000	7d	0,10	29,8
Butylacetaat	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
2-butoxyethanol	1000	100000000	7d	0,10	9,9
2-butoxyethylacetaat	1000	100000000	7d	0,10	9,9
Koolstoftetrachloride	100000	60000000	7d	9,92	6,0
Cyclohexaan	500	500000000	7d	0,05	49,6
Cyclohexanon	5000	120000000	7d	0,50	11,9
Cyclohexanol	5000	120000000	7d	0,50	11,9
Chloorbenzeen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Chloroform	100000	60000000	7d	9,92	6,0
n-decaan	500	1000000000	7d	0,05	99,2
diaceton alcohol	500	1000000000	7d	0,05	99,2

Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
1,4-dichloorbenzeen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
1,2-dichloorbenzeen	1000	500000000	7d	0,10	49,6
1,2-dichloorpropan	500	250000000	7d	0,05	24,8
Dichloormethaan	500	60000000	7d	0,05	6,0
N,N-dimethylformamide	1000	200000000	7d	0,10	19,8
1,4-dioxane					
n-dodecane	1000	600000000	7d	0,10	59,5
n-heptaan	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
n-hexaan	5000	1500000000	7d	0,50	148,8
1-hexanol	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Ethanol	5000	120000000	7d	0,50	11,9
Diethylether	10000	500000000	7d	0,99	49,6
Ethylacetaat	5000	500000000	7d	0,50	49,6
Ethylbenzeen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
2-ethyl-1-hexanol	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
2-ethoxyethanol	5000	500000000	7d	0,50	49,6
2-ethoxyethylacetaat	500	50000000	7d	0,05	5,0
Ethyl-ter-butylether	10000	100000000	7d	0,99	9,9
(ETBE)	500	200000000	7d	0,05	19,8
Isobutanol					
Isobutylacetaat	1000	300000000	7d	0,10	29,8
Isooctane	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Isopropanol	500	1000000000	7d	0,05	99,2
Isopropylacetaat	10000	400000000	7d	0,99	39,7
Isopropylbenzeen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Limoneen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Methanol	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Methylacetaat	10000	250000000	7d	0,99	24,8
Methyl-ter-butylether	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
(MTBE)	500	200000000	7d	0,05	19,8

Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
Methylcyclohexaan					
Methylcyclopentane	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
Methylethylketon	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
(MEK)	1000	500000000	7d	0,10	49,6
Methylisobutylketon					
Methylmetacrylaat	1000	250000000	7d	0,10	24,8
2-methylpentaan	1000	500000000	7d	0,10	49,6
3-methylpentaan	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
2-methoxyethanol	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
2-	5000	100000000	7d	0,50	9,9
methoxyethylacetaat	2000	100000000	7d	0,20	9,9
1-methoxy-2-propanol					
1-methoxy-2-	1000	350000000	7d	0,10	34,7
propylacetaat	2000	350000000	7d	0,20	34,7
Naftaleen					
n-nonaan	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
n-octaan	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
pentaan	500	1000000000	7d	0,05	99,2
$\alpha$ -pineen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
propylacetaat	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
propylbenzeen	500	1000000000	7d	0,05	99,2
styreen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
tetrachloorethyleen	1000	500000000	7d	0,10	49,6
tetrahydrofuran	10000	500000000	7d	0,99	49,6
tolueen	2000	250000000	7d	0,20	24,8
1,1,1-trichloorethaan	500	1000000000	7d	0,05	99,2
Trichloorethyleen	5000	1000000000	7d	0,50	99,2
1,2,4-	5000	1000000000	7d	0,50	99,2
trimethylbenzeen	500	1000000000	7d	0,05	99,2
n-undecane					

Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
m-xyleen	1000	1000000000	7d	0,10	99,2
o-xyleen	500	1000000000	7d	0,05	99,2
p-xyleen	500	1000000000	7d	0,05	99,2
	500	1000000000	7d	0,05	99,2
Vluchtige organische stoffen (VOC's) Sampler voor thermische desorptie				***	Bovengrens $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Max duur ****		
benzeen		410000	7d		40,7
benzeen		410000	14d		20,3
Butylacetaat		580000	14d		28,8
2-butoxyethanol		550000	14d		27,3
Cyclohexaan		470000	7d		46,6
n-decaan		450000	14d		22,3
1,4-dichloorbenzeen		650000	14d		32,2
Dimethyldisulfide		500000	7d		49,6
n-eptaan		420000	14d		20,8
n-hexaan		420000	7d		41,7
ethylbenzeen		550000	14d		27,3
ethyl-tert-butyl ether (ETBE)		600000	7d		59,5
2-ethyl-1-hexanol		550000	14d		27,3
2-etoxyethanol		570000	14d		28,3
2-etoxyethylacetaat		600000	14d		29,8
Isopropylacetaat		540000	7d		53,6
Limoneen		550000	14d		27,3
Methyl-tert-butyl ether (MTBE)		600000	7d		59,5
2-metoxyethanol		1000000	7d		99,2
2-metoxyethylacetaat		1000000	7d		99,2

Component	Lineair meetgebied in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$		Blootstellingsduur*	Meetbereik	
1-metoxy-2-propanol		600000	7d		59,5
n-nonaan		440000	14d		21,8
n-octaan		440000	14d		21,8
$\alpha$ -pineen		550000	14d		27,3
styrene		550000	14d		27,3
tetrachloorethyleen		1000000	7d		99,2
toluene		550000	14d		27,3
1,1,1-trichloorethaan		300000	7d		29,8
Trichloorethyleen		800000	7d		79,4
1,2,4-trimethylbenzeen		550000	14d		27,3
n-undecaan		520000	14d		25,8
m-xyleen		550000	14d		27,3
o-xyleen		550000	14d		27,3
p-xyleen		550000	14d		27,3
Waterstofchloride (HCl)	2000	20000000	15 min 2h 8h 2d	1333 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 167 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1333 $\text{mg}/\text{m}^3$ 167 $\text{mg}/\text{m}^3$ 42 $\text{mg}/\text{m}^3$ 7 $\text{mg}/\text{m}^3$
Waterstoffluoride (HF)	10000	50000000	15 min 2h 8h 24h 14d	667 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3333 $\text{mg}/\text{m}^3$ 417 $\text{mg}/\text{m}^3$ 104 $\text{mg}/\text{m}^3$ 35 $\text{mg}/\text{m}^3$ 2,5 $\text{mg}/\text{m}^3$
Waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ )	2000	50000000	1h 15d	33 ppm 0,1 ppb	833 ppm 2,3 ppm

\* Hoe langer de blootstellingsduur hoe lagere de concentratie die kan worden gemeten

\*\*De waarden voor thermische desorptie volgen onder deze lijn

\*\*\*Geen melding van ondergrens voor deze methode (thermische desorptie

\*\*\*\*voor bepaalde componenten moet de blootstellingsduur vooraf worden bepaald

### 3.7.7. DESORPTIE/EXTRACTIE EN ANALYSE VAN DE SAMPLERS

Afhankelijk van het type sampler wordt het adsorptiepatroon in het laboratorium geëxtraheerd met vloeistof of thermisch gedesorbeerd. Een 10-tal verschillende adsorptiepatronen en 4 verschillende beschermhulzen om honderden verschillende gasvormige componenten bij verschillende condities te bemonsteren zijn momenteel beschikbaar. Voor iedere component heeft de Fondazione Salvatore Maugeri gedetailleerde werkinstructie voor desorptie en analyse opgesteld die consulteerbaar zijn via de website <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical/radiello-air-sampler.html>.

### 3.7.8. BEREKENINGEN

De algemene formule voor de berekening van de concentratie gemeten met een passieve sampler, wordt gegeven door:

$$C = \frac{m_s - m_b}{U \times t} \times 10^6 \quad [1]$$

Met

$C$	concentratie van de pollutant bij actuele condities in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$m_s$	massa van de pollutant in het staal in $\mu\text{g}$
$m_b$	massa van de pollutant in de gemiddelde blanco sampler in $\mu\text{g}$
$U$	Opnamesnelheid van de sampler bij actuele condities van de bemonstering in $\text{cm}^3/\text{min}$ (= $\text{ml}/\text{min}$ )
$t$	Blootstellingsduur in minuten

De opnamesnelheid van passieve samplers is temperatuur afhankelijk en neemt toe bij stijgende temperatuur. In de werkinstructies opgesteld door de Fondazione Salvatore Maugeri is het temperatuurseffect voor ieder type van sampler opgenomen.

### 3.7.9. VOOR- EN NADELEN

#### → Voordelen

Passieve samplers zijn **relatief goedkoop en eenvoudig in het gebruik**. Aangezien er geen actieve aanzuiging van gas plaatsvindt, is er geen elektriciteit vereist.

Bij binnenhuismetingen kan het plaatsen van een ventilator soms wel aangewezen zijn om een minimale luchtverversing in de buurt van de samplers te bekomen, welke de opname van de passieve samplers kan bevorderen. In dat geval is er wel elektriciteit vereist.

Door het gebruik van PS in combinatie met lokale meteorologische gegevens, kunnen meer inzichten worden verkregen over de lokale VOC concentraties en potentiële emissiebronnen. Met behulp van tijd geïntegreerde passieve bemonstering kan een meetstrategie worden gebruikt om de gemiddelde VOC-concentratie te bepalen voor een bepaalde site.

Passieve samplers samen met meteorologische gegevens met hogere spatiale en temporele resolutie, kunnen worden gebruikt om korte termijn concentratiefluctuaties op te volgen en, in combinatie met lokale windomstandigheden, te relateren aan specifieke emissies van bepaalde (lokale) bronnen.

Passieve sampling (PS) biedt een goedkope methode voor het screenen van diffuse of lokale emissies in vergelijking met actieve bemonsteringsmethoden, welke zijn gebaseerd op drägerbuisjes of tijd gewogen (TWA) canister bemonstering.

Aanvullende PS kan worden opgesteld op verschillende afstanden van de bronsite of de diffuse-emissiebron. In combinatie met meteogegevens kan de gradiënt van een pollutiepluim worden beoordeeld en de bijdrage van achtergrondbronnen aan de lokale VOC-concentratie geëvalueerd worden.

Concentratieprofielen in combinatie met hoge tijdsresolutie meteogegevens kunnen worden gebruikt voor bronspatie en massafluxberekeningen.

### → **Nadelen**

Aangezien het diffusief transport veel trager verloopt dan het gedwongen transport bij actieve staalname, zal de monsternemingsduur typisch langer zijn (dagen tot weken). Hierdoor wordt een tijdsgemiddelde concentratie bekomen. De samplers worden na de monsterneming in een laboratorium geanalyseerd. Er is dus geen onmiddellijk resultaat op de meetplaats beschikbaar.

Er moet vooraf geweten zijn welke componenten gemeten moeten worden om een juiste keuze te maken van type sampler (indien andere dan VOC's).

### **3.7.10. REFERENTIES**

1. Ballach, J.; Greuter, B.; Schultz, E.; Jaeschke, W. Variations of uptake rates in benzene diffusive sampling as a function of ambient conditions. *Sci. Total Environ.* 1999, 244, 203-217.
2. Brown, R. H. Monitoring the ambient environment with diffusive samplers: theory and practical considerations. *J Environ. Monit.* 2000, 2 (1), 1-9.
3. Buzica, D.; Gerboles, M.; Plaisance, H. The equivalence of diffusive samplers to reference methods for monitoring O<sub>3</sub>, benzene and NO<sub>2</sub> in ambient air. *J. Environ. Monit.* 2008, 10 (9), 1052-1059.

### 3.8. CANISTERS

#### 3.8.1. MEETPRINCIPE

De omgevingslucht wordt bemonsterd door een bepaalde hoeveelheid lucht in een voorbereide roestvrijstalen container, canister, te leiden. Canisters worden voor de bemonstering op vacuüm gebracht en worden in het algemeen gevuld met bemonsterde lucht tot een druk die lager is dan atmosferedruk, bijvoorbeeld tot op het niveau waarbinnen de verschildruk over het capillair nog een vrij constant aanzuigdebiet garandeert. Testen uitgevoerd door VITO op een canister van 6 liter, voorzien van een capillair dat 125 ml/min bemonsteringsdebiet toelaat, resulteren in een minimale bemonsteringsperiode van 30 minuten met constant aanzuigdebiet. Gezien de relatief kleine bemonsteringsstroom, dienen de aanzuigleidingen gepurgeerd te worden, zodat de hoeveelheid lucht die uit de monstertrein wordt aangezogen, minimaal is.

Een luchtmonster wordt door een bemonsteringstrein getrokken die bestaat uit onderdelen die de snelheid en duur van de bemonstering regelen. Nadat het luchtmonster is bemonsterd, wordt de canisterkraan gesloten en wordt een identificatielabel aangebracht en wordt de canister voor analyse naar het laboratorium getransporteerd. Na ontvangst in het laboratorium worden de bemonsteringsgegevens geregistreerd en de canister opgeslagen voor verdere analyse. Een opslagtermijn van maximaal 30 dagen wordt voorgeschreven voor het merendeel van de VOS.

Om het monster te analyseren, wordt een gekend volume van het monster vanuit de canister geleid via een multisorbent concentrator (adsorptie pack). Tijdens de bemonstering zal een deel van de waterdamp in het monster doorbreken door de concentrator, welke afhangt van de samenstelling van het multisorberend materiaal, de duur van de bemonstering en andere factoren. Het watergehalte van het monster kan verder worden verlaagd door de concentrator droog te spoelen met helium, terwijl de te meten componenten achterblijven. Nadat de concentratie- en droogstappen zijn voltooid, worden de VOS thermisch gedesorbeerd, meegezogen in een draaggasstroom en dan getrapped op een gereduceerd temperatuurstrap of een multisorbent trap. Het monster wordt vervolgens vrijgegeven door thermische desorptie en op een gaschromatografische kolom gebracht voor scheiding.

#### 3.8.2. PASSIEF VS. ACTIEVE BEMONSTERING

Bij een canister bemonstering kunnen twee type methoden worden toegepast, nl. passieve en actieve bemonstering. Bij een actieve bemonstering wordt een pomp gebruikt terwijl bij een passieve niet. **Bij LB wordt momenteel enkel gebruik gemaakt van de passieve bemonstering.**

Bij passieve bemonstering wordt een luchtmonster door een flow controller gezogen naar een vacuüm gezogen container gedurende een gekozen tijdsperiode, variërend van 5 minuten tot 24 uur. De bemonsteringsperiode en de stroomsnelheid bepalen het vereiste volume van de houder. Bij actieve bemonstering wordt een pomp gebruikt om het monster door een mass flow controller af te zuigen. Door de canister met monster onder druk te zetten kan een grotere hoeveelheid monster worden verzameld, relatief t.o.v. de hoeveelheid die kan worden verzameld bij passieve bemonstering,. Gewoonlijk wordt het monster onder druk gebracht tot 15 psig, waardoor het monstervolume effectief wordt verdubbeld.

Niettegenstaande actieve bemonstering redelijk eenvoudig is, is het gebruik van een pomp een nadeel omwille van de bijkomende kwaliteitscontroles. Daarnaast heeft een pomp een batterij of voedingsbron nodig, wat lastig kan zijn voor het gebruik in het veld.



### 3.8.3. STEEKPROEF VS. CONTINUE BEMONSTERING

Bij stabiele omstandigheden of wanneer enkel een kwalitatief monster nodig is, kan een eenvoudig "steekproef" monster worden genomen. Hiervoor wordt de canister kort geopend, meestal enkele seconden, totdat de canister evenwicht bereikt met atmosferische druk. Over het algemeen wordt **deze kwalitatieve benadering gebruikt wanneer onbekende pollutanten moeten worden geïdentificeerd, wanneer hogere concentraties worden verwacht op bepaalde (korte) tijdstippen, of wanneer een geur wordt opgemerkt en snel een monster moet worden verkregen. Simultane steekproef monsters (voor/na of geur/geen geur) worden vaak gebruikt om een waargenomen probleem kwalitatief te diagnosticeren.** Voor het verkrijgen van een meer representatieve steekproef is een geïntegreerde steekproef over een langere tijd vereist. Hierbij wordt een flow controller gebruikt om de bemonstering over een specifieke tijdsperiode te spreiden zodat een "gemiddeld" samengesteld of tijd gewogen gemiddelde (TWA) monster kan worden verkregen. Een TWA-monster zal meer een representatief beeld geven en geniet de voorkeur wanneer, voor wettelijke of gezondheidsredenen, een typische blootstellings-concentratie vereist is voor een situatie waar de concentraties meer kunnen variëren, zoals bv. in een werkplaatsomgeving.

### 3.8.4. INTERFERENTIES EN CONTAMINATIES

Interferenties bij het gebruik van canisters kunnen het gevolg zijn van een onjuist gebruik of van een contaminatie te wijten aan:

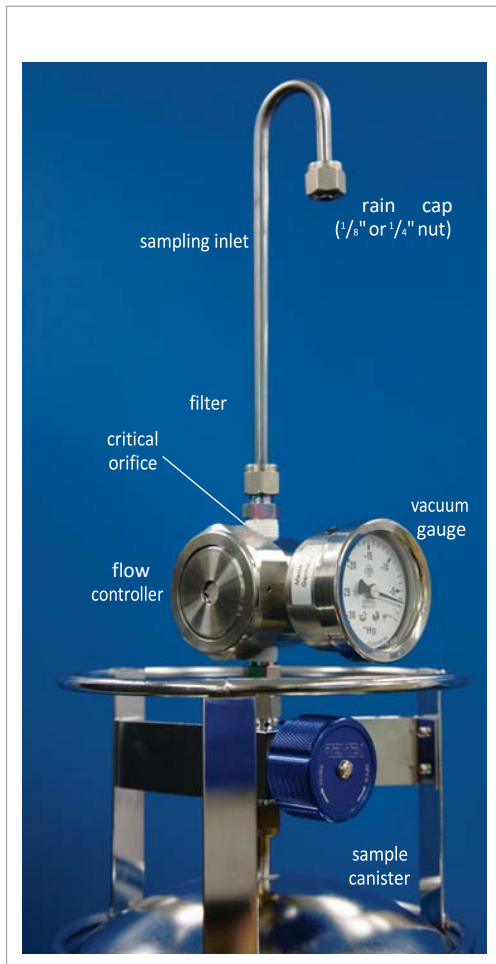
- (1) productiefout van de canister,
- (2) het reinigingsapparaat van de canister
- (3) het bemonsterings- of analysesysteem.

Aandacht voor de volgende zaken helpt de kans op besmetting van canisters te minimaliseren:

- Canisters moeten vervaardigd zijn uit hoog kwaliteitsmetaal en nieuwe canisters moeten worden gevuld met bevochtigde zero-lucht en vervolgens na 24 uur worden geanalyseerd om zuiverheid (blanco) te verifiëren. Het toestel voor te spoelen, het bemonsteringssysteem en het analysesysteem moeten worden samengesteld uit onderdelen van zuivere en hoge kwaliteit en elk systeem moet contaminatie-vrij zijn.
- De canisters moeten contaminatie-vrij worden opgeslagen en lektheid moet worden gecontroleerd tijdens transport om elk risico voor contaminatie te vermijden.
- Meest voorkomende contaminaties zijn verontreinigingen in het kalibratieverduunningsgas (indien van toepassing) en draaggas, solvent dampen in het laboratorium en organische verontreinigingen afkomstig van apparaat-onderdelen juist voor de trap. Er moet worden aangetoond dat het analysesysteem vrij is van contaminatie onder de omstandigheden van de analyse, door bevochtigde nulluchtblanks te gebruiken. Het gebruik van niet-chromatografische roestvrijstalen buizen, niet-PTFE-draadafdichtingsmiddelen of flowregelaars met Buna-N-rubbercomponenten moet worden vermeden.
- Er kan aanzienlijke vervuiling van het analyseapparaat optreden, bij de analyse van monsters met hoge VOS-concentraties. Dit kan op zijn beurt resulteren in een overdracht van contaminatie bij volgende analyses. Wanneer een monster met hoge concentratie (> 25 ppb) wordt aangetroffen, moet dit worden gevolgd door een analyse van vochtige nullucht om te controleren op overdracht van contaminatie.
- In gevallen waarin vaste sorptiemiddelen worden gebruikt om het monster, voorafgaand aan de analyse, op te concentreren, moeten de sorptiemiddelen worden getest om eventuele artefactvorming te identificeren.

### 3.8.5. APPARATUUR EN REAGENTIA

Om een correcte monsternamen te garanderen bij een passieve monsternamen, is het belangrijk dat het debiet niet sterk verandert tijdens het interval dat is opgegeven voor het geïntegreerde monster. Hiervoor zijn volgende onderdelen (alle roestvrij staal) nodig : een bemonsteringsinlaat, een gesinterd metaalfilter, een kritische opening, een flowcontroller, een vacuümmeter en een canister.



Figuur 8: bemonsteringskit canister

**Bemonsteringsapparaat** (zie figuur ).

- *Inlaat* : (roestvrij staal  $\frac{1}{4}$ " OD of  $\frac{1}{8}$ " OD) wordt opgesteld op een hoogte tussen 0,3 en 2 m met de opening naar beneden en wordt meestal voorzien van een regenkapje ( $\frac{1}{8}$ " or  $\frac{1}{4}$ " Swagelok koppeling) (tegen inwaai van regendruppels)
- *Inlaatleiding* : Roestvast stalen buis
- *Deeltjes filter* : tegen afzetting van stofdeeltjes (verstopping van de kritische opening) of beschadiging van de regelkraan. Er zijn twee types van filters in gebruik, frit filters en in-line filters, 2- $\mu$ m gesinterd roestvrijstalen in-line filter
- *Kritische opening* : M.b.v. een kritische opening kan de regeling van flow binnen een bepaalde range.
- *Canister* : Lekvrij, roestvrijstalen drukvat van het gewenste volume (bijv. 6 L), met kraan en specifiek behandeld binnenoppervlakken.

- *Vacuüm- / drukmeters* van roestvrij staal. Er zijn twee typen drukmeters vereist, één voor het meten van vacuüm (-100 tot 0 kPa of 0 tot - 30 in Hg) en druk (0-206 kPa of 0-30 psig) in het bemonsteringssysteem en een tweede type (voor het controleren van het vacuüm van de canisters tijdens het reinigen) die binnen de 20% kunnen meten bij 0,05 mm Hg. De meters moeten zuiver en lekdicht worden getest.
- *Elektronische mass flow controller*, om een constante stroomsnelheid ( $\pm 10\%$ ) te handhaven gedurende een bemonsteringsperiode van maximaal 24 uur en onder omstandigheden van veranderende temperatuur (20-40 °C) en vochtigheid.
- *Elektronische timer* : voor monsternamen zonder toezicht.
- *Magneetventiel* : elektrisch bediend bi-stabiel magneetventiel met Viton®-fitting en O-ringen.
- *Leidingen en hulpstukken* van roestvrij staal (Chromatografisch Grade) voor interconnecties. Al materialen die in contact komen met het monster, analyt en gassen, moeten van roestvrij staal of gelijkwaardig zijn. Thermostatisch geregelde verwarmers. Om boven de omgevingstemperatuur te houden in de geïsoleerde behuizing.
- *Thermostaat en koeling* : regelt automatisch de temperatuur
- *Ventilatorthermostaat* : regelt automatisch de werking van de ventilator.
  - *Maximum-minimumthermometer*: registreert de hoogste en laagste temperaturen tijdens de bemonstering.
  - *Afsluitklep* van roestvrij staal. Lekvrij, voor vacuüm- / drukmeter.
  - *Hulpvacuümpomp* : Zuig continu lucht aan door het manifold bij 10 L / min. of hogere stroomsnelheid. Het monster wordt bij lagere luchtsnelheid bemonsterd bij het manifold en de overtollige lucht wordt uitgelaten. [het gebruik van hogere inlaatstroomsnelheden verdunt eventuele verontreinigingen in de inlaat en vermindert de kans op monsterverontreiniging als gevolg van contact met actieve adsorptie op de inlaatwand.]
  - *Chronometer* : Meet de duur van de bemonstering.
  - *Optionele vaste orifice, capillaire of instelbare micrometerventiel*: kan worden gebruikt i.p.v. de elektronische flowregelaar voor korte duur bemonstering. Gewoonlijk alleen geschikt in situaties waarbij screeningsmonsters worden genomen om de bemonsteringsstrategie te valideren.

#### Analyse apparatuur

- GC/MC

#### Kalibratie Systeem en Manifold

- *Kalibratie Manifold* : Roestvrij staal, glas of zeer zuiver kwarts manifold (b.v. 1,25 cm binnendiameter x 66 cm) met inlaat en interne schotten om de stroming te verstoren om juiste menging te verzekeren. Het spuitstuk moet worden verwarmd tot 50 °C.
- *Bevochtiger* : 500 ml impinger voor gedeïoniseerd water (HPLC-kwaliteit).
- *Elektronische mass flow controller*: 0 tot 5 L/min en 0 tot 100 ml/min, afhankelijk van het aantal cilinders dat wordt gebruikt voor kalibratie.
- *Teflon-filter (s)* : 47-mm Teflon®-filter

#### Reagentia

- *Helium en lucht* : Ultra-high purity grade in gas cylinders. Helium als draaggas in GC.
- *Vloeibaar stikstof of CO<sub>2</sub>*: koelen van secundaire trap.
- *Gedemineraliseerd Water* : (HPLC) grade, ultra-pure (voor bevochtiger).

**3.8.6. UITVOERING BEMONSTERING**

D.m.v. een flow controller kan een constante flow van de canister worden verkregen gedurende de gewenste bemonsteringsduur. Deze flow wordt bepaald, zodat de canister wordt gevuld (tot ongeveer 88,1 kPa gedurende de gewenste bemonsteringsperiode. Het debiet kan worden berekend door :

$$F = \frac{PxV}{Tx60}$$

met:

F = stroomsnelheid, mL/min.

P = canister einddruk, atmosferische druk. P is ongeveer

$$\frac{KPa}{101.2} + 1$$

V = canister volume, mL.

T = bemonsteringsduur, uur.

Bijv., bij het vullen van een 6-L canister tot 202 kPa absolute druk in 24 uur, kan de flow worden berekend als volgt :

$$F = \frac{2 \times 6000}{24 \times 60} = 8,3 \text{ ml/min}$$

De verbindingsleidingen tussen de monsterinlaat en de canister moeten zo kort mogelijk zijn om het volume te minimaliseren. De flow in de canister moet gedurende de gehele bemonsteringsperiode relatief constant blijven. Als optie, kan een tweede elektronische timer worden gebruikt om de hulpomp enkele uren, voorafgaand aan de bemonsteringsperiode, te starten om de inlaatleiding door te spoelen en te conditioneren.

Voorafgaand aan het gebruik in het veld, moet elk canister(systeem) een vochtige nulluchtspoeling doorstaan. Alle leidingen moeten zorgvuldig worden gecontroleerd op lekken. De canisters moeten ook vóór gebruik een vochtige nulluchtkalibratie hebben ondergaan.

**3.8.7. BEMONSTERINGSPROCEDURE**

De canister moet worden gereinigd en getest volgens een vastgelegde reinigingsprocedure (zie verder). Bij het screeningsonderzoek kan de inspecteur een "vooronderzoek" doen om potentiële aanwezige vluchtige organische stoffen en mogelijke "hot spots" te bepalen, om zo de meest geschikte meetlocatie te vinden. De informatie verzameld uit de draagbare GC-screeninganalyse kan gebruikt worden bij het opstellen van een monitoringstrategie. Na de "screening-analyse" wordt de canister(s)/monsternamesysteem opgesteld op de juiste meetlocatie. De bemonsteringsgegevens (vb. temperatuur omgevingslucht,..) kan worden genoteerd op het veldformulier voor de bemonstering. Om de juiste flow te verifiëren, kan een "proef" canister worden gebruikt in het bemonsteringssysteem.

Er zijn eveneens bemonsteringssystemen op de markt die een automatische bemonstering met canister toelaten (momenteel niet beschikbaar bij LB).

**3.8.8. POTENTIEEL TE METEN COMPONENTEN**

EPA compendium methode (TO-15)

Component	CAS No.	KP (°C)*	d.s. (mmHg)**	MG ***
1,1,2-Trichloroethane; C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	79-00-5	114	19.0	133.4
1,1-Dimethylhydrazine; C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>	57-14-7	63	157.0	60.0
1,2,4-Trichlorobenzene; C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	120-82-1	213	0.18	181.5
1,2-Dibromo-3-chloropropane; C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> Br <sub>2</sub> Cl	96-12-8	196	0.80	236.4
1,2-Epoxybutane (1,2-butylene oxide); C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	106-88-7	63.0	163	72
1,2-Propyleneimine (2-methylaziridine); C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> N	75-55-8	66.0	112	57.1
1,3-Butadiene; C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	106-99-0	-4.5	2.0 x 10	54
1,3-Dichloropropene; C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> (cis)	542-75-6	112	27.8	111
1,3-Propane sultone; C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S	1120-71-4	180/30mm	2.0	122.1
1,4-Dichlorobenzene (p-); C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	106-46-7	173	0.60	147
1,4-Dioxane (1,4-Diethylene oxide); C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	123-91-1	101	37.0	88
2,2,4-Trimethyl pentane C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	540-84-1	99.2	40.6	114
2-Nitropropane; C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	79-46-9	120	10.0	89
Acetaldehyde (ethanal); C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	75-07-0	21.0	952	44
Acetonitrile (cyanomethane); C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	75-05-8	82	74.0	41.0
Acetophenone; C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	98-86-2	202	1.0	120
Acrolein (2-propenal); C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	107-02-8	52.5	220	56
Acrylamide; C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> NO	79-06-1	125/25 mm	0.53	71
Acrylic acid; C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	79-10-7	141	3.2	72
Acrylonitrile (2-propenenitrile); C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N	107-13-1	77.3	100	53
Allyl chloride (3-chloropropene); C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> Cl	107-05-1	44.5	340	76.5
Aniline (aminobenzene); C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	62-53-3	184	0.67	93
Benzene; C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	71-43-2	80.1	76.0	78
Benzyl chloride (a-chlorotoluene); C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> Cl	100-44-7	179	1.0	126.6
Beta-Propiolactone; C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	57-57-8	Decomposes at 162	3.4	72
Bis(2-Chloroethyl)ether; C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> O	111-44-4	178	0.71	143
Bis(chloromethyl) ether; C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> O	542-88-1	104	30.0	115
Bromoform (tribromomethane); CHBr <sub>3</sub>	75-25-2	149	5.6	252.8
Carbon disulfide; CS <sub>2</sub>	75-15-0	46.5	260	76
Carbon tetrachloride; CCl <sub>4</sub>	56-23-5	76.7	90.0	153.8
Carbonyl sulfide; COS	463-58-1	-50.0	3.7 x 10	60.1
Catechol (o-hydroxyphenol); C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	120-80-9	240	0.22	110

Catechol (o-hydroxyphenol); C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	120-80-9	240	0.22	110
Chloroacetic acid; C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> ClO <sub>2</sub>	79-11-8	189	0.69	94.5
Chlorobenzene; C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	108-90-7	132	8.8	112.6
Chloroform; CHCl <sub>3</sub>	67-66-3	61.2	160	119
Chloromethyl methyl ether; C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ClO	107-30-2	59.0	224	80.5
Chloroprene (2-chloro-1,3-butadiene); C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> Cl	126-99-8	59.4	226	88.5
Cresylic acid (cresol isomer mixture); C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	1319-77-3	202	0.26	108
Cumene (isopropylbenzene); C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	98-82-8	153	3.2	120
Cumene (isopropylbenzene); C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	98-82-8	153	3.2	120
Diazomethane; CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	334-88-3	-23.0	2.8 x 10	42.1
Diethyl sulfat; C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> S	64-67-5	208	0.29	154
Dimethyl sulfat; C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S	77-78-1	188	1.0	126.1
Dimethylcarbamyyl chloride; C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ClNO	79-44-7	166	4.9	107.6
Epichlorohydrin (1-chloro-2,3-epoxy propane); C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> ClO	106-89-8	117	12.0	92.5
Ethyl acrylate; C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	140-88-5	100	29.3	100
Ethyl carbamate (urethane); C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	51-79-6	183	0.54	89
Ethyl chloride (chloroethane); C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	75-00-3	12.5	1.0 x 10	64.5
Ethylbenzene; C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	100-41-4	136	7.0	106
Ethylene dibromide (1,2-dibromoethane); C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	106-93-4	132	11.0	187.9
Ethylene dichloride (1,2-dichloroethane); C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	107-06-2	83.5	61.5	99
Ethylene oxide; C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	75-21-8	10.7	1.1 x 10	44
Ethyleneimine (aziridine); C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N	151-56-4	56	160.0	43
Ethylidene dichloride (1,1-dichloroethane); C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	75-34-3	57.0	230	99
Formaldehyde; CH <sub>2</sub> O	50-00-0	-19.5	2.7 x 10	30
Hexachlorobutadiene; C <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	87-68-3	215	0.40	260.8
Hexachloroethane; C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	67-72-1	Sublimes at 186	0.40	236.7
Hexane; C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	110-54-3	69.0	120	86.2
Isophorone; C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	78-59-1	215	0.38	138.2
1,1,2,2-Tetrachloroethane; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	79-34-5	146	5.0	167.9
Methanol; CH <sub>4</sub> O	67-56-1	65.0	92.0	32
Methyl bromide (bromomethane); CH <sub>3</sub> Br	74-83-9	3.6	1.8 x 10	94.9
Methyl chloride (chloromethane); CH <sub>3</sub> Cl	74-87-3	-23.7	3.8 x 10	50.5
Methyl chloroform (1,1,1-trichloroethane); C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	71-55-6	74.1	100	133.4
Methyl ethyl ketone (2-butanone); C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	78-93-3	79.6	77.5	72
Methyl iodide (iodomethane); CH <sub>3</sub> I	74-88-4	42.4	400	141.9
Methyl isobutyl ketone (hexone); C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	108-10-1	117	6.0	100.2

Methyl isocyanate; C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> NO	624-83-9	59.6	348	57.1
Methyl methacrylate; C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	80-62-6	101	28.0	100.1
Methyl methacrylate; C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	80-62-101	101	28.0	100.1
Methyl tert-butyl ether; C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	1634-04-4	55.2	249	86
Methylene chloride; CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	75-09-2	40.0	349	84.9
Methylhydrazine; CH <sub>6</sub> N <sub>2</sub>	60-34-4	87.8	49.6	46.1
m-Xylene; C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	108-38-3	139	6.0	106.2
N,N-Dimethylaniline; C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> N	121-69-7	192	0.50	121
N,N-Dimethylformamide; C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	68-12-2	153	2.7	73
nitrobenzene; C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	98-95-3	211	0.15	123
N-Nitrosodimethylamine; C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O	62-75-9	152	3.7	74
N-Nitrosomorpholine; C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	59-89-2	225	0.32	116.1
N-Nitroso-N-methylurea; C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	684-93-5	124	10.0	103
o-Cresol; C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	95-48-7	191	0.24	108
o-Xylene; C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	95-47-6	144	5.0	106.2
Phenol; C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	108-95-2	182	0.20	94
Phenol; C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	108-95-2	182	0.20	94
Phosgene; CCl <sub>2</sub> O	75-44-5	8.2	1.2 x 10	99
Propionaldehyde; C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CHO	123-38-6	49.0	235	58.1
Propylene dichloride (1,2-dichloropropane); C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub>	78-87-5	97.0	42.0	113
Propylene oxide; C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	75-56-9	34.2	445	58
p-Xylene; C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106-42-3	138	6.5	106.2
Styrene oxide; C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	96-09-3	194	0.30	120.2
Styrene; C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	100-42-5	145	6.6	104
Tetrachloroethylene; C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	127-18-4	121	14.0	165.8
Toluene; C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	108-88-3	111	22.0	92
Trichloroethylene; C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	79-01-6	87.0	20.0	131.4
Triethylamine; C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> N	121-44-8	89.5	54.0	101.2
Vinyl acetate; C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	108-05-4	72.2	83.0	86
Vinyl bromide (bromoethene); C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Br	593-60-2	15.8	1.1 x 10	107
Vinyl chloride (chloroethene); C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl	75-01-4	-14.0	3.2 x 10	62.5
Vinylidene chloride (1,1-dichloroethylene); C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	75-35-4	31.7	500	97
Xylenes (isomer & mixtures); C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	1330-20-7	142	6.7	106.2

\*KP : kookpunt

\*\*d.s. : dampspanning

\*\*\*MG: moleculair gewicht

**3.8.9. DETECTIELIMIET**

EPA compendium methode TO-15 (in ppb)

TO-14A List	Lab #1, SCAN	Lab #2, SIM
Benzene	0.34	0.29
Benzyl Chloride	--	--
Carbon tetrachloride	0.42	0.15
Chlorobenzene	0.34	0.02
Chloroform	0.25	0.07
1,3-Dichlorobenzene	0.36	0.07
1,2-Dibromoethane	--	0.05
1,4-Dichlorobenzene	0.70	0.12
1,2-Dichlorobenzene	0.44	--
1,1-Dichloroethane	0.27	0.05
1,2-Dichloroethane	0.24	--
1,1-Dichloroethene	--	0.22
cis-1,2-Dichloroethene	--	0.06
Methylene chloride	1.38	0.84
1,2-Dichloropropane	0.21	--
cis-1,3-Dichloropropene	0.36	--
trans-1,3-Dichloropropene	0.22	--
Ethylbenzene	0.27	0.05
Chloroethane	0.19	--
Trichlorofluoromethane	--	--
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane		--
1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane	--	--
Dichlorodifluoromethane	--	--
Hexachlorobutadiene	--	--
Bromomethane	0.53	--
Chloromethane	0.40	--
Styrene	1.64	0.06
1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.28	0.09
Tetrachloroethene	0.75	0.10
Toluene	0.99	0.20
1,2,4-Trichlorobenzene	--	--
1,1,1-Trichloroethane	0.62	0.21
1,1,2-Trichloroethane	0.50	--
Trichloroethene	0.45	0.07
1,2,4-Trimethylbenzene	--	--
1,3,5-Trimethylbenzene	--	--
Vinyl Chloride	0.33	0.48
m,p-Xylene	0.76	0.08
o-Xylene	0.57	0.28

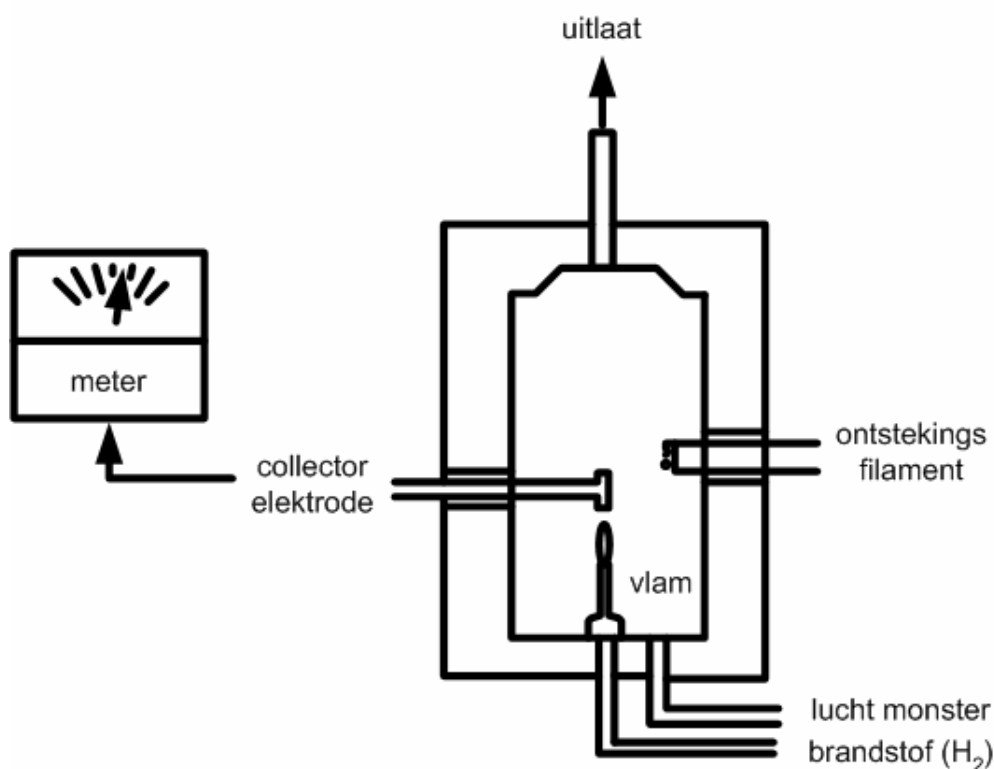


## Bijlage 1.A : FID

### Draagbare FID

#### Werkingsprincipe

Een vlamionisatiedetector (FID) meet organische componenten door het gebruik van een vlam die geproduceerd wordt door de verbranding van waterstof en zuurstof (lucht). Als er koolwaterstoffen geïntroduceerd worden in de detectiezone worden ionen geproduceerd (Figuur 3). Een gepolariseerde collector elektrode in de detectorkamer trekt de geproduceerde ionen aan. Dit resulteert in een stroom. Deze stroom is direct evenredig met de concentratie koolwaterstoffen in de vlam.



Figuur 9: Schematische voorstelling FID

#### Toestel

De FID of vlamionisatie-detector in draagbare uitvoering (TVA2020) is ondermeer gebouwd om lekken van koolwaterstoffen in raffinaderijen en petrochemische installaties te meten (LDAR - EPA Method 21). Het toestel bestaat uit een sonde die flexibel is verbonden met het meetapparaat dat aan de schouder of in een rugzak wordt gedragen. Het toestel werkt op batterijen en is voorzien van een kleine cilinder waterstof als brandergas. De theoretische autonomie bedraagt 8 h. De prestatiekenmerken voor draagbare FID's zijn minder veeleisend (omschreven in EPA 21) op gebied van responsfactor en zuurstofsynergisme dan de instrumenten die voor emissies worden gebruikt, ondermeer omdat deze toepassing geen vergelijking met emissiegrenswaarden vereist, en praktisch omdat de draagbare uitvoering een aantal concessies inhoudt, bijvoorbeeld het gebruik van omgevingslucht als branderlucht.



*Figuur 10: Thermo Scientific™ TVA2020 draagbare VOC monitor*

### **Kalibratie**

Standaard wordt de FID-analyzer gekalibreerd met methaan. Er moet volgens EPA Method 21 gekalibreerd worden met minstens twee verschillende concentraties van het ijkgas. Eén concentratie bevindt zich nabij de laagste concentratie van het meetgebied en de andere bevindt zich nabij de hoogste concentratie van het meetgebied.

- In het meetgebied van 0 tot 500 ppm methaanequivalenten wordt de FID gekalibreerd door een zero met omgevingslucht en met 500 ppm methaan.
- In het meetgebied van 1000 ppm tot 10 000 ppm methaanequivalenten wordt de FID gekalibreerd met 1000 ppm en 10 000 ppm.

Indien één component gemeten wordt, kan ook met de component zelf geijkt worden. Of indien de ijking met een bepaalde component resulteert in een lagere responsfactor kan ook met deze component geijkt worden.

### **Beperkingen en opmerkingen**

- De FID geeft aan dat er organische componenten aanwezig zijn, maar geeft niet aan welke componenten dit zijn.
- De FID moet minstens gekalibreerd worden vóór en na een meetsessie.
- FID heeft een brandergas nodig.
- FID kan gebruikt worden om metingen uit te voeren gedurende langere periodes om zo een concentratieverloop op te kunnen volgen.
- FID geeft ook de mogelijkheid om lekken op te sporen doordat variaties in concentraties snel opgevolgd kunnen worden.

### **Voor-en nadelen t.o.v. PID**

Beide zijn gevoelige monitoren met een laag bereik en worden gebruikt om de aanwezigheid van verschillende VOS te detecteren. Een PID is een draagbare gasdetector voorzien van een ultraviolette lamp welke fotonen vrijmaakt die door de verbinding in een ionisatiekamer worden geabsorbeerd. PID's genereren vrijwel onmiddellijk resultaten en ondanks dat ze regelmatig moeten worden schoongemaakt, worden ze doorgaans als betrouwbaar, kosteneffectief en duurzaam beschouwd. Een belangrijke beperking van PID's is dat ze methaan niet kunnen detecteren. Het is ook belangrijk op te merken dat PID's soms vals-positieve metingen kunnen weergeven in omstandigheden met extreem hoge luchtvochtigheid. Moderne PID's zoals de MiniRAE 3000 hebben een ingebouwde vochtigheidscompensatie die dit effect drastisch kan verminderen. Het schoon en droog houden van de sensor en het gebruik van een schoon filter op de inlaat helpt ook om het probleem op te lossen.

Een FID is groter en zwaarder dan een PID en gebruikt een waterstof-luchtvlam om een monstergas te ioniseren en de concentratie ervan te bepalen. Het apparaat is een gevoelige detector voor koolwaterstoffen, maar het vernietigt het luchtmonster zodat het daarna niet langer kan worden

gebruikt voor verdere analyse (in tegenstelling tot de niet-destructieve PID). FID's worden over het algemeen niet beïnvloed door vocht, dus ze kunnen een betere keuze zijn dan PID's bij vochtige omstandigheden. Een FID is meestal duurder en minder betrouwbaar dan een PID, omdat de vlam soms kan uitgaan en de waterstofcilinder regelmatig moet worden bijgevuld. FID's produceren zeer verschillende metingen dan PID's, omdat ze beter reageren op organische componenten met langere koolstofketen dan op functionele groepen. Ze zijn ook een betere keuze bij het meten van aardgas, omdat ze vaak worden gekalibreerd m.b.v. methaangas.

## Bijlage 1.B : Voorbeeld Veldformulier voor passieve samplers

### Bemonstering passieve samplers

#### I. Algemene info

Nr. Meetlocatie :

Adres : \_\_\_\_\_

---

#### II. Bemonsteringsgegevens

Monster Nr	Type	Monster of Blanco	Start datum	Start tijd	Stop datum	Stop tijd	Locatie (gps)	Temp *	Druk *

\* voor de berekening van de opnamesnelheid van de passieve samplers is temperatuur en druk vereist

## Bijlage 2.A Spoel- en Kalibratieprogramma

Alle canisters moeten gespoeld zijn en vrij zijn van verontreinigingen vóór de bemonstering. Alle canisters worden getest op lekken door ze onder nul te brengen tot ongeveer 206 kPa (30 psig) lucht.

Opmerking: het kalibratie/generatiesysteem voor canisters in figuur 1 kan hiervoor worden gebruikt.

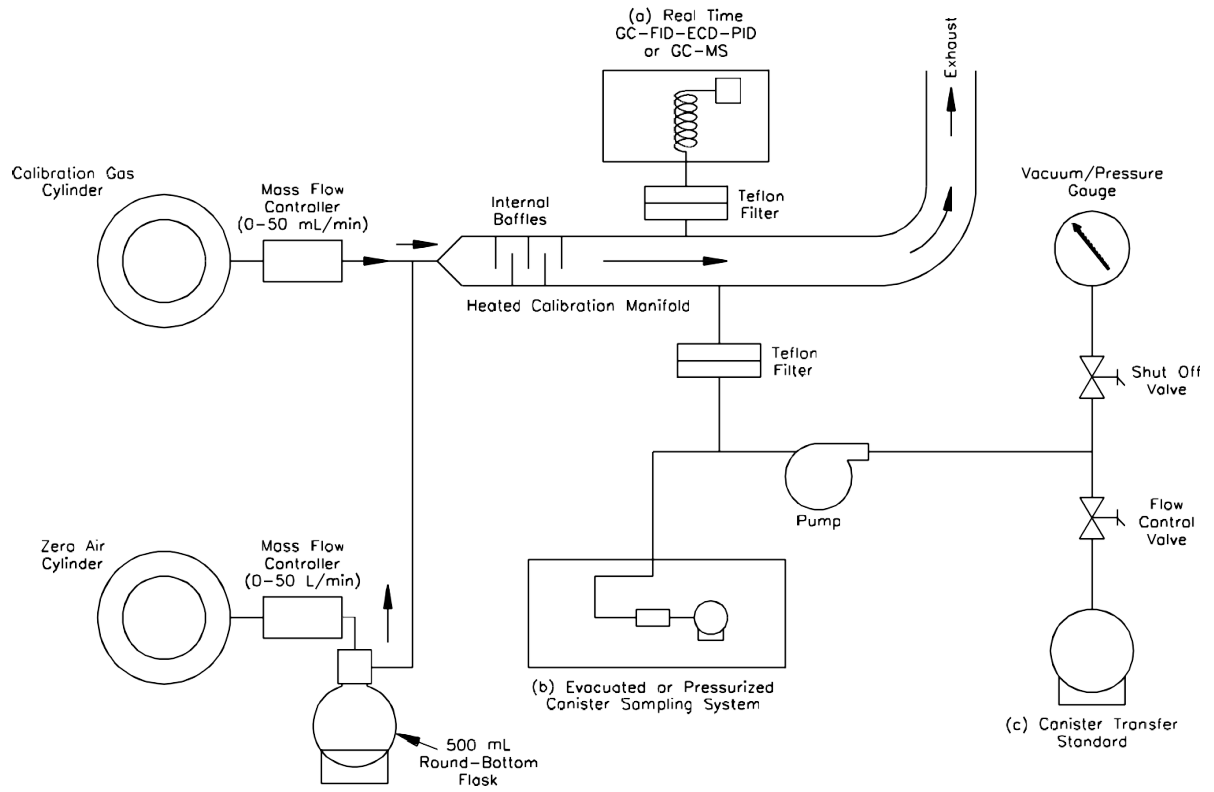
De initiële druk wordt gemeten, de canisterkraan wordt gesloten en de einddruk wordt na 24 uur gecontroleerd. Indien aanvaardbaar, mag de druk niet meer dan  $\pm 13,8$  kPa ( $\pm 2$  psig) over een periode van 24 uur variëren. Een reinigingssysteem kan worden gemonteerd zoals geïllustreerd in figuur 2. Cryogen wordt toegevoegd aan zowel de vacuümpomp als de nulluchttoevoer trap. De canister(s) worden aangesloten op de manifold. De ontluftingskraan en de canisterkraan worden geopend om eventuele resterende druk af te laten. De vacuümpomp wordt gestart en de ontluftingsklep wordt dan gesloten en de vacuümafsluitkraan wordt geopend. De canister(s) worden gedurende ten minste 1 uur vacuüm gezogen tot  $<0,05$  mm Hg (zie bijlage).

Opmerking: De cryogene traps moeten dagelijks, of vaker indien nodig, worden gepurgeerd met nullucht om water uit voorgaande reiniging-sessies te verwijderen.

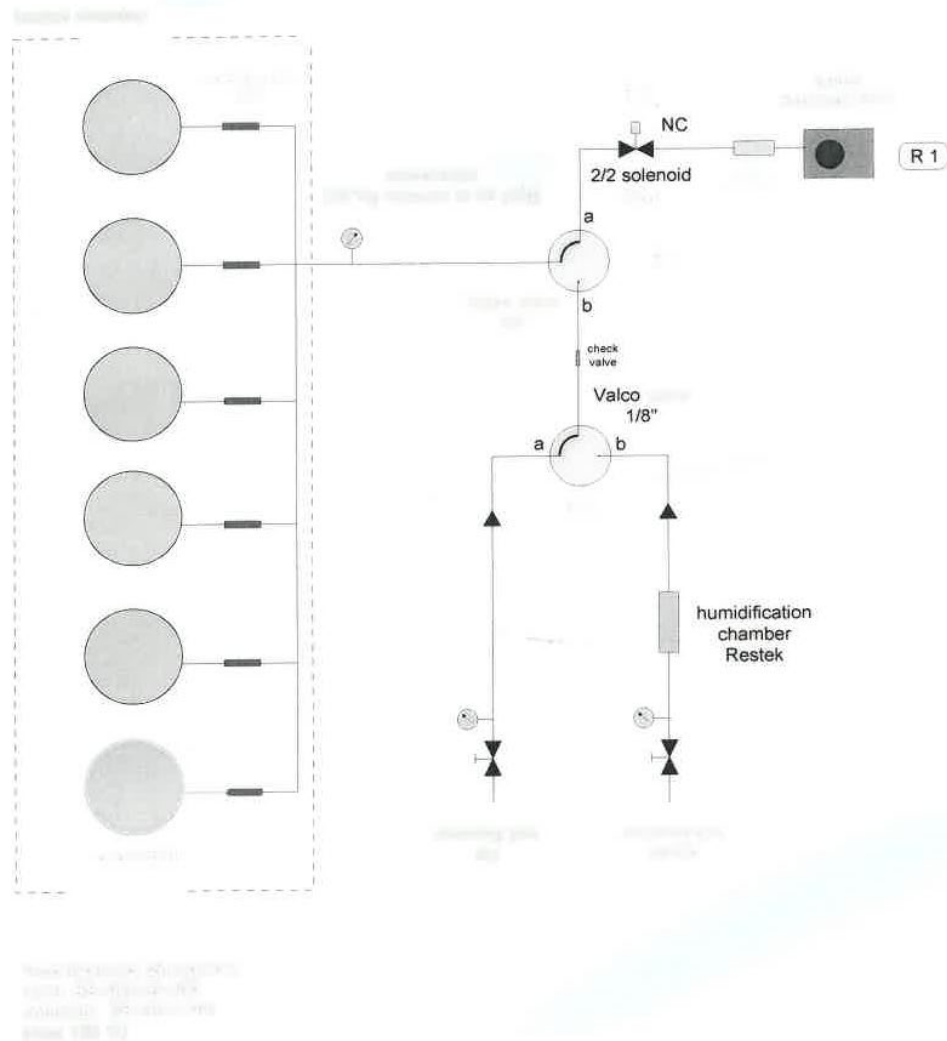
De lucht die wordt afgelaten uit de canisters, moet worden afgeleid naar een afzuigkap. De afsluitkranen van de vacuüm en vacuüm/drukmeter worden gesloten en de nulluchtafsluitkraan wordt geopend om de canister(s) op druk te zetten met vochtige nullucht tot ongeveer 206 kPa (30 psig). Ingeval een nulgasgenerator systeem wordt gebruikt, moet de flow mogelijks worden beperkt om de kwaliteit van de nullucht te verzekeren. De nulluchtafsluitkraan wordt gesloten en de canister(s) worden afgelaten tot atmosferische druk. De ontluftingskraan wordt gesloten. Herhaal deze handeling 2 maal zodat elke set canisters in totaal 3 cycli hebben ondergaan. Aan het einde van de cyclus wordt de canister onder druk gezet tot 206 kPa (30 psig) met vochtige nullucht. De canister wordt vervolgens geanalyseerd m.b.v. GC/MS. Elke canister welke niet is getest op blanco (bevochtigde nullucht  $< 0,2$  ppb VOC's) mag niet worden gebruikt. De canister wordt opnieuw bevestigd aan het reinigingsmanifold en wordt vervolgens opnieuw geopend tot  $<0,05$  mm Hg (zie Bijlage B) en wordt zo opgeslagen tot verder gebruik. De canisterkraan wordt gesloten. De canister uit het reinigingssysteem gehaald en de aansluiting van de canister wordt afgedicht met een roestvrijstalen fitting. De canister nu klaar voor bemonstering. Aan de inlaat van elke canister wordt is een identificatielabel aangebracht. Als optie voor de reinigingsprocedures met vochtige zerolucht, kunnen de canisters in een oven worden verwarmd tot  $< 100^{\circ}\text{C}$  om te verzekeren dat verbindingen met een hoger molecuulgewicht achterblijven op de canisterwand.

Opmerking : voor het bemonsteren van meer complexe VOC-mengsels, moeten de canisters worden verwarmd tot hogere temperaturen tijdens de reinigingsprocedure, waarbij een speciale hoge temperatuurskraan nodig zal zijn.

Na verhitting worden de canisters vacuüm gezogen tot  $<0,05$  mm Hg en gedurende 1 uur bewaard. Aan het einde van de verwarming/vacuüm cyclus, worden de canisters onder druk gezet met vochtige nullucht en geanalyseerd m.b.v. GC/MS na minimaal 12 uur. Elke canister welke niet blanco is getest (minder dan 0,2 ppb VOC) mag niet worden gebruikt. Zodra de canisters zijn getest, worden ze opnieuw vacuüm gezogen tot  $<0,05$  mm Hg en opgeslagen voor gebruik.



Figuur 11: Schematisch overzicht van een opstelling en manifold voor (a) kalibratiesysteem, (b) testing canister bemonsteringsysteem en (c) aanmaak canister transfer standarden



Figuur 12: schematisch weergave van een spoelsysteem voor het reinigen van de canisters

De reinigingsprocedure van de canister vereist een canister druk  $< 0,05$  mm Hg alvorens de procedure is voltooid. Afhankelijk van het type van het vacuümsysteem (diameter van de verbindingsslang, kleprestrictie, enz.) en de plaatsing van de vacuümmeter, kan het behalen van deze waarde enkele uren duren. In ieder geval moet de manometer in de buurt van de canisters worden geplaatst om de druk te bepalen. De reden van een lage druk vacuüm bij het reinigen van de canister, is om de kans voor contaminatie te vermijden. Ingeval canisters frequenter worden gecertificeerd ( $< 0,2$  ppb) bij gebruik van een hoger vacuüm, dan kan dit criterium worden versoepeld. Het uiteindelijke vacuüm dat tijdens het reinigen wordt bereikt, moet echter altijd  $< 0,2$  mm Hg zijn.

De reiniging van de canister vereist onderdelen met speciale kenmerken. De vacuümmeter moet in staat zijn 0,05 mm Hg te meten met een fout van minder dan 20%. De vacuümpomp, die wordt gebruikt voor het vacuüm zuigen van de canister, moet contaminatie-vrij zijn en in staat om 0,05 mm

Hg-vacuüm te bereiken. Thermo-elektrische vacuümmeters en turbomoleculaire pompen worden meestal hiervoor gebruikt.

Een alternatief voor het behalen van het <0,2 ppb criterium is dat het totale koolstofgehalte < 10 ppb C is. Deze controle is minder duur en doorgaans strenger en kan worden gebruikt indien is aangetoond dat deze gelijkwaardig is aan het oorspronkelijke criterium. Deze gelijkwaardigheid moet worden vastgesteld door de totale niet-organische koolstof (TNMOC) uitgedrukt in ppbC te vergelijken met de eis dat individuele verbindingen <0,2 ppb zijn voor een aantal runs.



## Bijlage 2.B : Voorbeeld Veldformulier Canisters

### CANISTER

#### ALGEMENE INFORMATIE

VELDLOCATIE:

SHIPPING DATE:

ADDRESS:

CANISTER NR:

MONSTER NR:

DATUM:

OPERATOR:

CANISTER LEK:

TEST DATUM:

#### BEMONSTERING

	TEMPERATUUR*					DRUK*	
	TOESTEL	OMGEVING	MAXIMUM	MINIMUM		CANISTER DRUK	
START							
STOP							

\* berekening debiet

	TIJDEN				FLOW	
	LOCAL TIME	ELAPSED TIME			MANIFOLD FLOW	CANISTER FLOW
START						
STOP						

KALIBRATIE BEMONSTERINGSDATUM: \_\_\_\_\_

#### LABO ANALYSE

DATUM ONTVANGST: \_\_\_\_\_

ONTVANGEN DOOR: \_\_\_\_\_

BEGIN DRUK: \_\_\_\_\_

EIND DRUK: \_\_\_\_\_

VERDUNNINGSFACITOR: \_\_\_\_\_

ANALYSE: \_\_\_\_\_

GC-MS DATUM: \_\_\_\_\_

RESULTATEN\*: \_\_\_\_\_

GC-MS: \_\_\_\_\_

HANDTEKENING

## HOOFDSTUK 4. MEET- EN ONDERZOEKSTRATEGIE

---

### 4.1. INLEIDING

#### 4.1.1. PROBLEMATIEK EN TOEPASSINGSGEBIED

Naar aanleiding van een calamiteit/incident (geurklachten, brand, industriële lek, bodemverontreiniging,...) is er een vermoeden dat omwonenden potentieel worden blootgesteld aan VOS verontreinigingen. Vluchtige organische stoffen (VOS) zijn verbindingen die bij langdurige blootstelling risico's kunnen vormen voor mens en milieu. De belangrijkste verbindingen bestaan uit aromaten zoals benzeen, toluen, xyleen en ethylbenzeen (BTEX) en aldehyden, zoals formaldehyde, acetaldehyde. Indien de verontreiniging vluchtig van aard is komen deze stoffen door verspreiding (diffuus of geleid), verwaaiing of uitdamping in de atmosfeer terecht en, in het geval dat er bebouwing aanwezig is, hopen deze stoffen zich op in bijvoorbeeld een woning. Als de concentratie, in de omgevingslucht of binnenlucht, een bepaalde grens overschrijdt kunnen gezondheidseffecten niet meer worden uitgesloten en dienen er maatregelen te worden genomen. In veel gevallen leidt dit tot de volgende kernvraag : "Veroorzaakt de verontreiniging onacceptabele locatie-specifieke risico's voor veiligheid en milieu zodat er maatregelen moeten worden genomen?"

De concentratie (in de omgevingslucht, werkplaats of binnenlucht) ten gevolge van de VOS verontreiniging kan worden beoordeeld met behulp van een model of luchtmetingen. Luchtmetingen worden vaak uitgevoerd naar aanleiding van een calamiteit/incident, gezondheids- of geurklachten, ter controle van beheersmaatregelen of tijdens en na een bodemsanering.

Deze procedure omvat richtlijnen voor de staalname van VOS concentraties:

- in binnenlucht;
- in buitenlucht i.k.v. calamiteiten;
- van bodemlucht (boringen, peilbuizen of luchtfilters)

Hoewel er bij staalname van bodemlucht, binnenlucht en omgevingslucht verschillende raakvlakken zijn, is het toch van belang voor elk van deze subcategorieën afzonderlijke richtlijnen uit te werken voor het nemen van representatieve luchtstalen i.f.v de specifieke noden van het onderzoek nl.:

- karakterisatie van verontreinigingen met vluchtige verbindingen;
- afbakening van kern-en pluimzones;
- risicobeoordeling van bodemverontreiniging met vluchtige componenten;
- beoordeling van in-situ bodemsaneringstechnieken op basis van bodemluchtextractie;
- opvolging van saneringen;
- risico-evaluaties;
- kwaliteitsbepaling van binnenlucht in gebouwen en werkplaatsen.

Aan de hand van luchtstalen kan op het veld, door koppeling met in-situ analysetechnieken of online meetapparatuur, of door onderzoek in het laboratorium, informatie bekomen worden over de kwaliteit van het bemonsterde medium en/of over de wijze waarop de verontreiniging zich verspreidt.

Deze procedure heeft enkel betrekking op monsternamen van lucht m.b.t. analyse van gassen :

- een gas is een stof die zich bij standaard druk (101,3 kPa = 1 atm = 760 mmHg) en temperatuur (293 K = 20°C ) in gasvormige toestand bevindt (bv. CO);

- damp is de gasvormige toestand van een stof die zich bij standaard druk en temperatuur in vloeibare fase bevindt (bv. benzeen).

Het doel van deze procedure is om een representatief luchtstaal te bekomen welke indicatief is voor de gemiddelde blootstelling aan de specifieke pollutanten.

#### **4.1.2. ACHTERGROND BIJ DEZE PROCEDURE**

Voor deze procedure zijn o.a. als uitgangspunt de volgende informatiebronnen genomen:

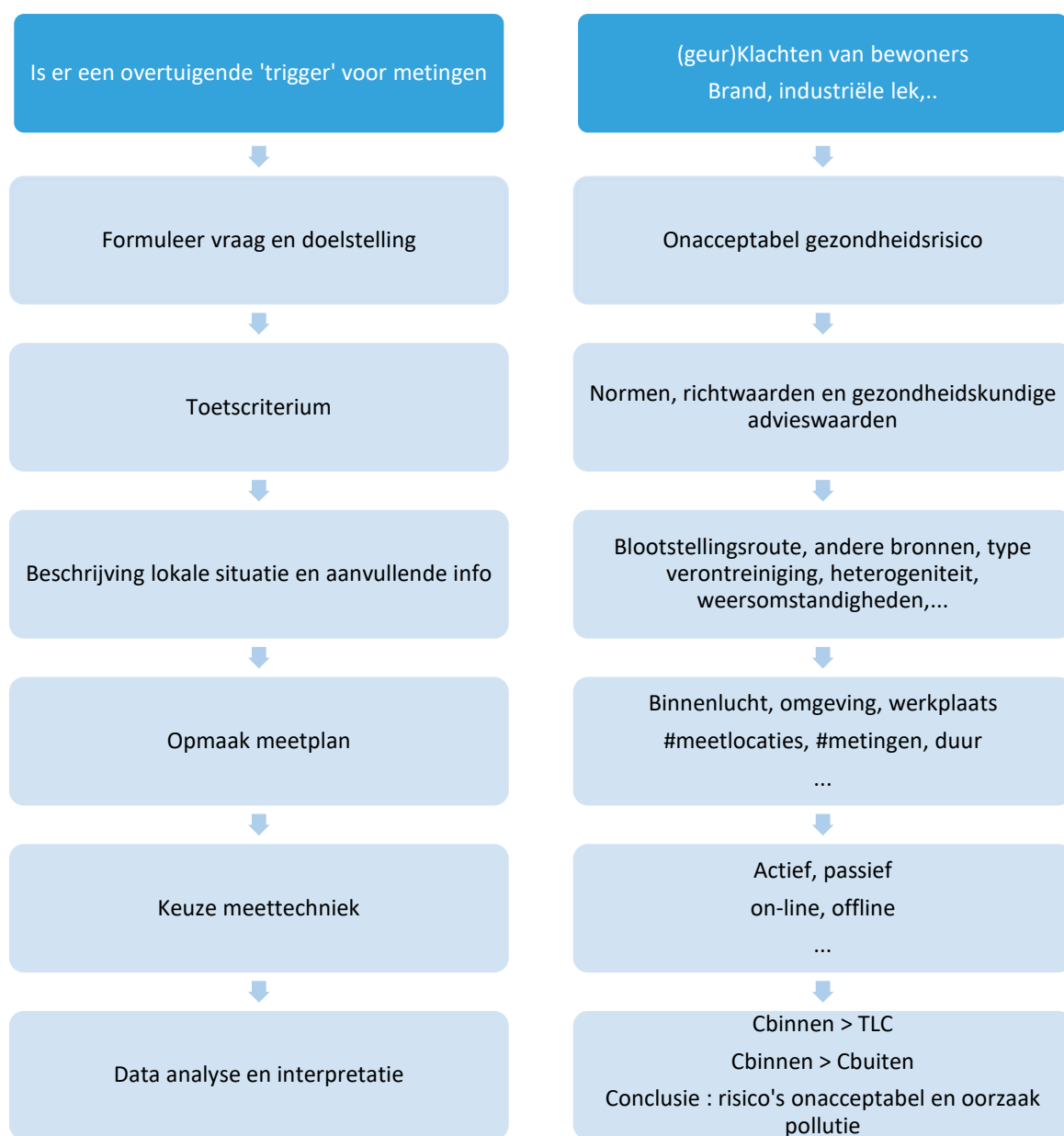
- Code van goede praktijk voor bemonstering van grond, grondwater, bodemvocht, bodemlucht en waterbodems (OVAM, 2001). In dit rapport worden richtlijnen gegeven voor de diverse bemonsteringstechnieken in het kader van de problematiek rond bodemverontreiniging.
- Code van goede praktijk voor bepaling van binnenluchtkwaliteit bij bodemverontreiniging (OVAM, 2005) In deze praktijkrichtlijn voor binnenluchtmetingen worden aandachtspunten, methoden en wijze van bepaling van risico's uiteengezet.
- Richtlijnen voor monsterneming van bodemlucht. (NEN-ISO 10381-7, 2005).
- Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet (OVAM, 2017) CMA/1/A.6 : Bodemlucht, binnenlucht, omgevingslucht en emissies bij saneringen

### 4.2. PLAN VAN AANPAK

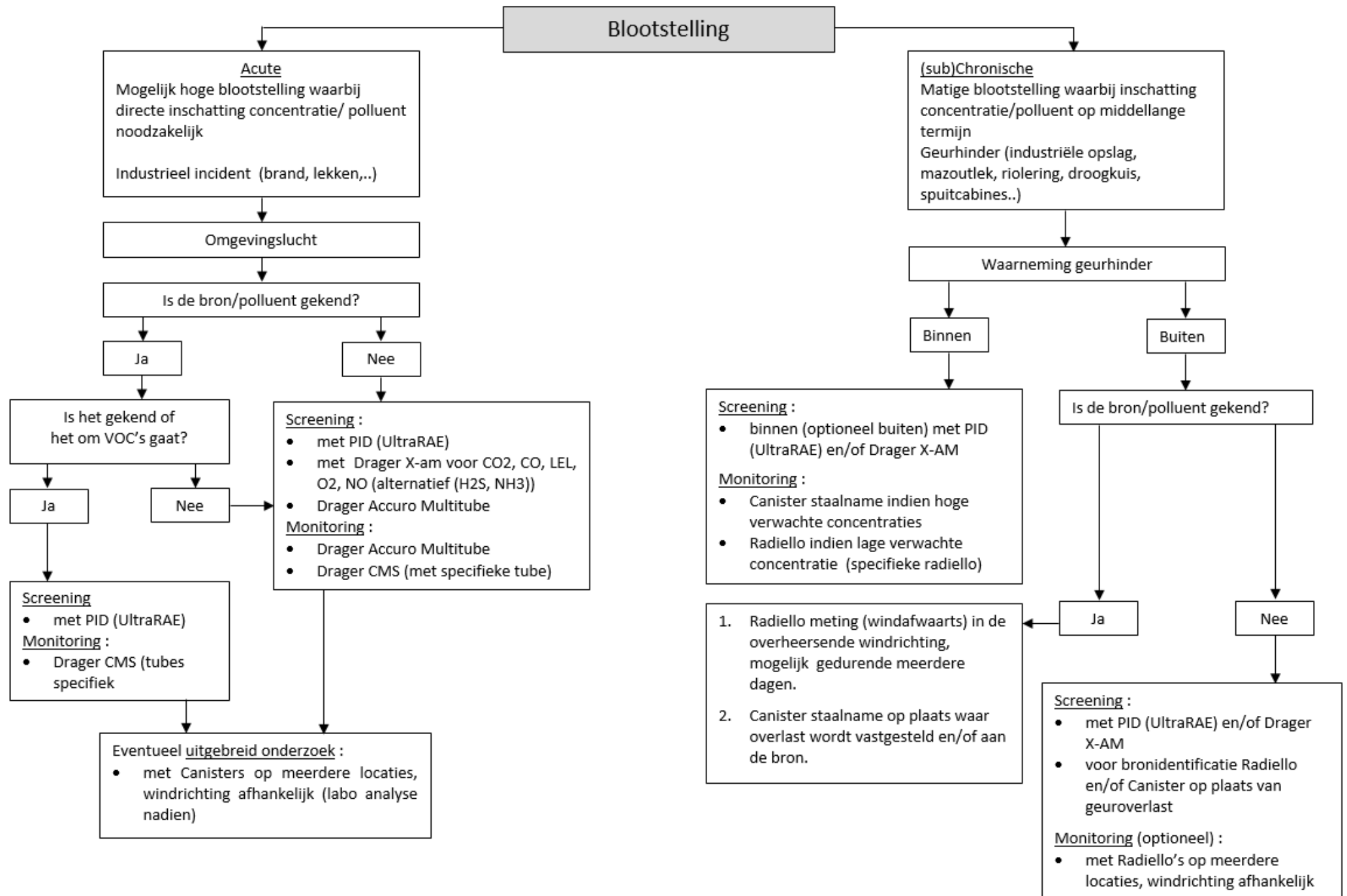
Bij de uitvoering van een monitoringonderzoek kan een getrapte onderzoeksstrategie worden aanbevolen bestaande uit volgende stappen. Merk op dat dit proces niet noodzakelijkerwijs lineair is en dat sommige van deze activiteiten in een andere volgorde kunnen plaatsvinden of bij een uitgebreid luchtonderzoek kunnen terugkeren :

1. Identificatie van de potentiële verontreiniging(en)
2. Identificatie en karakterisering van de bron van verontreiniging(en)
3. Karakterisering van de parameters die van invloed zijn op de bron, de verontreiniging en de emissie (transportroute)
4. Afbakening van potentiële migratieroutes en blootstellingsroutes
5. Vaststelling van achtergrondniveaus en eventuele andere interfererende bronnen
6. Identificatie van de potentiële receptoren
7. Bepaling van de grenzen van het studiegebied

Hieronder worden de contouren van een beslissingsmodel en plan van aanpak weergegeven. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de verschillende te doorlopen stappen. Hierbij is het belangrijk dat de trigger, de aanleiding tot de uitvoering van metingen, helder en overtuigend is.



De opeenvolgende stappen betreffen het concretiseren van de doelstelling en de toetscriteria. Samen met een beschrijving van de lokale situatie resulteren deze in een doelgerichte aanpak en meetplan. In onderstaande figuur is een doorstroomschema weergegeven met de keuzemogelijkheden voor inzet van de beschikbare meetapparatuur bij LB, in functie van het type luchtkwaliteitsonderzoek en de doelstellingen van het onderzoek. Na de meting komen data-analyse, de interpretatie van de resultaten en de uiteindelijke conclusie en beslissing. Voor de achtergronden wordt verwezen naar de voorgaande en volgende hoofdstukken (onderbouwing meetplan, meettechnieken, richtlijnen staalname, gebruik aanvullende informatie, aftoetsing en rapportage).



### 4.3. VASTSTELLING VAN HET TOETSCRITERIUM

Voor het toetscriterium wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de benadering die LB in het kader van blootstelling aan een verontreiniging bij calamiteiten/incident heeft vastgelegd. Dit betekent dat het uitgangspunt voor de toetsing van de blootstelling in het merendeel van de situaties de chronische blootstelling is (hoewel in specifieke situaties ook de acute blootstelling wordt gehanteerd). In bijlagen (A en B) wordt een overzicht van geurdrempels en chronische grenswaarden gegeven, welke eveneens zijn te raadplegen in de website van BIG (Bijlage C).

Behalve risico's voor milieu en veiligheid, kan ook geurhinder een reden zijn voor een luchtbemonstering. Het ervaren van geurhinder kan leiden tot klachten en ook tot ongerustheid over mogelijke gezondheidsrisico's. Ernstige geuroverlast kan in sommige gevallen ook tot gezondheidsklachten leiden, ook al worden die niet veroorzaakt door een toxicologisch effect. Voorbeelden van dergelijke klachten zijn hoofdpijn, slecht slapen en verminderde eetlust.

Bij het vaststellen van de vraagstelling, het toetscriterium en het meetplan kan het van belang zijn rekening te houden met geurdrempels. Dat geldt met name als het om stoffen gaat waarvan de geurdrempelwaarde (de concentratie waarbij de stof met de neus wordt waargenomen) onder of rond de toxicologische (chronische) grenswaarde ligt. Voorbeelden van deze stoffen zijn dicyclopentadien, cresol en zwavelhoudende componenten zoals mercaptanen, dimethylsulfide en dimethyldisulfide.

Hoewel bij het opstellen van het eerder genoemde toetscriterium uitgegaan moet worden van de chronische grenswaarde, kan het soms nuttig zijn een aanvullend criterium vast te stellen op basis van de geurdrempelwaarde van de stof. Dit tweede criterium is dan met name gericht op de vraag of geurklachten en, in het geval van zeer ernstige geuroverlast, bepaalde gezondheidsklachten die typisch te relateren zijn aan geurhinder, verklaard kunnen worden. Hoewel de inbreuk van geurhinder soms moeilijk te valideren is, kan het interessant zijn om geurdrempels mee te nemen in de analyse. Bijlage A geeft een overzicht van geurdrempelwaarden voor een aantal stoffen die kunnen voorkomen bij bodemverontreinigingen.

Bij het gebruik van geurdrempelwaarden moet men er rekening mee houden dat het vaak om indicatieve getallen gaat. Ten eerste verschilt de gevoeligheid van de menselijke neus voor stoffen sterk van persoon tot persoon. Daarnaast speelt ook de onnauwkeurigheid waarmee geurdrempelwaarden worden bepaald een rol.

### 4.4. BEOORDELING LOKALE SITUATIE EN AANVULLENDE INFORMATIE

Om te bepalen waar, hoe lang en op hoeveel plaatsen en hoe eventuele verstorende invloeden (interferenties) kunnen worden vermeden, is het nodig om de situatie ter plekke te beoordelen.

Aandachtspunten hierbij zijn o.a.:

- blootstellingsroutes en processen zoals verspreiding, afbraak;
- lokale situatie (aanwezigheid van bepaalde obstakels en ligging ten opzichte van elkaar);
- De identificatie van externe- en interne bronnen (bijvoorbeeld garage, wassen en drogen, roken, et cetera);
- type en karakter van de verontreiniging (samenstelling qua stoffen, verspreiding);
- De bodemopbouw en hydrologische situatie (doorlatendheid en grondwaterstand);
- Heterogeniteit van de verontreiniging.

Bijkomende informatie kan worden verkregen door een veldbezoek en/of een bewonersenquête, waardoor inzicht wordt verkregen in de omstandigheden en (andere) bronnen die van invloed kunnen zijn op de concentraties die een potentiële blootstelling kunnen geven. De volgende zaken kunnen van belang zijn :

- Aanwezige interne en externe bronnen
- Ventilatie in de directe omgeving van de blootgestelde personen (vb in woning);
- meteo;
- Verontreinigingssituatie;
- Eventueel afwijkende infrastructuur (gebouw, omgeving).

Voor betrouwbare metingen is het wenselijk een overzicht te maken van de wijze van verspreiding van stoffen vanuit de verontreiniging of andere bronnen naar de plaats of ruimten waar gemeten wordt. Denk hierbij aan:

- route verontreiniging in de verzadigde zone – onverzadigde (verdunde) zone – binnenlucht;
- route externe bronnen (verkeersweg, lokale industrie) – binnenlucht;
- onderlinge beïnvloeding zones.

Pas als alle informatie verzameld is, kan een meetplan worden opgesteld.



#### 4.5. OPMAAK VAN HET MEETPLAN

Bij de opstelling van het meetplan kunnen twee fasen onderscheiden worden:

- bepalen van de onderzoeksstrategie;
- vastleggen van het uit te voeren werk.

##### 4.5.1. BEPALEN VAN DE ONDERZOEKSTRATEGIE

In deze onderzoeksstrategie moeten minstens volgende elementen zijn opgenomen:

- type staalnamecampagne (i.e. bodemlucht, binnenlucht, bodemlucht en/of emissiemetingen bij saneringen);
- locatie van de uit te voeren staalname;
- periodiciteit van de staalname (meetperiode en tijdsduur);
- in geval van bodemluchtmetingen diepte van de boringen en /of bodemluchtfilters;
- analysepakket;
- eventuele toepassing van on-site analyse en/of meettechnieken.

Op basis van veld- en passieve geurwaarnemingen kan de onderzoeksstrategie worden aangepast door de inspecteur. Tevens wordt het minimaal aantal staalname locaties, tijdstippen van staalname en samenstelling van het analysepakket bepaald. Na het bepalen van de onderzoeksstrategie wordt overgegaan tot het opstellen van het veldwerkprogramma.

Bij het selecteren van de meetlocaties moet rekening gehouden worden met een aantal parameters, waaronder: type locatie, terrein, meteorologie, emissiebronnen, mogelijke chemische of fysieke interferentie en eventuele veiligheidsaspecten. Indien nodig, wordt **meteorologisch meetapparatuur samen opgesteld met de meetapparatuur voor luchtkwaliteitsmetingen**, tenzij meteorologische gegevens van een nabijgelegen meteostation beschikbaar kunnen worden gesteld.

In geval van geurklachten in een woning van een mogelijke bodemverontreiniging kan, voorafgaand aan de meting, worden nagegaan welke type vluchtige stoffen voorkomen in de verontreinigde bodem en of er andere (potentiële) bronnen zijn in de woning en in de omgeving (verkeer, industrie).

Bij uitvoering van het standaard meetplan kunnen volgende vragen worden gesteld:

- 1) Worden bewoners blootgesteld aan een concentratie boven een chronische grenswaarde?
- 2) Worden verhoogde concentraties aan stoffen in de woning veroorzaakt door een aanwezige bodemverontreiniging?
- 3) Spelen andere bronnen (binnen en buiten) een rol bij verhoogde concentraties stoffen in de woning?

Indien er een verdenking is van een piekblootstelling door hoge piekconcentraties, bijvoorbeeld in het geval van verven of lijmen, dan kunnen ook momentane metingen worden uitgevoerd in plaats van tijdsgemiddelde. Echter, in de praktijk zal dit niet vaak voorkomen.

Het basismetplan veronderstelt dat het efficiënt is om direct metingen in de binnenlucht te combineren met metingen in de kruipruimten, in aanliggende ruimtes en in de buitenlucht. Onderstaande checklist kan worden gehanteerd bij het opstellen van de meetstrategie :

### **CHECKLIST CLM ONDERZOEK**

#### **1) Doelstelling onderzoek**

##### **A.) Screeningsstudie**

- bevestigen of er sprake is van een verontreiniging;
- bevestigen aanwezigheid van verontreinigingen;
- verontreiniging(en) traceren naar de bron;
- voorlopige lijst van verontreinigende stoffen op een locatie;

##### **B.) Uitgebreid onderzoek**

- kwantificeren van de concentraties gedurende acute, sub-chronische en/of chronische perioden;
- detecteren van concentraties op niveaus die mogelijk relevant zijn voor de gezondheid;

#### **2) Lijst van polluenten (eventueel opzoeken voorafgaand aan het terreinbezoek)**

Omvat polluenten:

- gevonden in eerdere onderzoeken;
- aangetroffen in nabijgelegen grondwater en/of bodemgas;
- die in het screeningonderzoek zijn geïdentificeerd;
- die verband houden met een mazout verontreiniging (bijv. lekkende tank);
- die verband houden met producten/processen op industriële site
- die verband houden met historisch gebruik van de site
- afbraakproducten van bovengenoemde verbindingen

#### **3) Bepaal welke blootstellingsduur moet worden geëvalueerd (bemonsteringsduur).**

- beoordelen van acute blootstelling/ gezondheidseffect → steekmonsters, tot 1 uur
- voor evaluatie van (sub)chronisch blootstelling/drempelwaarde en/of gezondheidskundige waarden → monsters van 2-24 uur duur; mogelijk aangevuld met langeretermijn- (bijv. passieve 3 weken) en seizoensgebonden bemonstering (afhankelijk van situatie)

#### **4) Keuze bemonsteringsmethode – zie figuur onder punt 2.2.**

Screening :

- PID (UltraRAE)
- Dräger X-am
- Dräger Accuro Multitube

Monitoring :

- Canister
- Radiello
- Dräger CMS

#### **5) Check detectielimiet (rapportteergrens)**

#### **6) Kwaliteitsborging**

QA/QC bemonstering

- Registratie van relevante gegevens
- Duplo's en veldblanco
- Radiello's : telkens in duplo (eventueel triplo's bij overbemonsteringstrategie) en veldblanco

QA/QC analyse

- Minstens 1 instrumentele, 1 methode blanco en 1 set van duplo analyse
- Canisters bemonstering : blanco-keuring
- Radiello's (overbemonsteringstrategie : analyse 3<sup>de</sup> sampler indien >15 % tussen 2 andere)
- Recovery d.m.v. referentiemateriaal

#### **7) Vooronderzoek**

Controleer op

Indoor bronnen (ingeval bij indoor klachten)

- Sprays, solventen, pesticides, verven (\*)?
- Luchtverfrissers (\*)?
- Rokers (\*)?
- Gas- mazouttanken?

- Verbrandingsbronnen (houtkachel, open haard,...)?
- Andere bronnen van pollutanten in het gebouw (hobby)?

\*Indien mogelijk, is het toegelaten om deze potentiële bronnen 24 h voorafgaand aan het monitoringonderzoek uit het gebouw worden verwijderd

#### Gebouw aspecten

- Nieuwe constructies of geveerd?
- Nieuw tapijt of meubels?
- Lekken in de kelder (contact met de bodem)?
- Warme lucht ventilatie?
- Aanliggende garage?

\*indoor metingen kunnen pas na een verluchttingsperiode van minstens 6 maanden

#### Outdoor bronnen

- Stationaire bronnen (benzinstation, industriële site of opslagplaats,...)
- Mobiele bronnen (snelweg, luchthaven, frequent kort parkeren,..)
- Andere tijdelijke bronnen (wegwerkzaamheden, straalactiviteiten, verven,...)

\*outdoor metingen op tijdstippen dat deze bronnen niet actief zijn,

#### Ventilatie

- ramen/vensters gesloten
- Geen ventilatie in het gebouw (centrale ventilatie, badkamer, afzuigkap,..)
- Verluchting tussen lokalen (bv deur tussen kelder en woonkamer)
- Isolatie (energiezuinige woning of oude woning)

\*worst-case scenario kan worden gesimuleerd door gebouw te verzegelen en verwarming op (winter)

#### Weercondities

- Binnentemperatuur relatief t.o.v. buitentemperatuur
- Regen laatste 12h
- Lage windsnelheid < 2 m/s

\*worst-case scenario: binnen- buitentemperatuur > 10°C; WS>2m/s

#### **8) Opzet monstername**

- Representatieve inschatting van de blootstelling
- Worst-case inschatting van de bron
- Concentratie significant boven de achtergrond, aantoonbare verspreiding

\*representatieve monstername ( meteo-, typische ventilatie-en verwarmingscondities), op hoogte ademzone, midden van de kamer, op meerdere verdiepingen, incl. gebied met de verdachte bron (bijv. kelder bij mazoutverontreiniging), op representatieve locaties

#### **9) Evaluatie data en berekeningen**

- Validatie resultaten
- Vergelijking met typische achtergrondluchtconcentraties
- Evaluatie kritieke blootstelling.

### 4.5.2. VASTLEGGEN VAN HET UIT TE VOEREN WERK

De inspecteur zal steeds een rapport opstellen waarin, rekening houdende met de onderzoeksstrategie, minimum de volgende zaken worden vermeld:

- algemene terreinkenmerken – verontreinigingsproblematiek (niet-limitatief):
  - coördinaten inspecteur & verantwoordelijken van de site;
  - gebruik van het terrein;
  - aanwezigheid van kelder/kruipruimte;
  - toegangsbeperkingen / voorwaarden;
  - veiligheidsaspecten (zie punt 4.12) ;
  - overzicht van de problematiek met aanduiding van de te verwachten verontreinigingen (parameters en grootteorde van de te verwachten concentraties) en de eventuele aanwezigheid van puur productzones;
  - locatie specifieke kenmerken zoals bijvoorbeeld bodembedekking, aanwezigheid van nutsleidingen / rioleringen, oppervlakte water;
  
- bij bodemsaneringen :
  - eventuele aanwezigheid van installaties in het kader van bodemsanering zoals waterzuiveringsinstallatie, ISCO, persluchtinjectie of bodemluchtextractie;
  - bodemgesteldheid;
  - verwachte diepte grondwater.
  
- informatie m.b.t. de uitvoering van luchtmetingen (niet-limitatief):
  - detailplan te onderzoeken site met een inplantingsschema van de locaties voor de uitvoering van luchtmetingen;
  - type stalen, i.e.; bodemlucht, binnenlucht, buitenlucht en/of emissiemetingen;
  - type staalname i.e. actief of passief;
  - locatie staalnames;
  - recipiënten actieve staalname;
  - samplers passieve staalname;
  - toe te passen onttrekkingstechniek bij bodemluchtstaalname
  - eventueel toe te passen on-site analysetechnieken – meetinstrumenten;
  - analysepakket genomen stalen;

#### 4.6. RICHTLIJNEN BIJ DE KEUZE MEETTECHNIEK

In de meeste gevallen zal men zich richten op de risico's van chronische blootstelling. Dat betekent dat men tijdsgemiddelde metingen zal uitvoeren. **Voor veel vluchtige organische componenten (VOC) is, in het geval van een niet acute situatie bij geurklachten (bv. bodemverontreiniging, riool...) het gebruik van passieve samplers een goede keuze.** Deze zijn relatief goedkoop en gemakkelijk in gebruik. De analyse van de monsters gebeurt achteraf in een laboratorium. Gebruik van passieve samplers geeft nauwelijks hinder voor de bewoners. Uiteraard kunnen voor andere situaties, in geval er sprake is van een acute calamiteit en/of een heterogene verontreinigings- en verspreidingspatroon, andere keuzen worden gemaakt. Zie hiervoor de uitgebreide toelichting op luchtmetingen in hoofdstuk 2.

Voor de staalname van lucht wordt een onderscheid gemaakt tussen passieve of actieve staalname. De keuze van één van beide bemonsteringstechnieken is functie van de doelstelling van het onderzoek en van de karakteristieken van de bepalende parameters (e.g. dampdruk en Henry coëfficiënt).

- Langdurige meting: bij niet gekende bron en langdurige, minder acute klachten
  - o Gebruik van passieve samplers (radiello's)
  - o Gebruik van canister metingen over langere periode
    - Bv meerdere canister staalnames verspreid over een langere periode
- Kortdurende: bij incidenten zoals brand of lekken en wanneer directe actie aangeraden is.
  - o Gebruik van on-line afleestoestellen
  - o Gebruik van drägertubes
  - o Gebruik van canister metingen voor component specifieke analyse nadien
- Screeningsmetingen : indicatieve kwalitatieve metingen
- Kwantitatieve analyse: lange termijn kwantitatieve concentratiemetingen

Het doorstroomschema, weergegeven in paragraaf 4.2, geeft een overzicht van de keuzemogelijkheden voor inzet van de beschikbare meetapparatuur bij LB, in functie van het type luchtkwaliteitsonderzoek en de doelstellingen van het onderzoek.

Directe on-line toestellen (PID / FID / CMS / X-AM / Accuro) zijn meestal beschikbaar voor specifieke componenten en zijn zelden gevoelig genoeg om zeer lage concentraties te meten. Voor lage concentraties wordt een lange termijn (offline) monitoring voorgesteld, waarbij wordt bemonsterd met sorptie-buisjes (actief of passief), canisters (droog), luchtzakken (droog) of impingers (nat).

Een belangrijke beperking bij lange termijn (offline) monitoring is de wachttijd tussen bemonstering en analyse, welke bij dringende calamiteiten veelal niet mogelijk is.

Bovendien zijn volgende parameters van belang bij de interpretatie van de resultaten:

Parameter	Impact
Temperatuur	Een verhoging van de temperatuur geeft een hogere dampspanning van de meeste chemicaliën en kan resulteren in verhoogde concentraties in de omgeving
Wind richting/ Snelheid	Een toename van de windsnelheid in de directe omgeving van een vrijstaand vloeistofoppervlak kan de concentraties dampen beïnvloeden, evenals bij stof en deeltjes gebonden verontreinigingen
Regen	Hevige regenbuien kunnen tijdelijk de emissies uit containers, uit de bodem of uit een meer verhinderen. Neerslag kan ook de concentraties van rookdeeltjes verminderen tijdens een brandgebeurtenis.
Relatieve vochtigheid	Fijn stof en roet zijn zeer gevoelig aan vochtgehalte. Dit vochtgehalte kan aanzienlijk variëren met betrekking tot de locatie en tijdstip en kan invloed hebben op de nauwkeurigheid van bepaalde bemonsteringen.
Damp emissies	De fysieke verspreiding van verzadigde dampen kan kortstondig, relatief hoge concentraties geven. Een continue verdamping en/of diffusie kan op lange termijn resulteren in verlaagde concentraties (verdunding) en leiden tot een grotere spatiale verspreiding.
Lokale activiteiten	Lokale werkzaamheden (bv grondwerken) geven vaak een mechanische verstoring van de verontreinigde media (bv bodem), welke de concentratie en samenstelling van de verspreide verontreinigingen kunnen beïnvloeden

#### 4.7. RICHTLIJNEN BIJ DE SELECTIE VAN DE BEMONSTERINGSDUUR EN -FREQUENTIE

Het aantal monsters, de bemonsteringsduur en -frequentie wordt gekozen in functie van de bron, het type pollutant en de te verwachten potentiële blootstelling (acute of (sub)chronische blootstelling). Afhankelijk van de meetstrategie zal hiervoor een keuze moeten gemaakt worden om een zo representatief mogelijke steekproef te verkrijgen. Anderzijds worden deze parameters beoordeeld in functie van de heersende achtergrondconcentraties en de detectielimiet van de gebruikte monitoringstechniek.

De bemonsteringsduur en -frequentie kunnen ook relevant zijn om het verspreidingspatroon van de pollutant beter in kaart te brengen. Is er een relatief constante indoor concentratie te verwachten of een sterk variërende buiten-concentratie (korte termijn schommelingen of seizoensgebonden). Korte termijn schommelingen in concentratie kunnen het gevolg zijn van factoren zoals meteorologische parameters (bv. temperatuur, wind, barometrische druk, vocht), maar ook van lokale omstandigheden die de emissieratio beïnvloeden (bijv. zoals in het geval van een gebouw dat in de pluim staat van dampen van een benzinepompstation) en het type gebouw (bijv. een oud, tochtig gebouw zou een hoger ventilatie-voud hebben dan een energiezuinig gebouw).

Hoewel het vaak moeilijk te voorspellen is welke fluctuaties in de concentratie te verwachten zijn, wordt aanbevolen om de bemonsteringsduur in te stellen zo lang als praktisch haalbaar is om een zo representatief mogelijke steekproef mogelijk te maken. Bij het hanteren van een te korte bemonsteringstijd is het erg waarschijnlijk dat de bemonstering onvoldoende representatief is (piek of dal in het concentratieprofiel) en dus niet de echte tijd geïntegreerde gemiddelde concentratie weergeeft waaraan is blootgesteld.

Het is belangrijk om de bemonsteringsduur af te stemmen op de typische tijdsprofielen van belangrijke indoor bronnen. Een lange termijn bemonstering kan een robuuste meting geven van de gemiddelde binnenlucht concentraties, maar langdurige bemonstering leidt tot verlies van informatie met betrekking tot de variatie in de tijd van de VOC-concentraties, waardoor het moeilijker wordt om de impact van binnenbronnen te onderscheiden. Voorbeeld:

- Bepaalde bouwproducten zoals polyvinyl chloride, linoleum, kurk, parket en meubels die lijmen bevatten, stoten langzaam VOC's uit met minimale korte termijn veranderingen.
- Verven en lijmen worden gekenmerkt door een continu, onregelmatig, aflopend tijdsprofiel.
- Activiteiten zoals koken of roken hebben vaak een typisch periodiek tijdsprofiel.
- VOC emissies van onderhoudsproducten (hobby) hebben meestal een erg onregelmatig en variabele tijdsprofiel.

Standaard wordt een bemonsteringsduur van minimaal twee uur aanbevolen bij een bron screening of een monitoring voor een risicobeoordeling. Echter, afhankelijk van de aard van de bron, de pollutant, de emissieverspreiding en de blootstellingsroute, kan een langere bemonsteringsduur de representativiteit van de gemeten concentraties verhogen.

Radiello passieve samplers worden meestal gebruikt voor langere bemonsteringsperioden van 7 tot 14 dagen.

De bemonsteringsduur voor een 6L canister wordt voornamelijk bepaald door het minimale debiet dat kan worden ingesteld door de stroomregelaar. Standaard wordt daarom een bemonsteringsduur van 8 tot 24 uur gehanteerd voor een 6L canister. Bij gebruik van een langere bemonsteringsduur van 72 h, kan het aangezogen debiet onbetrouwbaar zijn.

### 4.8. RICHTLIJNEN BIJ INDOOR METINGEN (OUTDOOR MONITORING)

Binnenlucht wordt gedefinieerd als de lucht die aanwezig is binnen in een woning of gebouw. Staalname van binnenlucht is bedoeld om na te gaan in hoeverre:

- De aanwezige verontreinigingen in de binnenlucht van woningen, werkplaatsen en/of (openbare) gebouwen terechtkomen;
- De concentraties in de binnenlucht te wijten zijn aan de verontreiniging of aan andere bronnen;
- De concentraties een risico inhouden voor de bewoners, werknemers en/of bezoekers van gebouwen en werkplaatsen.

Ingeval de vermoedelijke oorzaak van de verontreiniging van de binnenlucht zich in de buitenomgeving bevindt, wordt aanbevolen om bijkomend omgevingsmetingen uit te voeren. Hiervoor kunnen beide collectietechnieken (canisters en passieve samplers) worden ingezet. De omgevingsmetingen kunnen informatie verschaffen over zowel de invloed van buitenaf op de binnenluchtconcentraties, maar tevens relevante QA/QC-informatie opleveren over de gebruikte bemonsteringstechnieken. De resultaten van de omgevingsmetingen kunnen inzichten verschaffen over in hoeverre de gebruikte bemonsteringstechniek typisch lage VOC's concentraties kan detecteren of in geval van 'verdachte' resultaten deze kunnen duiden op een monstercontaminatie of een andere interferentie.

Het wordt aanbevolen om bij een binnenluchtonderzoek met een externe bron, een windopwaartse bemonstering in de buitenomgeving te voorzien, dat kan gebruikt worden bij de evaluatie van de potentiële bronnen in de binnenlucht. De omgevingsmetingen moeten minimaal 1 uur (bij voorkeur twee uur) voor de start van de binnenluchtmetingen worden opgestart en ten minste een half uur doorlopen na de stop van de binnenluchtmetingen. Dit wordt aanbevolen aangezien de meeste gebouwen een luchtverversing van 0,5 tot 1,0 x per uur hebben en dus lucht die het gebouw is binnengedrongen in de periode vóór binnenafname nog lang aanwezig blijft in het gebouw.

De normale fluctuaties van de buitenlucht concentraties, tijdens de laatste dertig minuten, hebben vrijwel geen effect op de gemiddelde binnenluchtconcentratie. De bemonsteringsapparatuur wordt zodanig geplaatst dat zo veel mogelijk, besmetting door externe bronnen zoals benzinstations, auto's en andere motoren, olieopslagtanks, industrieel voorzieningen, enz. wordt vermeden. De apparatuur wordt windopwaarts van het gebouw geplaatst, op een afstand van minimaal 5 meter van windschermen zoals bomen, struiken of andere gebouwen. De inlaat moet op ongeveer 1,5 m hoogte (ademzone) van de grond zijn.

Het wordt sterk afgeraden om een omgevingsmonster te nemen als representatief, om de concentratie van de binnenlucht weer te geven. Afhankelijk van de pollutent die wordt onderzocht, kan dit leiden tot een foute interpretatie over de mate waarin concentraties in de binnenlucht zijn beïnvloed geweest door externe bronnen. De binnenluchtconcentraties van vele stoffen, in het bijzonder VOC's die worden aangetroffen in consumentenproducten, blijken vaak veel hoger te zijn dan in de buitenomgeving.

#### 4.8.1. ALGEMENE RICHTLIJNEN

- Binnenluchtmetingen kunnen worden uitgevoerd d.m.v. van zowel actieve als passieve staalname. Voor de **keuze van de meetmethode, de locatie, de tijdsduur** waarover gemeten moet worden en het aantal meetcampagnes kan rekening worden gehouden met de richtlijnen die zijn opgenomen in de Codes van goede praktijk voor risico-onderzoeken ([https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/cgp\\_risico-onderzoeken\\_nl.pdf](https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/cgp_risico-onderzoeken_nl.pdf)) en



<https://environnement.brussels/thematiques/sols/informations-specifiques-pour-professionnels/codes-de-bonnes-pratiques/cbp-etude-de> (ANNEXE B-1 : Procédure pour la mesure de la qualité de l'air ; B1-3.1. Implantation, nombre et localisation des prélèvements d'air intérieur/extérieur)

- Bij het dragen van een passieve sampler ter hoogte van de ademhalingszone moet de sampler naar buiten gericht zijn.
- Daar de analyseresultaten worden omgerekend naar standaardomstandigheden moeten de omgevingsdruk en -temperatuur tijdens de blootstellingstijd gemonitord worden.
- Schade aan de passieve sampler en heel specifiek aan het membraan kan de bekomen resultaten sterk beïnvloeden. Bij plaatsing moet daarom de passieve sampler gecontroleerd worden op beschadiging en de plaatsing moet zo gebeuren dat mogelijke schade tijdens de staalname periode vermeden wordt.

#### 4.8.2. KEUZE VAN MEETLOCATIES

Volgende factoren moeten bij de selectie van de meetlocatie binnenlucht in rekening gebracht worden:

- bij voorkeur voornaamste verblijfruimten voor mensen (v.b. slaapkamer, woonkamer, keuken..) (zie tabel 14);
- andere mogelijke bronnen van beïnvloeding van de kwaliteit van de binnenlucht (e.g. rokerslokalen, verwarmingsketel, buitenlucht, gebruik van reinigingsmiddelen);
- mogelijke invloed van ventilatie;
- bronnen van vocht, koeling of warmte;

***Bij het selecteren van de staalname locaties moeten volgende locaties gemedend worden:***

- locaties in het zonlicht. Sterke opwarming van de passieve sampler tijdens de staalname moet vermeden worden omdat dit de vrijstelling van de vastgelegde verontreinigingen tot gevolg kan hebben en zo een onderschatting oplevert. Om deze reden worden de passieve samplers best afgeschermd van direct zonlicht.;
- locaties met merkbare tocht;
- locaties met ventilatiekanalen;
- locaties die direct worden beïnvloed door bronnen van buitenaf;
- locaties nabij buitenmuren;
- locaties waar onvoldoende luchtstroming aanwezig is (dode hoeken, nissen). Onvoldoende verversing van de lucht rondom de passieve sampler kan zorgen voor uitputting van de verontreinigingen ter hoogte van de sampler en aldus een onderschatting opleveren van de eigenlijke concentratie. De leverancier van de passieve sampler geeft daarom best een minimale verversingsgraad op die nodig is om betrouwbare resultaten te bekomen. De kans op uitputting treedt vooral op indien gemeten wordt in kleine, afgesloten ruimtes.

#### 4.8.3. METINGEN IN BUITENLUCHT

***Bij het meten van de binnenlucht kunnen ook referentiemetingen in de buitenlucht worden uitgevoerd om de achtergrondconcentratie van de omgeving te bepalen.*** Om de bekomen meetresultaten onderling te kunnen vergelijken moet hierbij dezelfde meetmethode (incl. recipiënten) worden gehanteerd.

Bij het plaatsen van passieve samplers (Radiello's) moeten volgende richtlijnen in acht genomen worden:

- De passieve samplers worden opgesteld in de buurt van het gebouw maar ten minste op een afstand van 1 meter van het gebouw verwijderd.

- Indien het gebouw voorzien is van airconditioning, dan worden de bemonsteringen buiten bij voorkeur uitgevoerd in de nabijheid van de inlaat.
- De samplers worden windopwaarts van het gebouw (cf. overheersende windrichting) geplaatst waar de binnenluchtmetingen plaatsgrijpen.
- Voor buitenmetingen worden de Radiello's bij voorkeur opgehangen aan inerte materialen bv. verlichtingspaal, metalen staaf, ... Plaatsing in bomen dient vermeden te worden omdat deze stof kunnen afgeven. Bovendien kunnen afvallende bladeren een gedeelte van de passieve staalname monitor bedekken.
- Om opwarming van het adsorbens te vermijden worden de Radiello's noordelijk georiënteerd.
- Er dient vermeden te worden dat er zich grote obstakels binnen een straal van 1 m rond de samplers bevinden.
- De Radiello's worden ook best afgeschermd (bv. onder een afdak) om te vermijden dat de karakteristieken van de passieve sampler veranderen door weersomstandigheden (bij regen, sneeuw, ...) (Figuur 5).



*Figuur 5: Afscherming van passieve samplers bij de uitvoering van buitenluchtmetingen*

#### 4.9. BEWARING EN TRANSPORT VAN RECIPIENTEN

De termijnen en de temperaturen waarbij de recipiënten moeten bewaard worden zijn functie van het type recipiënt en de materialen waaruit de recipiënten zijn gemaakt. Een algemeen overzicht wordt gegeven in Tabel 9.

Afhankelijk van het type parameter en gehanteerd adsorptiepatroon is bewaring gedurende periodes > 14 dagen mogelijk. Bewaartermijnen worden bepaald, rekening houdende met een minimum recovery van 80% (of 75% op voorwaarde dat het meetresultaat herhaalbaar is). Daar het sorptie-evenwicht temperatuurafhankelijk is (bij hogere temperaturen worden de moleculen minder sterk geadsorbeerd dan bij lagere temperaturen) en is de temperatuur van bewaring van groot belang. Deze bedraagt over het algemeen 4°C. Soms kan de door de fabrikant van de adsorptiepatronen opgegeven bewaar temperatuur lager zijn dan 4°C. In dit geval moet de door de fabrikant aangegeven bewaar temperatuur worden gerespecteerd.

Het overbrengen van een (bodem)luchtstaal van het ene recipiënt naar het andere is op het terrein niet toegestaan. Dit kan enkel in het labo gebeuren onder gecontroleerde omstandigheden.

Voor canisters is bewaring op kamertemperatuur voldoende, maar afscherming van de zon is noodzakelijk.

De bemonsterde passieve samplers worden in een luchtdicht afgesloten tube getransporteerd en aan het analyselaboratorium bezorgd. Na de bemonstering worden de samplers koel (2-6 °C) tot aan de analyse bewaard.

Tabel 5: Algemeen overzicht conservering van recipiënten voor (bodem)luchtstaalname

Type recipiënt	Conserveringstemperatuur	Bewaartermijn	Andere
Gascilinder / canister	omgevingstemperatuur	14 dagen	Donker
Adsorptiepatroon	4°C, tenzij anders gespecificeerd door de fabrikant	14 dagen	Donker

**4.10. REGISTRATIE RELEVANTE GEGEVENS**

Om de meetresultaten goed te kunnen interpreteren is een goede documentatie zowel van de situatie als van het onderzoek (de locatie, meetomstandigheden,...) belangrijk. De documentatie betreft de locatie, de bemonstering, de omstandigheden tijdens de metingen en specifieke omstandigheden tijdens de duur van de metingen.

**4.10.1. LOCATIE/SITE**

De gewenste informatie betreft de (verontreinigde) locatie. Een leidraad van relevante informatie is opgelijst in onderstaande tabel.

*Tabel 6: Registratie informatie over de verontreinigde locatie*

Type informatie: locatie	Gegeven	Gebruikt voor:
Situatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanwezige verontreinigingen, patroon</li> <li>• Bron / oorzaak / ouderdom</li> <li>• Bodemverontreiniging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaststelling trigger</li> <li>• Formulering doelstelling</li> <li>• Ontwerp meetstrategie</li> <li>• Eerste inschatting risico's en blootstellingsroutes</li> </ul>
Bron	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grote en sterkte</li> <li>• Homogeen of heterogeen</li> <li>• Andere bronnen.</li> <li>• Uitgestrektheid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inschatting potentiële uit(ver)damping</li> <li>• Identificatie 'hot spots'.</li> <li>• Inschatting ruimtelijke variatie / heterogeniteit</li> </ul>
Polluent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type en voorkomen</li> <li>• Ruimtelijke verdeling</li> <li>• Registratie monsters en meetresultaten</li> <li>• Actualiteit van de meting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inschatting temporele variatie</li> <li>• Bepaling gemiddelde concentratie op plaats van de meting</li> <li>• Keuze bemonsteringsmethodiek</li> <li>• Keuze meet en analysetechniek</li> </ul>

**4.10.2. BEMONSTERING**

Deze informatie betreft de monsternummering, data, meetperiode et cetera, betreffende uitgevoerde metingen.

*Tabel 7: Registratie monstergegevens, bemonsteringsduur en type bemonstering*

Type informatie Bemonstering	Gegeven	Gebruikt voor:
Registratie	Monsternummer Datum, tijd, adres, locatie Gemeten stoffen Reden voor de meting	Registratie, verantwoording 'Quality Assurance' Kwaliteitsbeoordeling en interpretatie
Bemonsteringsduur	Tijd en datum (begin – eind) Periode	T.b.v. groepering van data
Type bemonstering	Bemonsteringstechniek Actief / passief Continu	

**4.10.3. MEETLOCATIE**

Informatie betreffende de meetlocatie / plek. Het schaalniveau van de informatie betreft de plaats van de metingen (adres).

*Tabel 8: Registratie gegevens meetlocatie*

Type informatie: meetlocatie	Gegevens	Gebruik
Meetlocatie (-object)	Type locatie ( buiten, woning, bedrijfsite....)	Beoordeling van blootstelling en risico Inzicht ruimtelijke variatie
Meetplek (binnen het meetobject)	Binnen / buitenlucht, anders Plaats meting Hoogte Afstand van grote obstakels muur/raam	Inzicht temporele variatie Inzicht pad bron-receptor Inzicht blootstellingsfactoren Additionele bronnen Omgevingsmilieu Interpretatie van meetdata
Karakteristieken meetobject - gebouw	Gebouw Open ruimte Vlakke site, heuvels	Toetsing
Karakteristieken meetobject - milieu van de omgeving	Omgeving; landelijk, stedelijk (centrum, sub-urbaan), verkeersintensiteit, industrie (zware-, chemische-, kleinschalige-) Type / karakter eventuele emissies Afstand van emissiebronnen	

**4.10.4. WEER, SEIZOEN, FYSIEKE EN TEMPORELE CONDITIES**

Omstandigheden tijdens de duur van de meting.

*Tabel 9: Registratie omstandigheden tijdens de meting*

Type informatie	Gegevens	Van toepassing voor. / Heeft impact op. /
Buiten	Gemiddelde temperatuur Windsnelheid Windrichting	Inschatting invloed van omgevingskwaliteit Invloed van andere bronnen
Binnen (ter plekke van de meting)	Gemiddelde temperatuur Relatieve vochtigheid	Betreft een 'normale' situatie
Situatieschets	Relevante obstakels (gebouwen,..)	Beoordeling verspreidingsroute Beoordeling luchtstroming

### 4.11. DATA ANALYSE, INTERPRETATIE, RAPPORTAGE

Het verzamelen van de data en interpretatie vereist deskundigheid en ervaring van de inspecteur. In het ideale geval wijzen de observaties ter plaatse en de meetresultaten in dezelfde richting. Dan heeft men sterke argumenten om met zekerheid een conclusie op te maken.

#### Beschikbare data per periode

Voor een onderbouwde conclusie moeten er voldoende metingen (zie 4.7) zijn uitgevoerd opdat een representatieve weergave van de reële situatie kan worden beoordeeld.

#### Data verwerking

Bepaal de gemiddelden van de gemeten concentraties in relatie tot de duur en locaties van de potentiële blootstelling.

#### Toetsing aan het blootstellingscriterium

Bepaal of het gekozen gezondheidkundig toetscriterium wordt overschreden voor één of meerdere stoffen.

#### Consistentie van de data

Rangschik de verkregen gemiddelde waarden van hoog naar laag en probeer een algemeen beeld te vormen van de concentratieniveaus i.f.v. blootstellingsduur en plaats. Er kunnen specifieke situaties/plaatsen voorkomen waarbij de concentraties laag zijn. Dit kan voorkomen door bijvoorbeeld hoge ventilatiesnelheden of hoge verdunning of afscherming door bepaalde obstakels. Een juiste kennis van de situatie is belangrijk.

#### Indicaties voor versturende factoren

##### *- Screening en 'fingerprint' van de verontreiniging*

Een verontreiniging bestaat vaak uit een mix van meerdere stoffen. De mix en de verhouding van de verschillende componenten maakt de verontreiniging herkenbaar: de 'fingerprint'. Indien de binnenlucht beïnvloed is bv. door een bodemverontreiniging of een brand, zal de 'fingerprint' vaak teruggevonden worden bij metingen in de binnenlucht. Eventueel kan de 'fingerprint' veranderen door afbraakprocessen of verschillen in de mobiliteit (vluchtigheid) tussen de verschillende stoffen. Indien de 'fingerprint' echter totaal verschilt moet men bedacht zijn op andere invloeden.

##### *- Ventilatie, verdunning en bronnen van buiten*

Een praktisch probleem is dat, in een woning waar veel geventileerd wordt en mogelijk op de 'verkeerde' momenten (bijvoorbeeld ramen open tijdens de verkeersspits), de daggemiddelde concentratie van een stof (die van buiten komt) binnen hoger of ongeveer even hoog kan zijn dan buiten. Door tijdens de metingen de ventilatie te minimaliseren (ramen en deuren dicht), is dit te vermijden. De controle op de mate van ventilatie is moeilijk. Eventueel kunnen ramen worden dichtgeplakt (verzegeling).

##### *- Mogelijke piekconcentraties*

Roken, verven, lijmen en schoonmaken kunnen piekconcentraties veroorzaken die bij tijdsgemiddelde metingen niet altijd herkenbaar zijn. De informatie over bepaalde activiteiten van de bewoners (bv roken) kan soms relevant zijn. Bij het vermoeden van de aanwezigheid van kortdurende bronnen die piekconcentraties kunnen veroorzaken kan het wenselijk zijn om naast tijdsgemiddelde metingen ook momentane metingen te doen.

Voorafgaand aan de metingen moet door de inspecteur een grondige screening van de lokale situatie worden uitgevoerd en kan eventueel gebruik worden gemaakt van een vragenlijst aan de

bewoners/verantwoordelijken van het gebouw. Deze vragenlijst heeft tot doel bronnen van vluchtige stoffen op de plaats van blootstelling te inventariseren.

De veldwerker dient bij de rapportage van de uitgevoerde metingen minimaal onderstaande elementen in het veldverslag op te nemen:

- datum uitgevoerde metingen;
- identificatie onderzoeksterrein;
- identificatie veldwerker(s);
- type uitgevoerde metingen: actief versus passief;
- beschrijving staalname methode:
  - actieve staalname
    - type pomp
    - type recipiënt
    - staalname duur (start- en eindtijdstip)
    - staalname volume
  - passieve staalname
    - type sampler
    - blootstellingstermijn
- referentie buitenluchtmeting
  - locatie
  - methodiek
- locatie sampler (plaats en hoogte) + aanduiding op plan
- omgevingswaarnemingen
  - geurwaarnemingen
  - data druk- en temperatuurmetingen;
- blanco's
- norm en toetswaarden
- gemeten concentraties en andere waarden (meteo)
- conclusies

### 4.12. VEILIGHEIDSASPECTEN BIJ HET UITVOEREN VAN EEN ONDERZOEK/LUCHTMETING

Bij het opstellen van het monitoringplan moet eveneens een evaluatie worden uitgevoerd van de veiligheidsaspecten voor de inspecteur tijdens de uitvoering van de monitoring. Het monitoringsplan moet veiligheidsinformatiebladen bevatten met een beoordeling van de persoonlijke gevaren en methoden en advies over eventuele toe te passen beschermingsmiddelen. On-site monitoringsactiviteiten moeten voldoen aan de normen voor veiligheid en gezondheid op de werkvloer. Hiervoor wordt verwezen naar het intern document "PROC GIU-BUI-P1\_Richtlijn 6 : Site veilig". Hieronder is een overzicht van een aantal aandachtspunten opgelijst welke belangrijk zijn bij het organiseren van een meting :

- Wees alert voor potentiële gevaren/risico's
- Match de correcte monitor bij de juiste pollutent
- Check de detectiegrenzen
- Zijn er conversiefactoren te gebruiken ?
- Is er invloed van T of %R.V te verwachten
- Is de monitor operationeel (gekalibreerd)?
- Is er risico voor O<sub>2</sub>- tekort?
- Is er risico voor ontvlambare dampen/gassen
- Aanwezigheid van specifieke pollutenten
- Welke andere veiligheidsaspecten zijn van toepassing ? (PPE, ventilatie, brandveiligheid, backup, LOTO (Lock out/Tag out))

Het gebruik van de juiste Persoonlijke Bescherming Middelen (PBM's) is een belangrijk aspect van veiligheid en gezondheid op de werkvloer. Aan de hand van een veiligheidsplan wordt een overzicht gegeven van de PBM's die bij luchtkwaliteitsmonitoring nodig zijn alsook de specifieke veiligheidsinformatiebladen voor deze PBM's. Een zorgvuldige selectie moet het gebruik van geschikte PBM's toelaten om een bescherming te bieden aan het ademhalingsstelsel, de huid, ogen, gezicht, handen, voeten, hoofd, lichaam en gehoor. Voor elke situatie moet de juiste uitrusting en kleding voor PBM's worden geselecteerd die een passend beschermingsniveau bieden. Over-bescherming evenals onder-bescherming kan gevaarlijk zijn en moet worden vermeden. Adembescherming is van groot belang, omdat inademing een van de belangrijkste wegen is van blootstelling aan chemische toxische stoffen. Ademhalingsbeschermingsmiddelen kunnen o.a. bestaan uit: stofmasker (P3), half- of volggelaatsmasker (eventueel verbonden met een luchtbron of een luchtzuiverend apparaat). Afhankelijk van de chemische stof moet de correcte filter gekozen worden.

De prioriteiten voor een luchtmonitoring moeten gebaseerd zijn op de informatie die is verzameld tijdens het vooronderzoek (eerste on-site karakterisatie). Deze informatie dient als basis voor het selecteren van de geschikte meetapparatuur en persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) te gebruiken bij het uitvoeren van een luchtmonitoring. Bij het vooronderzoek wordt een evaluatie voorzien naar het voorkomen van een risico voor explosieve atmosfeer en/of afwijking van het O<sub>2</sub> gehalte (standaard 20,95%). Dit kan zich o.a. voordoen in zogenaamde 'besloten ruimten'. De term 'besloten ruimten' wordt gebruikt, omdat men over een ruimte of een omgeving spreekt met bijvoorbeeld weinig of geen natuurlijke ventilatie, weinig bewegingsruimte, een beperkte toegankelijkheid en een beperkte vluchtmogelijkheid. Een besloten ruimte is niet altijd een ruimte die is afgesloten, maar wordt eerder gekenmerkt door bovenstaande aspecten. Een belangrijk gevaar bij besloten ruimtes is de kans op aanwezigheid van onvoldoende zuurstof. Dit betekent dat er minder dan 18 vol% zuurstof aanwezig is. Wanneer de concentratie zuurstof minder dan 10 vol.-% is, treedt zonder voorsymptomen (duizeligheid), bewusteloosheid op. Bij het betreden van een besloten ruimte, of een ruimte waar een vermoeden van bedwelmingsgevaar is, moet een LEL/o<sub>2</sub> meter gedragen worden. Ingeval de LEL meter >10% LEL aangeeft en/of de zuurstofconcentratie lager is dan



19,5% of hoger dan 23,5% moet de monitoring worden gestopt en de zone verlaten, zodat de situatie kan worden geëvalueerd.

Bij het betreden van besloten ruimten (riolen, rioolputten, ontvangstkelders, silo's, scheepsruimen, slibgistingstanks, slibhouders, gashouders, overstortputten, monsterputten, indickers (afgedekt), ruimten met gasapparatuur, opslagtanks, kruipruimtes, mestkelders, giertanks, tankwagens,.. etc) moet aandacht gegeven worden aan :

- Risico's : gevaar voor verstikking, vergiftiging, explosie
- Metingen : O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, LEL

Enkele typische kenmerken bij de blootstelling aan H<sub>2</sub>S zijn :

- Geur : "rotte eieren" geur
- Giftig : boven ca. 100 ppm niet meer waar te nemen (zenuwstelsel aangetast, overlijden)
- Voorkomen : rioleringen en afvalwaterinstallaties,
- Gedrag : zwaarder dan lucht, blijft (onderaan) hangen, moeilijke evacuatie

In volgende tabel zijn de effecten weergegeven bij een blootstelling aan H<sub>2</sub>S.

Tabel 10: Effecten bij blootstelling aan H<sub>2</sub>S

Effecten H <sub>2</sub> S bij de mens	
0,1 ppm	Geur is waarneembaar
1,6 ppm	MAC-waarde.
5,0 ppm	Sterke rotte eieren geur
50 ppm	Ontsteking en irritatie ademhalingsorganen
100 ppm	Hoesten, onregelmatige ademhaling, slaperigheid. Ernstige irritatie ogen en ademhalingsorganen. Speeksel/slijm opgeven. Bloedingen met dood tot gevolg bij blootstelling 8-24 uur.
200 ppm	Moeilijke ademhaling, lichtschuw. Bloedingen met dood tot gevolg bij blootstelling 8-24 uur
250 ppm	Traanvorming, vermoeidheid, neuspijn, lichtschuw, moeilijke ademhaling. Bloedingen met dood tot gevolg bij blootstelling 4-8 uur.
500 ppm	Hoesten, haperende ademhaling, hartkloppingen, duizeligheid, hevig bibberen, ernstige verzwakking. Bloedingen met dood tot gevolg bij blootstelling 0,5-1 uur.
800 ppm	Bewusteloosheid, dood tot gevolg bij blootstelling 0-2 min
1000 ppm	Onmiddellijke bewusteloosheid met dood tot gevolg

Enkele typische zaken bij het opvolgen van O<sub>2</sub> zijn :

- lucht bevat 20,9 % O<sub>2</sub>
- *overmaat* O<sub>2</sub> materialen of vloeistoffen sneller ontbranden.
- *tekort* O<sub>2</sub> ademnood/verstikking

In volgende tabel zijn de effecten weergegeven bij een zuurstof tekort.

Tabel 11: Effecten bij tekort aan zuurstof

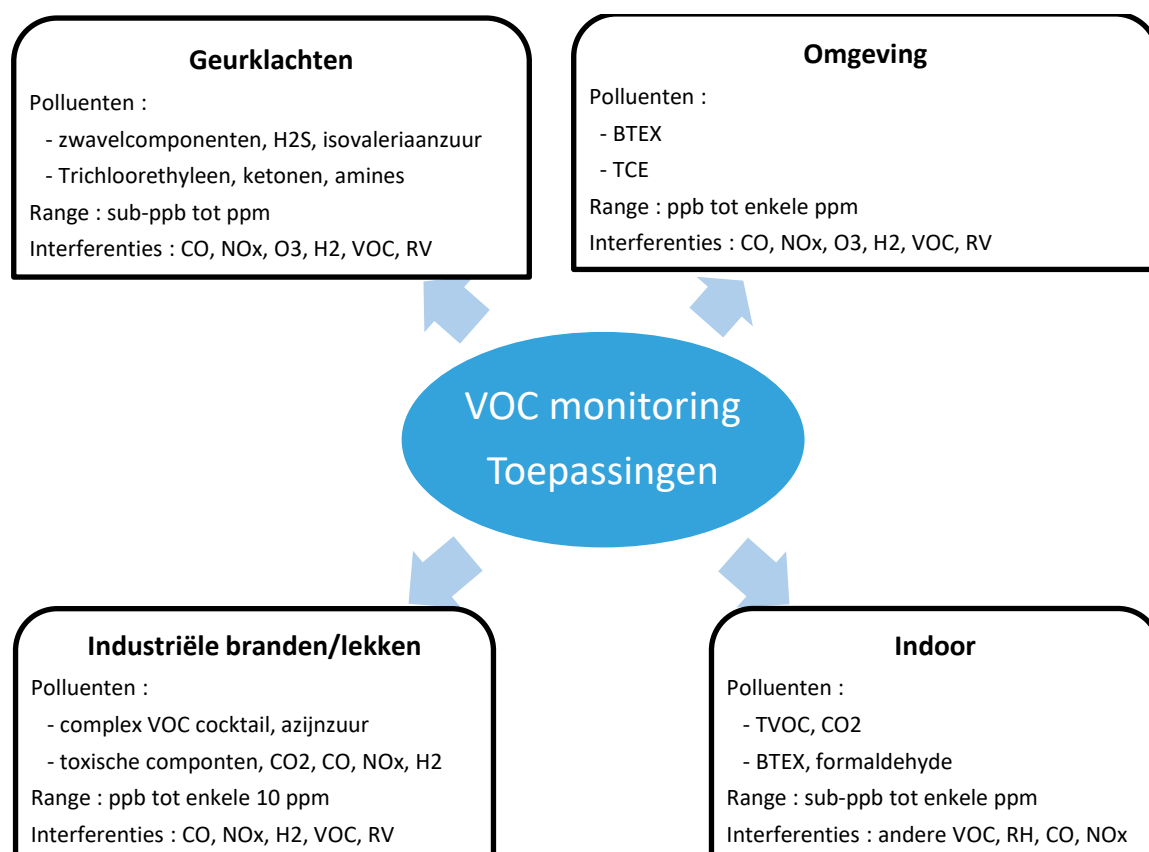
Effecten van zuurstof tekort bij de mens	
19,5 - 20,9 %	Nodig om normaal adem te halen
14,0 - 19,5 %	Potentieel gevaarlijk, verlaat de ruimte
12,0 - 14,0 %	Diepere ademhaling, verhoogde hartslag, slechte coördinatie
10,0 - 12,0 %	Snelle ondiepe ademhaling, duizelingen, blauwe lippen .
8,0 - 10,0 %	Misselijkheid, braken, bewusteloos, lijkwit gelaat
4,0 - 8,0 %	In coma binnen 1 minuut, stuip trekkingen, ademhaling stopt, dood volgt
0,0 - 4,0 %	Bewusteloos binnen 10 seconden, dood volgt

**4.13. GEDETAILLEERDE WERKPROCEDURES VOOR DE LB SCENARIO'S**

De dossiers die behandeld worden door de inspecteurs van LB zijn de laatste jaren voornamelijk gerelateerd aan geurklachten, welke niet enkel een direct gezondheidseffect hebben, maar wel een impact hebben op de algemene levenskwaliteit. Enkele typische componenten voor geurklachten zijn VOC's van mazoutdampen, valeriaanzuur (zoute geur), organo-zwavel componenten (thiolen of mercaptanen (H<sub>2</sub>S)), maar ook esters, terpentenen, amines, ketonen,...

Luchtmetingen worden uitgevoerd naar aanleiding van geurklachten, ter controle van beheersmaatregelen of tijdens en na sanering. Naast metingen in de binnenlucht is er de mogelijkheid van het meten van buitenlucht (achtergrond) en de bodemlucht (brontracering). De samenstelling van de buitenlucht rondom een gebouw wordt in dit rapport "omgevingslucht" genoemd. De gecombineerde bijdrage van binnen- en buitenbronnen tot binnenluchtconcentraties wordt in dit rapport "achtergrond" genoemd.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de situaties voor VOC monitoring, met de relevante polluenten, de concentratieranges en interferenties.



De dossiers inzake klachten en incidenten m.b.t. het leefmilieu, welke behandeld worden door afdeling Inspectie van Leefmilieu Brussel, kunnen ondergebracht worden in de volgende drie scenario's :

1. indoor of outdoor geurklachten (b.v. mazoutgeur, styreengeur) veroorzaakt door lekken van mazouttank (incl. bodemverontreiniging) of lekken in de riolering of door emissies van vluchtige organische solventen (VOS) of andere geurcomponenten, veelal gerelateerd aan activiteiten zoals droogkuis, spuitcabines en opslag van compost, afval en slib ;
2. diffuse emissies ten gevolge van industriële lekken (bv. mazout, ammoniak,...);
3. luchtpollutie veroorzaakt in geval van industriële branden

In hoofdstuk 2.1 is een overzicht gegeven van de beslissingsboom die kan gebruikt worden bij het selecteren van de apparatuur. De werkprocedures voor de drie scenario's met de te volgen meetstrategie wordt hieronder besproken.

### 4.13.1. SCENARIO 1 : INDOOR EN/OF OUTDOOR GEURKLACHTEN

#### 1. Geurklachten van stookoliedampen

Een merendeel van geurklachten indoor, hebben te maken met geurige koolwaterstofverbindingen die kunnen vrijkomen bij de opslag van stookolie en andere petroleumproducten, tijdens het laden van tankwagens en lekkende ondergrondse mazouttanks. Wanneer stookolie wordt geroken in een woning, is het aangewezen onmiddellijk de oorzaak hiervan op te sporen. Langdurige blootstelling aan een bepaalde geur kan er voor zorgen dat men deze niet meer opmerkt. De dampen van in de kelder of in de stookruimte gemorste stookolie kunnen zich over de ganse volume van de woning verspreiden. Het is daarom belangrijk dat de gemorste stookolie verwijderd wordt. Stookoliegeur en/of -vervuiling in een woning is niet noodzakelijk afkomstig van lekken in de woning, maar kan de woning binnendringen via bodemverontreiniging of via verontreinigd grondwater.

##### Stap 1: Aanleiding

De eerste stap die genomen dient te worden is om een goed beeld te verkrijgen van mogelijke aanleidingen voor het uitvoeren van luchtmetingen bij geurklachten van stookoliedampen. De aard van de verontreiniging, de ernst en omvang moeten in kaart worden gebracht.

Het insijpelen van organische dampen kan optreden wanneer dampen van een petroleumverontreiniging door de ondergrond migreren naar nabijgelegen gebouwen. Brandstoffen zoals benzine, diesel en kerosine bestaan voornamelijk uit koolwaterstoffen met enkele additieven. Onder bepaalde omstandigheden kan dampintrusie resulteren in concentraties van de binnenlucht die een risico of geurhinder vormen voor de bewoners. Het insijpelen kan in sommige gevallen een onmiddellijke bedreiging vormen voor de veiligheid (bijvoorbeeld brand- of explosiepotentieel van petroleumdampen of methaan) of mogelijke nadelige gezondheidseffecten door inademing van toxische chemicaliën (bijv. blootstelling aan benzeen uit benzine). Deze dampconcentraties nemen over het algemeen af met toenemende afstand tot de bron (tank of bodemverontreiniging) als gevolg van aërobe biologische afbraak en uiteindelijk zijn de concentraties op een zekere afstand verwaarloosbaar.

##### Stap 2: Beschrijving van de bron

Petroleumbrandstoffen bestaan uit honderden individuele verbindingen welke kunnen worden onderverdeeld in aromatische koolwaterstoffen (KWS) en alifatische KWS. De aromatische KWS worden gekenmerkt door de aanwezigheid van één of meer benzeenringen. Benzeen, toluen, ethylbenzeen en de drie isomeren van xyleen worden gezamenlijk aangeduid als BTEX. De alifaten zijn niet-aromatische KWS die bestaan uit rechte ketens, vertakte ketens of niet-aromatische ringen. Hoewel BTEX de meeste aandacht krijgen bij lekkende ondergrondse opslagtanks kunnen brandstof oxygenaten zoals methyl-tertiair-butylether (MTBE) en tertiair-butylalcohol (TBA) en de loodvangers ethyleendibromide (EDB) en 1,2-dichloorethaan (1,2-DCA), plus andere KWS (bijv. naftaleen) eveneens een risico voor de menselijke gezondheid vormen.

Stookolie voor de verwarming van gebouwen of huisbrandolie wordt internationaal geklasseerd onder "fuel oil nr. 2" wat gedistilleerde stookolie is. Alle stookolie bestaat uit een complex mengsel van alifatisch en aromatische koolwaterstoffen. Er werden tot nog toe 250 moleculen in oliemengsels geïdentificeerd (TPHCWG, 1999). De stookolie bevat 80-90% alifatische alkanen (paraffines) en cycloalkanen (naftenen) die verzadigd zijn met waterstof. Aromatische koolwaterstoffen (zoals benzeen) en alkenen (bijvoorbeeld styreen en indeen) maken respectievelijk 10-20% en 1% uit van de stookolie. De samenstelling van stookolie nr.2 is weergegeven in Tabel 12.

Sterk heterogene mengsels zoals stookolie kunnen opgedeeld worden in samenstellende fracties op basis van fysicochemische eigenschappen. Er bestaat een goede correlatie tussen de ketenlengte en de fysisch-chemische eigenschappen van de moleculen. Op basis van het aantal equivalente C-atomen kan een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen twee grote groepen met verschillende eigenschappen, vluchtigheid en mobiliteit :

- aromatische koolwaterstoffen bestaan uit een basis van één of meerdere benzeenringen. Deze zijn beter oplosbaar in water en dus mobieler en minder vluchtig dan de alifatische groep. Er wordt onderscheid gemaakt tussen
  - mono-aromaten met één aromatische benzeenring
  - poly-aromaten met twee of meerdere benzeenringen
- alifatische moleculen kunnen voorkomen in ketenvorm (enkelvoudig of vertakt) en in cyclische vorm. Deze groep is vluchtiger dan de aromatische groep. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen
  - verzadigde koolwaterstoffen met enkelvoudige koolstofbindingen waarvan alle overige bindingen verzadigd zijn met waterstofatomen. Voorbeelden zijn synthetische paraffines, alkanen en methanen.
  - Onverzadigde koolwaterstoffen hebben minstens twee koolstofatomen met een dubbele binding of een drievoudige binding. Alkenen of olefinen kunnen zowel in ketenvorm als cyclisch voorkomen. Alkynen komen enkel voor in ketenvorm.

Tabel 12: Samenstelling van stookolie nr. 2 (in volume %)

Type koolwaterstof	Volume %
Paraffines of alkanen (1- en iso-)	41,3
Monocycloparaffines	22,1
Bicycloparaffines	9,6
Tricycloparaffines	2,3
<b>Totaal verzadigde koolwaterstoffen</b>	<b>75,3</b>
Alkenen	Geen gegevens
Alkylbenzenen	5,9
Indans/tetralins	4,1
Dinafthenobenzenen/indenen	1,8
Nafthalenen	8,2
Bifenylen/acenaftenen	2,6
Fluorenen/acenaftylenen	1,4
Fenanthreenen	0,7
<b>Totaal aromatische koolwaterstoffen</b>	<b>24,7</b>

Uit: ATSDR, 1995

De belangrijkste VOC verbindingen welke geanalyseerd werden in benzine en diesel kunnen opgedeeld worden onder aromatische KWS en alkanen (Jo-Yu Chin and Stuart A. Batterman, VOC composition of current motor vehicle fuels and vapors, and collinearity analyses for receptor modeling, Chemosphere. 2012 Mar; 86(9): 951–958 ) met volgende verbindingen :

- Aromatische KWS : Benzene, Toluene, Ethylbenzene, p-Xylene, m-xylene, o-Xylene, Isopropylbenzene, n-Propylbenzene, p-Isopropyltoluene, 4-Ethyl toluene, 2-Ethyl toluene, 1,3,5-Trimethylbenzene, 1,2,4-Trimethylbenzene, 1,2,3-Trimethylbenzene, sec-Butylbenzene, n-Butylbenzene, Styrene, Naphthalene,
- Alkanen : n-Heptane, n-Octane, n-Nonane, n-Decane, n-Undecane, n-Dodecane, n-Tridecane, n-Tetradecane, n-Pentadecane, n-Hexadecane, Cyclohexane, Methyl cyclohexane

### Stap 3: Beschrijving lokale situatie en aanvullende informatie

Om te bepalen waar moet gemeten worden en hoe lang en hoe eventuele versturende invloeden worden vermeden, is het nodig om de situatie ter plekke helder te visualiseren. Additionele informatie wordt verkregen door het veldbezoek, de screeningsmeting en eventueel een bewonersenquête. De informatiebehoefte is o.a. gericht op het verkrijgen van inzicht in de bron (mazoutlek), de omstandigheden en andere interfererende bronnen die van invloed kunnen zijn op de concentraties VOC in de binnenlucht. De volgende aspecten zijn van belang:

1. Levensstijl en gedrag van de bewoners;
2. Aanwezige interne en externe bronnen: auto (garage), wassen en drogen, koken (keuken) en een eventueel aanwezige openhaard (woonkamer);
3. Ventilatie in de woning;
4. Weer, temperatuur en klimaat;
5. Bodemopbouw en grondwaterstand, inclusief variaties daarin;
6. Verontreinigingssituatie;
7. Eventueel afwijkende infrastructuur (gebouw, omgeving).

Voor adequate metingen is het wenselijk een overzicht te maken van de wijze van verspreiding van stoffen vanuit de verontreiniging of andere bronnen naar de ruimten waar de bewoners worden blootgesteld (waar de geur wordt waargenomen) en waar dus gemeten wordt.

Indien de geurhinder het sterkste is in lokalen met verbinding met de riool (bv. sterfput in veranda, WC, badkamer, ...zelfs op hogere verdieping) kan dit duiden op een diffusie afkomstig van de rioleringen. Een andere teken is het aantal klachten in de straat/buurt. Indien de geurhinder het sterkste is in ondergrondse lokalen (kelder) en beperkt tot enkel naastliggende gebouwen, is dit meer een teken van convectie via de bodem.

Dampmigratie kan worden veroorzaakt door 2 processen nl. diffusie en convectie transport. Diffusie is het proces waarbij de dampen uit een brongebied (hogere concentratie) omwille van willekeurige moleculaire bewegingen, getransporteerd worden naar een gebied met lagere concentratie. Diffusie kan ook leiden tot chemische migratie naar gebouwen direct via een kruipruimte of via openingen in de bouwplaat of fundering (nutsleidingen, putten en liftputten..). Ook beton heeft een aanzienlijke permeabiliteit voor gasdiffusie. Convectie verwijst naar het aanzuigen van bodemgas door scheuren in de fundering als gevolg van drukgradiënten. Verwarmings- en koelsystemen kunnen differentiële drukken in het gebouw veroorzaken. Wanneer de druk in het gebouw lager is dan de druk in de ondergrond, worden er dampen in het gebouw aangezogen. Omgekeerd, wanneer de druk in het gebouw groter is dan de druk in de ondergrond, kan lucht vanuit het gebouw in de ondergrond worden geblazen en enige mate van zuurstofopname in de ondergrond veroorzaken. Wind of veranderingen in de barometerdruk kunnen ook het convectieve transport van zuurstof naar de ondergrond onder het gebouw stimuleren.

Bij gesloten ruimtes kan de aanwezigheid van ontvlambare dampen of methaan een brand- of explosiegevaar veroorzaken. In sommige situaties kan het nodig zijn om de bewoners te evacueren totdat de dreiging voor brand of ontploffing is geweken. Omdat methaan geurloos en kleurloos is, zijn bewakingsapparatuur vereist als methaan wordt vermoed (zie paragraaf 4.12).

### Stap 4: het meetplan

De metingen moeten zich zoveel mogelijk richten op de belangrijkste (kritische) blootstellingsroutes. In geval van een bodemverontreiniging met vluchtige stoffen zijn dit meestal metingen in de (binnen)lucht. Voorafgaand aan de uitvoering van de binnenlucht-metingen moet geïnventariseerd zijn welke de mogelijke VOC voorkomen in de verontreinigde bodem en in andere (potentiële)

bronnen in de woning en in de omgeving (verkeer, industrie). Bij uitvoering van het meetplan worden de volgende vragen beantwoord:

1. Worden bewoners blootgesteld aan een concentratie boven een chronische grenswaarde?
2. Worden de verhoogde concentraties aan stoffen in de woning veroorzaakt door een aanwezige bodemverontreiniging?
3. Spelen andere bronnen (binnen en buiten) een rol bij verhoogde concentraties stoffen in de woning?

In veel gebouwen kan de binnenlucht detecteerbare niveaus van een aantal organische verbindingen bevatten, ongeacht of er zich onder het gebouw een ondergrondse tank bevindt, omdat de binnenlucht kan worden beïnvloed door verschillende binnen- en buitenbronnen. Om de relatieve bijdrage van verontreinigende stoffen van ondergrondse tanks versus achtergrondbronnen te kunnen differentiëren en kwantificeren, moeten binnenluchtmonsters worden verzameld eventueel in combinatie met buitenmetingen en/of bodemgasmonsters.

In onderstaande tabel zijn veel voorkomende VOC in huishoudelijke producten en hobby opgelijst.

Tabel 13: Veel voorkomende VOC componenten in woningen

Type	Chemische stof	Komt voor in	Gebruik
Niet aromatisch, niet gechloreerd	Formaldehyde Alkanen, alkenen, alkynen  Aceton Methanol, ethanol Dimethylether Pineen Ethylacetaat	Lijm, hars, isolatieschuim Thinner, white spirit, verf, boenwas, terpentine 'Dissolvent' Brandspiritus Spuitsbussen Terpentijn, parfums	Spaanplaat, vloerbedekking, isolatiemateriaal, ontvlekker, oplosmiddel, beschermingsmiddel, Oplosmiddel, verwijderd nagellak Reinigingsmiddel, brandstof Drijfgas Olieverf Geurstof
Aromatisch, niet gechloreerd	Benzeen Tolueen Xyleen	Brandstoffen Inkt, thinner Verf, inkt	Oplosmiddel
Niet aromatisch, gechloreerd	Tetrachlooretheen (tetra) Trichloorethaan (chloroform) Trichloorethyleen Dichloormethaan	PUR	Droogkuis, ontvlekker  Ontvetter Verfabijtmiddel
Aromatisch, gechloreerd	Monochloorbenzeen Paradichloorbenzeen	Mottenballen	Verjaagt insecten

Over metingen in binnenhuislucht bij stookoliegeurwaarneming zijn in de literatuur weinig gegevens gevonden. Wel werd in New York de binnenhuis luchtkwaliteit bepaald in woningen die verwarmden met stookolie en metingen uitgevoerd naar het voorkomen van vluchtige organische componenten (VOC's) (NYSDOH, 2005). Het doel van de studie was een karakterisatie van de binnenhuisomgeving

van met stookolie verwarmde woningen als evaluatie van post clean-up condities van woningen met stookolielekken. Meer dan 600 stalen uit 104 woningen (kelder, woonkamer en buitenshuis), verspreid over winter en zomer, werden geanalyseerd op aanwezigheid van 69 componenten. Van deze 69 componenten kwamen er 19 voor in 80% van de indoor stalen, nl. 1,2,4-trimethylbenzeen, aceton, alfa-pineen, benzeen, d-limoneen, ethyl alcohol, ethylbenzeen, isopreen, m,p-xyleen, methylethylketon, n-decaan, n-dodecaan, n-heptaan, n-hexaan, n-nonaan, n-undecaan, o-xyleen, toluen en trichlorofluoromethaan. Benzeen, ethylbenzeen, toluen en xyleen worden samen ook wel BTEX genoemd. De mediaanconcentratie voor benzeen bedroeg 2,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Tabel 14: Indoor en outdoor gehalten aan componenten in met stookolie verwarmde woningen in New York, 1997-2003, uitgedrukt in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Chemical	N	ND(%)	Indoor					Upper F	N	ND(%)	Outdoor					Upper F
			25 <sup>th</sup> Pctl	50 <sup>th</sup> Pctl	75 <sup>th</sup> Pctl	90 <sup>th</sup> Pctl	Upper F				25 <sup>th</sup> Pctl	50 <sup>th</sup> Pctl	75 <sup>th</sup> Pctl	90 <sup>th</sup> Pctl	Upper F	
1,1,1-TRICHLOROETHANE	400	41.5%	<0.25	0.33	1.1	3.1	2.5	200	62.5%	<0.25	<0.25	0.33	0.60	0.64		
1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	400	96.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38	200	99.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.36		
1,1,2-TRICHLOROETHANE	400	96.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38	200	99.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.34		
1,1,2-TRICHLOROTRIFLUOROETHANE	400	44.5%	<0.25	0.54	1.1	1.8	2.5	200	48.5%	<0.25	0.46	1.1	1.9	2.5		
1,1-DICHLOROETHANE	400	99.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38	200	100.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.36		
1,1-DICHLOROETHENE	400	93.3%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40	200	99.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40		
1,2,3-TRIMETHYLBENZENE	400	41.0%	<0.25	0.39	1.1	2.7	2.5	200	82.5%	<0.25	<0.25	<0.25	0.39	0.46		
1,2,4-TRICHLOROBENZENE	400	79.8%	<0.25	<0.25	<0.25	3.4	0.47	200	84.0%	<0.25	<0.25	<0.25	2.3	0.44		
1,2,4-TRIMETHYLBENZENE	400	12.3%	0.69	1.9	4.3	9.5	9.8	200	54.5%	<0.25	<0.25	0.81	1.8	1.9		
1,2-DIBROMOETHANE	400	99.3%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38	200	99.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.37		
1,2-DICHLOROBENZENE	400	78.8%	<0.25	<0.25	<0.25	0.72	0.48	200	83.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.60	0.42		
1,2-DICHLOROETHANE	400	98.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.37	200	99.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.42		
1,2-DICHLOROPROPANE	400	97.8%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.39	200	97.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40		
1,2-DICHLOROTETRAFLUOROETHANE	400	87.3%	<0.25	<0.25	<0.25	0.52	0.42	200	84.5%	<0.25	<0.25	<0.25	0.56	0.48		
1,3,5-TRIMETHYLBENZENE	400	25.0%	0.27	0.64	1.7	3.6	3.9	200	71.5%	<0.25	<0.25	0.34	0.69	0.71		
1,3-DICHLOROBENZENE	400	79.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.60	0.46	200	85.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.48	0.42		
1,4-DICHLOROBENZENE	400	66.5%	<0.25	<0.25	0.54	1.3	1.2	200	82.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.54	0.46		
2,3-DIMETHYLPENTANE	400	32.3%	<0.25	0.65	2.2	7.5	5.2	200	73.5%	<0.25	<0.25	0.31	0.96	0.66		
2,4-DIMETHYLPENTANE	400	35.8%	<0.25	0.57	2.0	7.7	4.7	200	69.5%	<0.25	<0.25	0.37	0.84	0.78		
ACETONE	227	5.3%	10	21	52	110	115	114	6.1%	3.4	6.4	14	44	30		
ALPHA-PINENE	400	19.8%	0.33	1.5	4.4	14	10	200	61.0%	<0.25	<0.25	0.53	2.0	1.2		
BENZENE	400	7.0%	1.1	2.1	5.9	15	13	200	9.0%	0.57	1.3	2.3	4.3	4.8		
BROMOMETHANE	400	77.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.60	0.48	200	81.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.47	0.45		
CARBON TETRACHLORIDE	400	50.3%	<0.25	<0.25	0.59	0.81	1.3	200	54.0%	<0.25	<0.25	0.6	0.81	1.2		
CHLOROBENZENE	400	99.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.41	200	100.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38		
CHLOROETHANE	400	90.3%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.39	200	94.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40		
CHLOROFORM	400	53.0%	<0.25	<0.25	0.54	1.4	1.2	200	84.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.39	0.48		
CHLOROMETHANE	400	46.0%	<0.25	0.50	1.8	3.3	4.2	200	48.0%	<0.25	0.51	1.8	3.2	4.3		
CIS-1,2-DICHLOROETHENE	400	91.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.41	200	96.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38		
CIS-1,3-DICHLOROPROPENE	400	97.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38	200	97.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40		
CYCLOHEPTANE	400	39.8%	<0.25	0.52	1.3	3.1	2.9	200	74.0%	<0.25	<0.25	0.28	0.68	0.56		
CYCLOHEXANE	400	31.3%	<0.25	0.81	2.6	8.1	6.3	200	68.5%	<0.25	<0.25	0.43	1.3	0.94		
DICHLORODIFLUOROMETHANE	400	53.8%	<0.25	<0.25	4.1	15	10	200	54.0%	<0.25	<0.25	4.2	7.5	10		
d-LIMONENE	400	19.3%	0.50	2.8	8.4	24	20	199	77.9%	<0.25	<0.25	<0.25	0.83	0.48		
ETHYL ALCOHOL	227	1.3%	27	160	540	1400	1300	114	0.9%	3.3	6.9	16	31	34		
ETHYLBENZENE	400	14.5%	0.41	1.0	2.8	7.4	6.4	200	53.5%	<0.25	<0.25	0.48	1.1	1.0		
ETHYLCYCLOHEXANE	400	37.3%	<0.25	0.44	1.2	2.6	2.8	200	82.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.46	0.45		
ETHYLMETHACRYLATE	227	94.7%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.39	114	100.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38		
HEXACHLORO-1,3-BUTADIENE	400	76.0%	<0.25	<0.25	<0.25	4.6	0.49	200	81.0%	<0.25	<0.25	<0.25	2.3	0.46		
ISO-OCTANE	400	32.5%	<0.25	0.56	2.1	6.5	5.0	200	69.5%	<0.25	<0.25	0.33	0.87	0.67		
ISOPRENE	400	11.0%	0.81	2.0	4.3	8.8	9.5	200	55.5%	<0.25	<0.25	0.86	2.8	2.0		
ISOPROPYLBENZENE	400	64.8%	<0.25	<0.25	0.39	0.88	0.82	200	91.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.38		
M,P-XYLENE	400	13.5%	0.50	1.5	4.6	12	11	200	55.0%	<0.25	<0.25	0.48	1.4	1.0		
METHYL ETHYL KETONE	227	8.8%	1.4	3.4	7.3	16	16	114	7.0%	0.76	1.3	2.6	6.3	5.3		
METHYL ISOBUTYL KETONE	227	44.9%	<0.25	0.33	0.86	2.2	1.9	114	75.4%	<0.25	<0.25	<0.25	0.94	0.50		
METHYLCYCLOHEXANE	400	28.0%	<0.25	0.68	1.9	6.4	4.5	200	70.5%	<0.25	<0.25	0.34	0.78	0.70		
METHYLENE CHLORIDE	400	22.3%	0.31	1.4	6.6	22	16	200	50.5%	<0.25	<0.25	0.73	1.6	1.6		
METHYLMETHACRYLATE	227	86.8%	<0.25	<0.25	<0.25	0.45	0.43	114	96.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.41		
METHYL-tert-BUTYL ETHER	227	30.4%	<0.25	0.79	5.6	27	14	114	46.5%	<0.25	0.27	0.86	2.1	1.9		
n-BUTYLBENZENE	400	55.5%	<0.25	<0.25	0.49	1.2	1.1	200	87.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.33	0.41		
n-DECANE	400	10.0%	1.2	2.7	6.6	16	15	200	32.5%	<0.25	0.84	2.0	2.6	4.7		
n-DODECANE	400	18.3%	0.42	1.5	3.9	11	9.2	200	47.0%	<0.25	0.45	1.9	4.5	4.5		
n-HEPTANE	400	4.8%	1.0	2.8	7.6	19	18	200	28.5%	<0.25	0.49	1.0	2.6	2.2		
n-HEXANE	400	12.5%	0.63	1.6	6.0	18	14	200	39.5%	<0.25	0.42	0.88	1.6	2.0		
n-NONANE	400	16.3%	0.37	1.3	3.4	8.8	7.9	200	65.5%	<0.25	<0.25	0.37	0.78	0.74		
n-OCTANE	400	21.0%	0.33	0.89	2.3	4.2	5.2	200	56.0%	<0.25	<0.25	0.65	1.2	1.5		
n-PROPYLBENZENE	400	51.5%	<0.25	<0.25	0.69	1.7	1.5	200	92.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.39		
n-UNDECANE	400	14.8%	0.57	1.8	5.0	12	12	200	52.5%	<0.25	<0.25	0.67	1.7	1.5		
O-XYLENE	400	17.8%	0.39	1.1	3.1	7.6	7.1	200	60.0%	<0.25	<0.25	0.56	1.7	1.2		
sec-BUTYLBENZENE	400	56.3%	<0.25	<0.25	0.55	1.2	1.2	200	80.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.44	0.46		
STYRENE	400	43.8%	<0.25	0.30	0.64	1.3	1.4	200	79.0%	<0.25	<0.25	<0.25	0.43	0.45		
tert-BUTYLBENZENE	400	57.0%	<0.25	<0.25	0.60	1.6	1.3	200	88.5%	<0.25	<0.25	<0.25	0.27	0.44		
TETRACHLOROETHENE	400	46.8%	<0.25	0.34	1.1	2.9	2.5	200	71.5%	<0.25	<0.25	0.34	0.81	0.68		
TETRAHYDROFURAN	227	72.2%	<0.25	<0.25	0.35	3.3	0.78	114	94.7%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40		
TOLUENE	400	6.3%	3.5	9.6	24.8	58	57	200	6.0%	0.60	1.3	2.4	5.9	5.1		
TRANS-1,3-DICHLOROPROPENE	400	100.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.40	200	100.0%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.41		
TRICHLOROETHENE	400	80.8%	<0.25	<0.25	<0.25	0.48	0.46	200	88.5%	<0.25	<0.25	<0.25	0.32	0.43		
TRICHLOROFLUOROMETHANE	400	10.5%	1.1	2.9	5.4	17	12	200	35.0%	<0.25	0.78	2.2	3.6	5.1		
VINYL CHLORIDE	400	96.8%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.37	200	98.5%	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.39		

N: Total Number of Samples

ND(%): % of nondetects

Upper F: Upper Fence, see accompanying text for this calculation

Het verdampingspunt van de verschillende soorten stookolie is afhankelijk van de temperatuur en van de samenstelling van de stookolie. Er wordt aangenomen dat mensen stookoliegeur kunnen

waarnemen vanaf 0.1 ppm in de lucht (Wisconsin Department of Health and Family Services, 2000). Voor de BTEX-componenten worden geurdrempels gerapporteerd (zie BIG). Voor toluen is er grote variatie in geurgrenswaarden, maar de WHO (2000) beschouwt een gemiddelde geurgrenswaarde van 11 ppm. In bovenstaande tabel werd de New Yorkse studie vermeld waarin binnenhuislucht van met stookolie verwarmde huizen werd geanalyseerd op aanwezigheid van 69 stoffen. Van de 19 componenten die in 80% van de stalen voorkwamen, werden de geurdrempels opgezocht.

Tabel 15: Geurdrempels (Devos et al., 1990) voor de 19 componenten die in 80% van de stalen uit de New-York studie voorkwamen.

	geurdrempel	
	mg/m <sup>3</sup>	ppm
1,2,4-trimethylbenzeen	0,78	0,15
aceton	34,67	14,45
alfa-pineen	3,89	0,69
benzeen	12,02	3,63
d-limoneen	2,45	0,44
ethyl alcohol	54,95	28,84
ethylbenzeen	0,0129	0,0029
isopreen		
m,p-xyleen	1,41	0,32
m,p-xyleen	2,14	0,49
methylethylketon	23,44	7,76
n-decaan	4,37	0,74
n-dodecaan	14,45	2,04
n-heptaan	40,74	9,77
n-hexaan	79,43	21,88
n-nonaan	6,76	1,26
n-undecaan	7,76	1,17
o-xyleen	3,80	0,85
tolueen	5,89	1,55
trichlorofluoromethaan		

#### Stap 5: Keuze meettechniek en aantal monsters

Ingeval het een geurhinder betreft in de binnenomgeving kan bij de screeningsmonitoring gebruik worden gemaakt van de PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM.

Voor monitoring van de binnenlucht zal men in de meeste gevallen zich richten op de risico's van chronische blootstelling. Dat betekent dat men tijdsgemiddelde metingen zal uitvoeren. Voor veel vluchtige organische contaminanten (VOC) is het gebruik van passieve samplers een goede keuze. Ingeval men hogere concentraties verwacht in de binnenlucht kan het gebruik van canister worden aanbevolen. Voor een standaard meting wordt aanbevolen om op 3 plaatsen (voornaamste woonkamer, kelder en buitenmeting) een Radiello te plaatsen. De standaard meetperiode voor Radiello's in binnenmetingen is 1 week (7 dagen). Indien er hoge concentraties zijn de verwachten kan hierop worden afgeweken en een kortere bemonsteringsperiode van enkele dagen worden toegepast.

Ingeval de geurhinder zich enkel voordoet in de buitenomgeving kan, indien de bron/polluent gekend is, een monitoringprogramma worden voorzien waarbij op meerdere meetlocaties passieve samplers (Radiello's) (of canisters, indien beschikbaar) worden geplaatst. Hierbij kan op minstens 1 locatie windopwaarts (van de bron) en 2 of meerdere locaties windafwaarts (van de bron en op locaties waar

de geuroverlast wordt waargenomen) Radiello's worden bemonsterd gedurende meerdere dagen. Voor buitenmetingen kan (ingeval geen hoge concentraties worden verwacht) een meetperiode voor de Radiello's van 14 dagen worden gehanteerd. Ingeval de bron voldoende gekend is en de activiteit van de bron niet erg afhankelijk is van de meteo-omstandigheden (windrichting en windsnelheid), kan een meetcampagne van 1 maand (2 perioden van 14 dagen) volstaan. Ingeval de bron ongekend is en emissies gevoelig zijn aan veranderende meteo-omstandigheden, wordt aanbevolen om een voldoende lange periode van minstens 3 maanden. De representativiteit van de meetcampagne moet worden beoordeeld aan de hand van de heersende meteo-omstandigheden (windrichting, windsnelheid en neerlag).

Ingeval de bron niet gekend is bij een situatie van geuroverlast in de buitenomgeving, kan het monitoringsonderzoek worden voorafgegaan door een screeningscampagne waarbij de geurpluim wordt getraceerd m.b.v. PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM.

Bij een bemonstering met Radiello's wordt telkens in duplo bemonsterd (eventueel triplo's bij overbemonsteringstrategie) en wordt per meetsessie minstens 1 veldblanco voorzien.

#### Stap 6: Keuze van de analyse-componenten

Wanneer in het geval van een stookolielek analyses worden uitgevoerd, worden de luchtmonsters meestal onderzocht op aanwezigheid van BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen) en polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's). De bemonsterde Radiello's of canisters worden in geanalyseerd in het lab voor de volgende componenten:

- Aromatisch : Benzeen, Toluene, Ethylbenzeen, Xylenen, PAK's
- Alifatisch : n-hexaan, n-nonaan
- TVOC

#### Stap 7: data-analyse, interpretatie, conclusie en beslissing

- Validatie resultaten
- Vergelijking met typische achtergrondluchtconcentraties
- Evaluatie kritieke blootstelling.

### Specifiek case “Styreen Werf”

Styreen wordt gebruikt bij tal van industriële processen (productie van plastics, rubber en polyesterharsen, polyesterlakken en -plamuren (auto en boot –reparaties)). Stankhinder omwille van vrijstelling van styreen komt regelmatig voor bij een werf van rioolrenovatie waarbij een kousmethode met styreenhoudende harsen wordt toegepast. Styreen heeft volgende eigenschappen :

- (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>) ethenylbenzeen, vinylbenzeen of fenyletheen
- kleurloze vloeistof, onaangename reuk
- Geurdrempel 70-150 µg/m<sup>3</sup> (16-35 ppb), typische zoetige geur van polyester, mazoutgeur
- MAC-waarde : 20 ppm.
- Vlampunt : 32°C (snel potentieel explosiegevaarlijk), Zelfontbranding : 490°C
- IP : 8,43 eV (alle PID lampen)
- LEL 0,9 %vol UEL 6,8 %
- Toetsinswaarden, MAC en TCL niet van toepassing, enkel kortdurende blootstelling

Bij een case van “styreen blootstelling” wordt volgende meetstrategie aanbevolen :

#### Screening (besmette ruimten+ bevestiging styrene)

- Dräger X-AM : LEL, O<sub>2</sub>, (Styreen LEL 0,9 %vol)
- PID (IP : 8,43 eV, alle PID lampen) screening leefruimtes, kelder, rioolputten, straat + bevestiging Dräger Accuro (Styrene 10/b (67 33 141) en Styrene 50/a(CH 27 601))
- Op ademhoogte

#### Monitoring (opvolging + in kaart brengen # woningen + dode ruimten rioleringstelsel)

- PID (eventueel gekalibreerd voor styrene)/Canister op meerdere woningen (tot 300 m van de bron) ifv rioleringstelsel
- Passieve sampler (Radiello's) (1 week) opvolging na de werken bij (oudere) woningen met klachten

## 2. Geurklachten van droogkuis, spuitcabines en industriële opslag

Geuroverlast kan ook veelvuldig voorkomen in de omgeving van drukkerijen, verf spuitcabines, lijmaanbrenging en in de kunststofverwerkende en coating aanbrengende industrie. De uitstoot van deze oplosmiddelen zijn hoofdzakelijk vluchtige koolwaterstoffen zoals benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen (BTEX).

### Stap 1: Aanleiding

Droogkuisinstallaties gebruiken een oplosmiddel (meestal Tetra) in plaats van water om textiel te reinigen. Tetrachloorethyleen is een vluchtige gechloreerde organische verbinding die vooral gebruikt wordt als reinigingsmiddel in droogkuisinstallaties, maar ook als ontvlekker, verf verwijderaar en ontvetter van metalen. Tetra wordt hierbij steeds herbruikt, maar een deel verdampt tijdens het proces. Vooral bij oudere droogkuisinstallaties waarbij de recuperatie van gebruikte tetrachloorethyleen niet optimaal is, kunnen veel dampen vrijkomen. In dergelijke gevallen kunnen soms schadelijke concentraties tetra in de omgeving aangetroffen worden.

Daarnaast kan in de omgeving van landbouwbedrijven, de aanwezigheid van zwavelcomponenten, zoals waterstofsulfide of H<sub>2</sub>S (een stof met een erg lage geurdrempel), maar ook isovaleriaanzuur, ketonen en amines, aanleiding kunnen geven tot geurklachten.

### Stap 2: Beschrijving van de bron

Veel voorkomende VOC in oplosmiddelen in de chemische industrie zijn :

Aniline , Azijnzuur, Aceton, Acetonitril, Benzeen, Broombenzeen, Butanol, Butanon, Chloroform, Cyclohexaan, Cyclopentaan, Dichloormethaan, Di-ethylether, Dimethylformamide, Dimethylsulfoxide, Dioxaan, Ethanol, Ethylacetaat, Ethyleenbromide, Ethyleendiamine, Isopropanol, Koolstofdifluoride, Koolstoftetrachloride, Methanol, Methylisobutylketon, Mierenzuur, Nitrobenzeen, Pentaan, Propanol, Tetrahydrofuraan, Toluene, Xyleen

### Stap 3: Beschrijving lokale situatie en aanvullende informatie

Om te bepalen waar moet gemeten worden en hoe lang en hoe eventuele versturende invloeden worden vermeden, is het nodig om de situatie ter plekke helder te visualiseren. Additionele informatie wordt verkregen door het veldbezoek, de screeningsmeting en eventueel een bewonersenquête. De informatiebehoefte is o.a. gericht op het verkrijgen van inzicht in de bron (droogkuis, spuitcabine, industriële opslag), de omstandigheden en andere interfererende bronnen die van invloed kunnen zijn op de concentraties VOC in de binnenlucht. De volgende aspecten zijn van belang:

1. Levensstijl en gedrag van de bewoners;
2. Aanwezige interne en externe bronnen: auto (garage), wassen en drogen, koken (keuken) en een eventueel aanwezige openhaard (woonkamer);
3. Ventilatie in de woning;
4. Weer, temperatuur en klimaat;
5. Afstand tot de potentiële bron;
6. Eventuele obstakels (grote gebouwen, infrastructuur,..) die de verspreiding/blootstelling van de pollutant kunnen beïnvloeden;

Voor adequate metingen is het wenselijk een overzicht te maken van de wijze van verspreiding van stoffen vanuit de verontreiniging of andere bronnen naar de ruimten waar de bewoners worden blootgesteld (waar de geur wordt waargenomen) en waar dus gemeten wordt.

### Stap 4 : het meetplan

De metingen moeten zich zoveel mogelijk richten op de belangrijkste (kritische) blootstellingsroutes. In geval van een diffuse emissies met vluchtige stoffen afkomstig van een industriële opslag, droogkuis of spuitcabine zijn dit zowel metingen in de binnenlucht als in de buitenlucht. Voorafgaand aan de

uitvoering van de metingen moet geïnventariseerd zijn welke de mogelijke VOC voorkomen in de diffuse emissies en of er andere (potentiële) bronnen in de woning en in de omgeving (verkeer, industrie) zijn. Bij uitvoering van het meetplan worden de volgende vragen beantwoord:

1. Worden bewoners blootgesteld aan een concentratie boven een chronische grenswaarde?
2. Worden de verhoogde concentraties aan stoffen in de woning veroorzaakt door een aanwijsbare bron zoals een industriële opslag, droogkuis, spuitcabine of andere industriële activiteit?
3. Spelen andere bronnen (binnen en buiten) een rol bij verhoogde concentraties stoffen in de woning?

In veel gebouwen kan de binnenlucht detecteerbare niveaus van een aantal organische verbindingen bevatten, welke niet kunnen toegewezen worden aan de verdachte bron, omdat de binnenlucht kan worden beïnvloed door verschillende binnen- en andere buitenbronnen. Om de relatieve bijdrage van verontreinigende stoffen van de verdachte bron versus achtergrondbronnen te kunnen differentiëren en kwantificeren, moeten binnenluchtmonsters worden verzameld eventueel in combinatie met buitenmetingen.

In bovenstaande tabel 11 zijn veel voorkomende VOC in huishoudelijke producten en hobby opgelijst.

Bij geurhinder van een diffuse emissies met vluchtige stoffen afkomstig van een industriële opslag, droogkuis, spuitcabine of industriële activiteit is de potentiële blootstelling meestal van korte termijn. Hierdoor is het aangewezen om korte duur bemonstering uit te voeren. Hierbij wordt aanbevolen om een “worst-case” benadering te hanteren en tijdens de (korte duur) bemonstering, een minimale ventilatie van het gebouw toe te laten (gesloten deuren en vensters). Dit moet niet in het extreme worden gehanteerd en mag situaties geven met risico's voor een te hoge blootstelling voor de bewoners. De aanbevolen bemonsteringsduur bij korte duur metingen voor particuliere woningen en gebouwen is weergegeven in volgende tabel.

Tabel 16: Korte duur bemonstering woning

Factor	Aanbevolen locatie		
	keuken	Slaapkamer	Woonkamer
Temperatuur		√	√
Rel. vochtigheid		√	√
TVOS (30 min)			√
Individuele VOS(30 min)			√
Formaldehyde (30 min)*			√
NO2 (30 min)	√		
CO (30 min)	√		

Voor binnenlucht metingen worden de samplers meestal tussen 1 en 1,5 m hoogte en minstens 1 m van de wand geplaatst en niet op een plaats met ventilatie (open deur of venster). Voor buitenmetingen worden de samplers minstens 1 m en bij voorkeur 5 m, van een gebouw geplaatst om contaminatie te vermijden van lucht afkomstig van het gebouw.

#### Stap 5: Keuze meettechniek en aantal monsters

Bij geurhinder van een diffuse emissies met vluchtige stoffen afkomstig van een industriële opslag, droogkuis, spuitcabine of industriële activiteit, zal bij de korte duur meting in eerste instantie gebruik worden gemaakt van de PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM. Op basis hiervan kan in het merendeel van de gevallen een indicatie worden verkregen van het type VOC en of de blootstelling zich voordoet op momenten van hoge piekconcentraties.

Voor monitoring van de binnenlucht zal men in de meeste gevallen zich richten op de risico's van korte duur blootstelling. Dat betekent dat men meestal korte duur metingen zal uitvoeren. Voor veel vluchtige organische contaminanten (VOC) is het gebruik van PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM een goede keuze. Ingeval men hogere concentraties verwacht in de binnenlucht kan het gebruik van canister worden aanbevolen. Voor een standaard meting volstaat het om op minimum 3 plaatsen (de voornaamste leefkamers (slaapkamer en woonkamer) en een buitenmeting) een korte duur bemonstering van 30 min tot een 1 uur (PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM en/of canister) uit te voeren. Ingeval canisters worden gebruikt, wordt een bemonsteringsperiode van minstens 30 min aanbevolen.

Ingeval de geurhinder zich enkel voordoet in de buitenomgeving kan, indien de bron/polluent gekend is, een monitoringprogramma worden voorzien waarbij op meerdere meetlocaties een bemonstering (Radiello's) (of canisters, indien beschikbaar) worden geplaatst. Hierbij kan op minstens 1 locatie windopwaarts (van de bron) en 2 of meerdere locaties windafwaarts (van de bron en op locaties waar de geuroverlast wordt waargenomen), Radiello's worden bemonsterd gedurende meerdere dagen. Voor buitenmetingen kan (ingeval geen hoge concentraties worden verwacht) een meetperiode voor de Radiello's van 14 dagen worden gehanteerd. Ingeval de bron voldoende gekend is en de activiteit van de bron niet erg afhankelijk is van de meteo-omstandigheden (windrichting en windsnelheid), kan een meetcampagne van 1 maand volstaan. Ingeval de bron ongekend is en emissies gevoelig zijn aan veranderende meteo-omstandigheden, wordt aanbevolen om een voldoende lange periode van minstens 3 maanden (indien een schatting van een jaargemiddelde concentratie nodig is). De representativiteit van de meetcampagne moet worden beoordeeld aan de hand van de heersende meteo-omstandigheden (windrichting, windsnelheid en neerlag).

Ingeval de bron niet gekend is bij een situatie van geuroverlast in de buitenomgeving, kan het monitoringsonderzoek worden voorafgegaan door een screeningscampagne waarbij de geurpluim wordt getraceerd m.b.v. PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM.

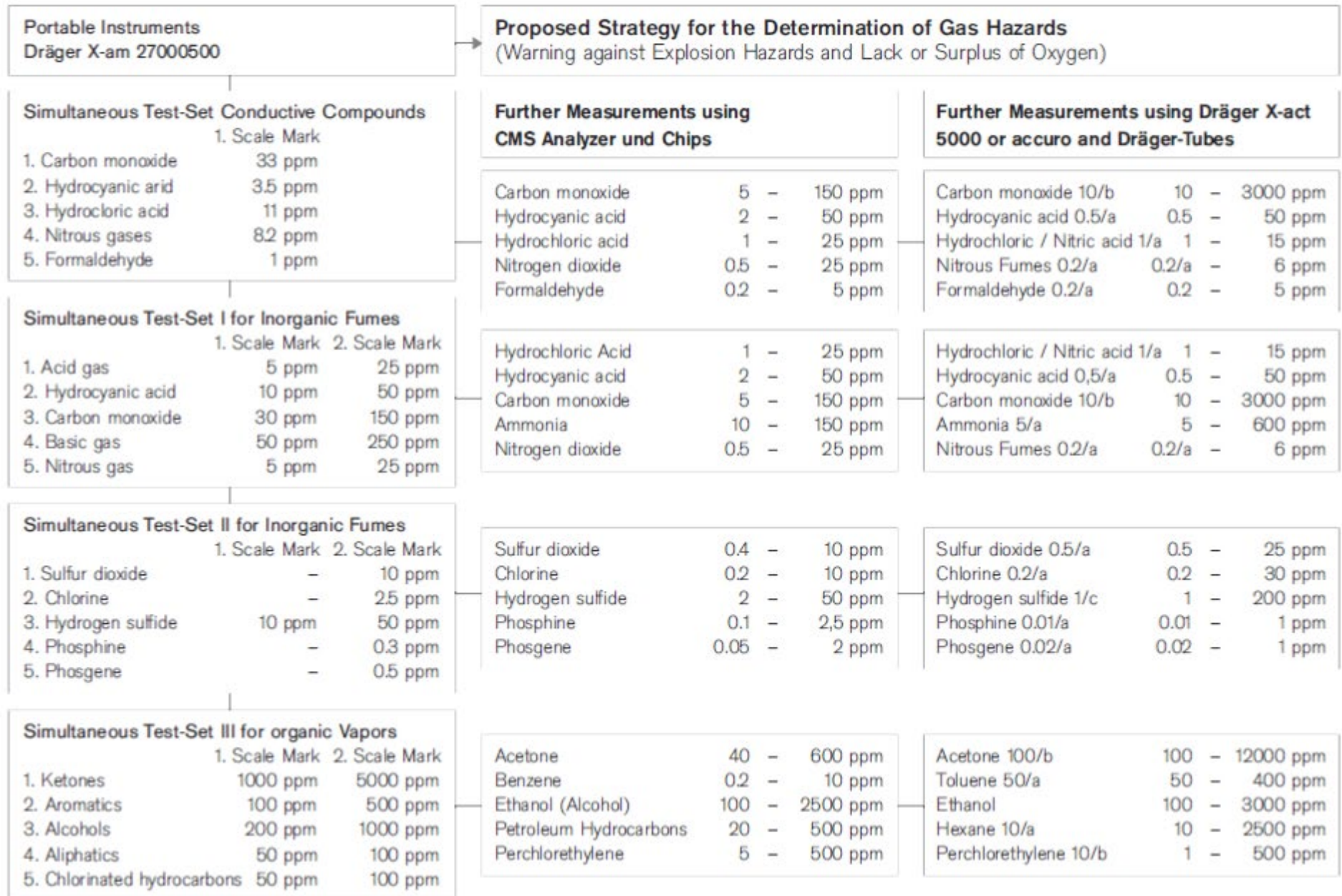
#### Stap 6: Keuze van de analyse-componenten

Bij een situatie met geurhinder van een diffuse emissies met vluchtige stoffen afkomstig van een industriële opslag, droogkuis, spuitcabine of industriële activiteit wordt vaak PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM gebruikt. Ingeval canisters/passieve Radiello samplers worden gebruikt worden deze geanalyseerd voor de component die is geselecteerd op basis van de resultaten van het screeningsonderzoek.

Een overzicht van de beschikbare drägerbuisjes is weergegeven in de handleiding (Dräger-Tubes & CMS-Handbook, 18th edition, Soil, Water, and Air Investigations as well as Technical Gas Analysis).

#### Stap 7: data-analyse, interpretatie, conclusie en beslissing

- Validatie resultaten
- Vergelijking met typische achtergrondluchtconcentraties
- Evaluatie kritieke blootstelling.





**4.13.2. SCENARIO 2 EN 3 : INDUSTRIËLE BRAND OF LEK**Stap 1: Aanleiding

Bij een incident zoals een industriële brand of lek is er een kans dat zich een pollutie voordoet die een potentiële bedreiging kan vormen voor zowel de werknemers op de site als de omliggende gemeenschappen. Omwille van het risico van een hoge blootstelling is een snelle identificatie en kwantificering van de verontreiniging dan essentieel. Betrouwbare metingen zijn nuttig voor:

- Karakterisering van de rook of de emissies
- Afbakening van de gebieden waar eventuele evacuatie nodig is,
- Beoordeling van de potentiële blootstelling, en
- Bepaling van de noodzaak voor aanvullende monitoring.

Een luchtmonitoring bij een incident van een industriële brand of lek moet worden overwogen wanneer er:

- Naar verwachting chemische stoffen, verontreinigende stoffen in de lucht en/of rook invloed kunnen hebben op omliggende gemeenschappen;
- Vluchtige chemicaliën zijn of kunnen worden vrijgesteld ; en
- Gevoelige bevolkingsgroepen zich bevinden in de nabijheid bevinden of verhoogde concentraties te verwachten zijn die een impact op blootstelling zullen hebben

Stap 2: Beschrijving van de bron

Bij een industriële brand of lek kunnen niet enkel de producten vrijgesteld worden die aanwezig zijn in opslag of gebruikt worden in het industrieel proces, maar kunnen tevens producten worden gevormd omwille van de thermische verhitting tijdens de brand of het chemisch reageren van verschillende producten. Gezien de verscheidenheid van industriële bedrijven en de verschillende producten die in opslag kunnen staan, is het zeer moeilijk om een gedetailleerd overzicht te geven van te verwachten pollutanten. Globaal wordt een lijst van voorkomende pollutanten die kunnen vrijgesteld worden bij industriële brand of lek :

Benzeen, CO, Ethylbenzeen, hexaan, H<sub>2</sub>S, naphthaleen, NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, toluen, Xyleen, vinylchloride, thrichloorethyleen, Fosgeen, As, NH<sub>3</sub>, Cl, propaan, styrene, CS<sub>2</sub>, formaldehyde, HCl,

Daarnaast is ook een lijst van veel voorkomende VOC in oplosmiddelen in de chemische industrie : Aniline , Azijnzuur, Aceton, Acetonitril, Benzeen, Broombenzeen, Butanol, Butanon, Chloroform, Cyclohexaan, Cyclopentaan, Dichloormethaan, Di-ethylether, Dimethylformamide, Dimethylsulfoxide, Dioxaan, Ethanol, Ethylacetaat, Ethyleenbromide, Ethyleendiamine, Isopropanol, Koolstofdissulfide, Koolstoftetrachloride, Methanol, Methylisobutylketon, Mierenzuur, Nitrobenzeen, Pentaan, Propanol, Tetrahydrofuraan, Toluene, Xyleen

Stap 3: Beschrijving lokale situatie en aanvullende informatie

Om te bepalen waar moet gemeten worden en hoe lang en hoe eventuele versturende invloeden worden vermeden, is het nodig om de situatie ter plekke helder te visualiseren. De informatiebehoefte is o.a. gericht op het verkrijgen van inzicht in de bron (brand, lek), de weersomstandigheden en andere interfererende situaties die van invloed kunnen zijn op het verspreiden van de pluim. De volgende aspecten zijn van belang:

1. Windrichting, windsnelheid ;
2. Afstand van omwonenden tot de bron;
3. Eventuele obstakels (grote gebouwen, infrastructuur,..) die de verspreiding/blootstelling van de pluim kunnen beïnvloeden;

Voor adequate metingen is het wenselijk een overzicht te maken van de wijze van verspreiding van de pluim naar de ruimten waar de bewoners worden blootgesteld en waar dus gemeten wordt.

### Stap 4 : het meetplan

De metingen moeten zich zoveel mogelijk richten op de belangrijkste (kritische) blootstellingsroutes. In geval van de verspreiding van een pluim met vluchtige stoffen afkomstig van een industriële brand of lek zijn dit voornamelijk buitenlucht metingen. Voorafgaand aan de uitvoering van de metingen, moet geïnventariseerd worden welke de mogelijke VOC de pluim kunnen bevatten op basis van informatie van het bedrijf. Bijkomend moet rekening worden gehouden met eventueel voorkomen van andere diffuse emissies en of er andere (potentiële) bronnen in de omgeving (verkeer, industrie). Bij uitvoering van het meetplan worden de volgende vragen beantwoord:

1. Worden bewoners blootgesteld aan een concentratie boven een chronische grenswaarde?
2. Worden de verhoogde concentraties aan stoffen veroorzaakt door de brand of lek ?

Bij een industriële brand of lek is de potentiële blootstelling meestal van korte termijn. Hierdoor is het aangewezen om korte duur bemonstering uit te voeren. Hierbij wordt aanbevolen om een “worst-case” benadering te hanteren en tijdens de (korte duur) bemonstering buitenlucht metingen uit te voeren windafwaarts. Hierbij moeten de veiligheidsaspecten voor de inspecteur in acht worden genomen (zie paragraaf 4.12).

### Stap 5: Keuze meettechniek en aantal monsters

Bij een industriële brand of lek zal bij de korte duur meting in eerste instantie gebruik worden gemaakt van de PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM en/of Drager X-AM (CO<sub>2</sub>, CO, LEL, O<sub>2</sub>, NO, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>). Op basis hiervan kan in het merendeel van de gevallen een indicatie worden verkregen van het type VOC en of de blootstelling zich voordoet op momenten van hoge piekconcentraties.

Voor monitoring van de buitenlucht zal men in de meeste gevallen zich richten op de risico's van korte duur blootstelling. Dat betekent dat men meestal korte duur metingen zal uitvoeren. Voor veel vluchtige organische contaminanten (VOC) is het gebruik van PID (UltraRae) en/of Dräger X-AM en/of Drager X-AM (CO<sub>2</sub>, CO, LEL, O<sub>2</sub>, NO, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) bij de screeningsmonitoring een goede keuze.

Ingeval men de pluim van de brand/lek niet voldoende visueel kan onderscheiden en een meer uitgebreide screening op meerdere plaatsen wil uitvoeren kan het gebruik van Drager Accuro Multitube en Drager CMS (met specifieke tube) worden aanbevolen voor de monitoring. Voor een standaard monitoring volstaat om een traject te volgen en om op meerdere plaatsen windafwaarts naar de blootgestelde zone te gaan en telkens een korte bemonstering van een 10-tal uit te voeren. Ingeval van een industriële lek kan worden overwogen om een meer uitgebreide meetcampagne te met canisters (ingeval meerdere beschikbaar zijn) en deze simultaan op meerdere locaties windafwaarts te laten bemonsteren.

### Stap 6: data-analyse, interpretatie, conclusie en beslissing

- Validatie resultaten
- Vergelijking met typische achtergrondluchtconcentraties
- Evaluatie kritieke blootstelling.

**Referenties**

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) – 1995a – Toxicological Profile for Fuel Oils. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Devos, M., F. Patte, J. Raoult, P. Laffort, L.J. Van Gemert – 1990 - Standardized Human Olfactory Thresholds, Oxford University Press

New York State Department of Health (NYSDOH) – 2005 – Study of Volatile Organic Chemicals in Air of Fuel Oil Heated Homes. New York State Department of Health, Division of Environmental Health Assessment, Center for Environmental Health.

TPHCWG – 1999 - Human Health Risk-based Evaluation of Petroleum Contaminated Sites: Implementation of the Working Group Approach, Volume 5. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Amherst: Amherst Scientific Publishers.

Wisconsin Department of Health and Family Services - 2000 – Information on toxic chemicals: fuel oil.

## BIJLAGE A: OVERZICHT VAN GEURDREMPELS =&gt;MEER INFO BESCHIKBAAR IN BIG (ZIE IN BIJLAGE C)

Stofnaam	CAS nr	Geurdrempel Mediaan ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Geurdrempel Laagste waarde ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Beschrijving van de geur	Opmerkingen
1,1,1-Trichloorethaan	71-55-6	900.000	90.000	zoetig, chloroformachtig	
1,1-Dichloroethaan	75-34-3	600.000	200.000	chloroformachtig	
1,1-Dimethylhydrazine	57-14-7	20.000	10.000	ammoniakachtig , amine-achtig, visachtig	
1,2-Dichloorethaan	107-06-2	100.000	20.000	zoet	
1,4-Dioxaan	123-91-1	2.000	10	zoet, alcoholachtig, etherachtig	brede range aan waarden
2-Butoxyethanol	111-76-2	10.000	500	zoetig, esterachtig	
Acenafteen	83-32-9	500	500	geen beschrijving	één waarde
Aceton	67-64-1	200.000	9.000	fruitig	
Acroleïne	107-02-8	800	50	afstotend, stekend	
Acrylonitril	107-13-1	20.000	4.000	ui, knoflook	
Benzeen	71-43-2	80.000	5.000	zoet, aromatisch	
Blauwzuur (uit vrij cyanide)	74-90-8	2.000	900	bittere amandelgeur	
Broomethaan	74-96-4	100.000	10.000	etherachtig	
Butanol	71-36-3	5.000	400	ranzig, muffig	
Butylacetaat	123-86-4	2.000	9	zoete banaangeur	brede range aan waarden
Chloorbenzeen	108-90-7	7.000	400	amandelachtig, schoensmeergeu r	
Chloorethaan	75-00-3	10.000	10.000	geen beschrijving	één waarde
Chloorfenol	25167-80-0	400	20	medicinaal	
Cis-1,2-dichloorethyleen <sup>1)</sup>	156-59-2	40.000	300	scherp, chloroformachtig	brede range aan waarden
Cresol	1319-77-3	10	0,5	zoet, teerachtig, fenolachtig	brede range aan waarden
Cyclohexaan	110-82-7	1.000	1.000	zoet, aromatisch	één waarde
Cyclohexanon	108-94-1	10.000	500	zoet, pepermuntachtig	
Dichloorbenzeen	25321-22-6	90.000	10.000	kamferachtig	
Dichloorfenol	25167-81-1	1.000	1.000	geen beschrijving	één waarde
Dichloormethaan	75-09-2	300.000	5.000	zoet, chloroformachtig	brede range aan waarden
Dichloorpropaan	26638-19-7	10.000	1.000	zoet	
Dicyclopentadien	77-73-6	70	20	scherp, zoet	
Diisobutylketon	108-83-8	1.000	700	zoetig, esterachtig	
Ethanol	64-17-5	100.000	300	zoet, alcoholisch	brede range aan waarden

Stofnaam	CAS nr	Geurdrempel Mediaan ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Geurdrempel Laagste waarde ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Beschrijving van de geur	Opmerkingen
Ethylacetaat	141-78-6	20.000	20	fruitig, prettig	brede range aan waarden
Ethylbenzeen	100-41-4	90.000	9.000	aromatisch	
Fenol	108-95-2	700	20	medicinaal zoet	
Formaldehyde <sup>2)</sup>	50-00-0	10.000	30	stekend, hooi-achtig	brede range aan waarden
Heptaan	142-82-5	600.000	200.000	benzine-achtig	
Hexachloorcyclopentadien	77-47-4	200	2	scherp, bijtend	brede range aan waarden
Hydrazine	302-01-2	4.000	3.000	ammoniakachtig, visachtig	
Isopropanol	67-63-0	200.000	8.000	scherp, alcoholachtig	
Koolstofdioxide	75-15-0	400	20	zoet, etherachtig	
Methanol	67-56-1	200.000	1.000	zoet-zuur	brede range aan waarden
Methylethylketon	78-93-3	10.000	700	zoet, aceton-achtig	
Methyl-t-butylether	1634-04-4	900	900	uitgesproken vies	één waarde
Naftaleen	91-20-3	800	50	teerachtig	
Octaan	111-65-9	500.000	70.000	benzine-achtig	
Pyridine	110-86-1	900	9	walgingwekkend, stinkend	brede range aan waarden
Styreen	100-42-5	3.000	70	scherp, rubberachtig	brede range aan waarden
Tetrachlooretheen	127-18-4	100.000	10.000	gechloreerde oplosmiddelgeur	
Tetrachloormethaan	56-23-5	1.000.000	300.000	zoet, stekend	
Tetrahydrofuran	109-99-9	20.000	300	etherachtig	brede range aan waarden
Tetrahydrothiofeen	110-01-0	3	3	stinkend	één waarde
Tolueen	108-88-3	20.000	600	zuur, verbrand, rubberachtig	
Trans-1,2-dichloorethyleen <sup>1)</sup>	156-60-5	40.000	300	scherp, chloroformachtig	brede range aan waarden
Trichlooretheen	79-01-6	50.000	1.000	oplosmiddelachtig	brede range aan waarden
Trichloormethaan	67-66-3	700.000	300.000	zoet, verstikkend	
Vinylacetaat	108-05-4	800	400	zuur, scherp	
Vinylchloride	75-01-4	40.000	30.000	zoet	
Waterstofsulfide	7783-06-4	6	1	rotte eieren	
Xylenen	1330-20-7	8.000	400	zoet	

## BIJLAGE B: OVERZICHT VAN CHRONISCHE GRENSWAARDEN =&gt; MEER INFO BESCHIKBAAR IN BIG (ZIE IN BIJLAGE C)

Stofnaam	CAS nr	Chronische grenswaarde ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Herkomst chronische grenswaarde
1,1,1-Trichloorethaan	71-55-6	380	TCL 1)
1,1,2,2-Tetrachloorethaan	79-34-5	7,5	WHO 2)
1,1,2-Trichloor-1,2,2-trifluorethaan	76-13-1	27000	TCL, ah 3)
1,1,2-Trichloorethaan	79-00-5	17	TCL, vw 4)
1,1-Dichloorethaan	75-34-3	370	TCL, vw 1)
1,1-Dichlooretheen	75-35-4	14	TCL 4,5)
1,2-Dibroom-3-chloorpropaan	96-12-8	0,2	RfC 6)
1,2-Dichloorethaan	107-06-2	48	TCL 5,7)
1,3-Dichloorpropeen	542-75-6	9,2	ATSDR
1,4-Dioxaan	123-91-1	450	TCL, ah 8)
1-Chloornaphthaleen	90-13-1	1	TCL 7)
2-Butoxyethanol	111-76-2	985	ATSDR
2-Chloornaphthaleen	91-58-7	1	TCL 7)
4-Chloor-2-methylphenol	1570-64-5	90	TCL, vw 4)
4-Chloor-3-methylphenol	59-50-7	1300	TCL, vw 4)
Aceton	67-64-1	500	TCL, ah 9)
Acroleïne	107-02-8	0,5	TCL 10)
Acrylonitril	107-13-1	10	TCL 1,5)
Alfa-hexachloorcyclohexaan	319-84-6	0,25	TCL 7)
Aromatische oplosmiddelen	no CAS	800	TCL 1,11)
Benzeen	71-43-2	20	TCL 12)
Beta-hexachloorcyclohexaan	319-85-7	0,03	Duitse norm 13)
Blauwzuur (uit vrij cyanide)	74-90-8	25	TCL
Broomethaan	74-96-4	23	ATSDR
Butanol	71-36-3	550	TCL, vw 1)
Butylacetaat	123-86-4	1000	TCL 1)
Carbaryl	63-25-2	10	TCL 7)
Chlordaan	57-74-9	0,02	TCL, vw 1)
Chlooraniline	27134-26-5	4	TCL, vw 4)
Chloorbenzeen	108-90-7	500	TCL 7)
Chloorethaan	75-00-3	1000	TCL, ah 14)
Chloormethaan	74-87-3	105	ATSDR
Cis-1,2-dichloorethyleen	156-59-2	30	TCL, vw 7)
Cresol	1319-77-3	170	TCL 15)
Cyclohexaan	110-82-7	270	TCL, ah 16)

Stofnaam	CAS nr	Chronische grenswaarde ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Herkomst chronische grenswaarde
Cyclohexanon	108-94-1	136	TCL 7,17)
Dichlobenil	1194-65-6	15	TCL, ah 18)
Dichloorbenzeen	25321-22-6	600	TCL 7,19)
Dichloormethaan	75-09-2	3000	TCL 7)
Dichloorpropan	26638-19-7	12	TCL 4)
Dichlorvos	62-73-7	0,6	ATSDR
Dicyclopentadien	77-73-6	16	Geurdrempel, ah 20)
Diisobutylketon	108-83-8	620	TCL, ah 21)
Dimethylformamide	68-12-2	30	TCL, ah 22)
Ethylacetaat	141-78-6	4200	TCL, vw 4)
Ethylaceton	107-87-9	875	TCL, ah 23)
Ethylbenzeen	100-41-4	770	TCL 7)
Ethyleenoxide	75-21-8	3	MTR 24)
Fenol	108-95-2	20	TCL 7)
Formaldehyde	50-00-0	1,2	TCL 1, 25)
Gamma-hexachloorcyclohexaan	58-89-9	0,14	TCL 7)
Heptachlor	76-44-8	0,5	TCL, vw 1)
Heptachlorepoxyde	1024-57-3	0,5	TCL, vw 1)
Heptaan	142-82-5	71	TCL, ah 26)
Hexachloorbenzeen	118-74-1	0,75	TCL 7)
Hexachloorcyclopentadien	77-47-4	2,3	ATSDR
Hexachloorethaan	67-72-1	27	'TCL', ah 27)
Hexamethyleendiisocyaan	822-06-0	0,07	ATSDR
Hexaan	110-54-3	200	TCL 28)
Isopropanol	67-63-0	2200	TCL 4)
Koolstofdissulfide	75-15-0	952	ATSDR
Kwik	7439-97-6	0,2	TCL 7)
Methanol	67-56-1	1100	TCL 1)
Methylethylketon	78-93-3	875	TCL 1)
Methyl-t-butylether	1634-04-4	2600	TCL 29)
Minerale olie, aromatisch, C10-C12	geen	200	TCL 7)
Minerale olie, aromatisch, C12-C16	geen	200	TCL 7)
Minerale olie, aromatisch, C16-C21	geen		
Minerale olie, aromatisch, C5-C7	geen	400	TCL 7)
Minerale olie, aromatisch, C7-C8	geen	400	TCL 7)
Minerale olie, aromatisch, C8-C10	geen	200	TCL 7)
Minerale olie, alifatisch, C10-C12	geen	1000	TCL 7)
Minerale olie, alifatisch, C12-C16	geen	1000	TCL 7)
Minerale olie, alifatisch, C5-C6	geen	18400	TCL 7)
Minerale olie, alifatisch, C6-C8	geen	18400	TCL 7)
Minerale olie, alifatisch, C8-C10	geen	1000	TCL 7)
Nafthaleen	91-20-3	10	ATSDR 30)
N-methylpyrrolidon	872-50-4	71	TCL, ah 31)
Octaan	111-65-9	71	TCL, ah 26)
Propyleenglycol	57-55-6	500	TCL, ah 32)
Pyridine	110-86-1	120	Geurdrempel 17,33)
Styreen	100-42-5	900	TCL 7)
Tetrachlooretheen	127-18-4	250	TCL 7)

Tetrachloormethaan	56-23-5	60	TCL 17)
Tetrahydrofuran	109-99-9	35	TCL 17)
Tetrahydrothiofeen	110-01-0	650	TCL 34)
Tolueen	108-88-3	400	TCL 7)
Trans-1,2-dichloorethyleen	156-60-5	80	TCL 1,7)
Tribroommethaan	75-25-2	100	TCL
Trichloorbenzeen	12002-48-1	50	TCL 7)
Trichlooretheen	79-01-6	200	TCL 7)
Trichloormethaan	67-66-3	100	TCL 17)
Vinylacetaat	108-05-4	200	RfC 35)
Vinylchloride	75-01-4	3,6	TCL 7)
Waterstofsulfide	7783-06-4	1	RfC 36)
Xylenen	1330-20-7	870	TCL 7)



BIJLAGE C: BIG : OVERZICHT TOETSINGSWAARDEN EN GEURDREMPELS

HTML Help

Hide Back Forward Print Options

Contents | Index | Search

- Verklaringen
  - Biomerker
  - Body burden
  - Dose rate
  - Meetgrootheid
  - Percentiel
  - Uitmiddelingstijd
  - VOS
- Verklaring gewasbeschermingsmiddelen
- Verklaring Biociden
- Verklaring Milieuluchtkwaliteitsnormen
  - WHO (richtwaarden milieuluchtkwaliteit)
  - Europese richtlijnen (milieuluchtkwaliteitsnormen)
  - Vlaamse (milieuluchtkwaliteitsnormen)
  - Verklaring van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering (milieuluchtkwaliteitsnormen)
  - Verklaring van de Waalse Regering (milieuluchtkwaliteitsnormen)
- Verklaring Arbeidsblootstellingsnormen
  - Grenswaarden voor de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers (luchtkwaliteitsnormen voor werkplaatsen)
- Verklaring Binnenluchtnormen
  - WHO (richtwaarden binnenluchtkwaliteit)
  - Vlaams binnenmilieubesluit (binnenluchtkwaliteitsnormen)
- Verklaring Interventiewaarden
  - AEGL (Interventiewaarden)
  - Interventiewaarden Nederland (interventiewaarden)
- Verklaring Sectorale luchtkwaliteitsnormen
- Verklaring Meetmethoden
  - NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health (meetmethoden lucht)
  - OSHA: Occupational Safety & Health Administration (meetmethoden lucht)
- Verklaring gestandaardiseerde geurdrempel
  - GEURDREMPELS: Standardized Human Olfactory Thresholds
  - Onderscheid met EN genormaliseerde geureenheden (OUE)
  - SEVESO
  - Eenvoudige vuistregels voor stoffen waarvoor geen normen beschikbaar zijn

**Besluiten van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering (milieuluchtkwaliteitsnormen)**

De Brusselse Hoofdstedelijke Regering legt de milieukwaliteitsnormen voor de lucht vast in besluiten:

- Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 10/02/2011 tot wijziging van diverse besluiten betreffende de luchtkwaliteit (B.S. van 25/02/2011)
  - [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2011021008&table\\_name=wet](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2011021008&table_name=wet)
  - Dit besluit wijzigt volgende besluiten:
    - Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 05/07/2001 betreffende de grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in de lucht (Belgisch Staatsblad van 21/09/2001)
      - [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2001070537&table\\_name=wet](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2001070537&table_name=wet)
    - Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 28/06/2001 betreffende de grenswaarden voor zwaveldeioxide, stikstofdioxide en stikstofdioxide, zwevende deeltjes en lood in de lucht (Belgisch Staatsblad van 26/07/2001)
      - [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2001062849&table\\_name=wet](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2001062849&table_name=wet)
    - Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 18/04/2002 betreffende de vaststelling van langetermijndoelstellingen, streefwaarden en een alarm- en informatiedrempel voor de ozonconcentraties in de lucht (Belgisch Staatsblad van 11/06/2002)
      - [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2002041842&table\\_name=wet](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2002041842&table_name=wet)
- Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 25/10/2007 betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polyaromatische koolwaterstoffen in de lucht (Belgisch Staatsblad van 07/11/2007)
  - [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2007102532&table\\_name=wet](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2007102532&table_name=wet)

HTML Help

Hide Back Forward Print Options

Contents | Index | Search

- Verklaringen
  - Biomerker
  - Body burden
  - Dose rate
  - Meetgrootheid
  - Percentiel
  - Uitmiddelingstijd
  - VOS
- Verklaring gewasbeschermingsmiddelen
- Verklaring Biociden
- Verklaring Milieuluchtkwaliteitsnormen
- Verklaring Arbeidsblootstellingsnormen
- Verklaring Binnenluchtnormen
- Verklaring Interventiewaarden
- Verklaring Sectorale luchtkwaliteitsnormen
- Verklaring Meetmethoden
  - NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health (meetmethod
  - OSHA: Occupational Safety & Health Administration (meetmethoden lucht)
- Verklaring gestandaardiseerde geurdrempel
  - GEURDREMPELS: Standardized Human Olfactory Thresholds
  - Onderscheid met EN genormaliseerde geureenheden (OUE)
  - SEVESO
  - Eenvoudige vuistregels voor stoffen waarvoor geen normen beschikbaar zijn

**GEURDREMPELS: Standardized Human Olfactory Thresholds**

Gestandaardiseerde geurdrempels voor 529 stoffen werden overgenomen uit de compilatie door Devos, Patte, Rouault, Laffort en Van Gemert. Voor de bepaling van deze gestandaardiseerde geurdrempels werden de data van 105 onafhankelijke literatuurreferenties samengebracht. De selectie van deze bronnen gebeurde uit een grotere reeks van 372 referenties met in totaal 641 stoffen, op basis van consistentie van data voor een voldoende aantal van dezelfde stoffen. Van referenties waar "Detection thresholds" en "Recognition thresholds" werden gerapporteerd, werden alleen de detectiedrempels gebruikt voor de berekening.

Aan elke referentie wordt een gewicht toegekend dat werd bepaald op basis van het aantal gerapporteerde geurdrempels en de vergelijkbaarheid met andere bronnen. In een iteratieve procedure worden uitliggers verwijderd en wordt een homogene dataset bekomen (homoset). De overige data vormen de heteroset. Elke referentie vertoont een systematische afwijking tegenover het gemiddelde van de homoset. Deze wordt gebruikt als gewicht voor de uitmiddeling. De gestandaardiseerde geurdrempel wordt bekomen als het logaritmisch gewogen gemiddelde van de geurdrempels voor de homoset. Voor de referenties die behoren tot de heteroset wordt een correctie voor de systematische afwijking toegepast.

De gestandaardiseerde geurdrempel is dus niet de gemiddelde waarde uit de literatuur, maar de meest consistente waarde afgeleid uit de beschikbare gegevens. Gegevens van auteurs die steeds te lage waarden rapporteren, bijvoorbeeld omdat ze met te gevoelige proefpersonen hebben gewerkt, worden hiervoor gecorrigeerd, met behulp van de vastgestelde systematische afwijkingen.

Bij het hanteren van geurdrempels is het belangrijk te weten dat er naar gestreefd wordt een drempel te bepalen die overeenkomt met een gemiddelde waarnemer, of een geurdrempel voor 50 % van de bevolking. In een grotere populatie van waarnemers zullen meer gevoelige en minder gevoelige personen aanwezig zijn dan het gemiddelde, en deze verschillen kunnen zich uitstreken over enkele grootteordes in concentratie van de geurcomponent.

HTML Help

Hide Back Forward Print Options

Contents | Index | Search

- [-] Verklaringen
  - [?] Biomerker
  - [?] Body burden
  - [?] Dose rate
  - [?] Meetgrootheid
  - [?] Percentiel
  - [?] Uitmiddeelingstijd
  - [?] VOS
  - [+] Verklaring gewasbeschermingsmiddelen
  - [+] Verklaring Biociden
  - [+] Verklaring Milieulucht kwaliteitsnormen
  - [+] Verklaring Arbeidsblootstellingsnormen
  - [+] Verklaring Binnenluchtnormen
  - [+] Verklaring Interventiewaarden
  - [+] Verklaring Sectorale luchtkwaliteitsnormen
  - [+] Verklaring Meetmethoden
    - [+] NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health (meetmethode)
    - [+] OSHA: Occupational Safety & Health Administration (meetmethoden lucht)
  - [+] Verklaring gestandaardiseerde geurdrempel
    - [?] GEURDREMPELS: Standardized Human Olfactory Thresholds
    - [?] Onderscheid met EN genormaliseerde geureenheden (OUE)
  - [?] SEVESO
  - [+] Eenvoudige vuistregels voor stoffen waarvoor geen normen beschikbaar zijn

→

## Onderscheid met EN genormaliseerde geureenheden (OUE)

De Europese normalisatiecommissie CEN heeft in 2003 de norm EN 13725 "Determination of odour concentration by dynamic olfactometry" gepubliceerd. Hierin wordt de standaardmethode voor olfactometrie vastgelegd. Verschillende laboratoria die deze norm toepassen bekomen in principe gelijke resultaten voor de geurconcentratie van eenzelfde mengsel of voor de geurdrempel van een stof. Dit wordt ondermeer bekomen door selectie van proefpersonen waarvan de gemiddelde geurdrempel tussen 20 en 80 ppb butanol ligt, met als herhaalbaarheidscriterium voor elke proefpersoon dat de logaritmische standaardafwijking van 12 tot 20 tests op minstens 3 verschillende dagen beneden 2,3 dient te liggen. De EN 13725 definieert ook de Europese geureenheid ("odour unit") OUE, die traceerbaar is naar SI eenheden, vermits 1 OUE overeenkomt met 123 µg/m<sup>3</sup> (40 ppb) butanol. Een concentratie van 1 OUE komt overeen met de geurdrempel van een stof.

Hoewel de EN 13725 en de OUE wereldwijd als standaard worden toegepast bij olfactometrische geurbepalingen, zijn er voor de zuivere stoffen nog geen databases beschikbaar met geurdrempels op deze basis. De meeste gegevens uit de literatuur dateren van lang vóór de publicatie van deze norm, en zijn bijgevolg van zeer heterogene kwaliteit. De "gestandaardiseerde" geurdrempels volgens de publicatie van Devos et al. werden bepaald door selectie en uitmiddeeling en kunnen op dit ogenblik als best beschikbare data voor geurdrempels worden beschouwd.

HTML Help

Hide Back Forward Print Options

Contents | Index | Search

- [-] Verklaringen
  - [?] Biomerker
  - [?] Body burden
  - [?] Dose rate
  - [?] Meetgrootheid
  - [?] Percentiel
  - [?] Uitmiddeelingstijd
  - [?] VOS
  - [+] Verklaring gewasbeschermingsmiddelen
  - [+] Verklaring Biociden
  - [+] Verklaring Milieulucht kwaliteitsnormen
  - [+] Verklaring Arbeidsblootstellingsnormen
  - [+] Verklaring Binnenluchtnormen
  - [+] Verklaring Interventiewaarden
  - [+] Verklaring Sectorale luchtkwaliteitsnormen
  - [+] Verklaring Meetmethoden
    - [+] NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health (meetmethode)
    - [+] OSHA: Occupational Safety & Health Administration (meetmethoden lucht)
  - [+] Verklaring gestandaardiseerde geurdrempel
    - [?] GEURDREMPELS: Standardized Human Olfactory Thresholds
    - [?] Onderscheid met EN genormaliseerde geureenheden (OUE)
  - [?] SEVESO
  - [+] Eenvoudige vuistregels voor stoffen waarvoor geen normen beschikbaar zijn

→

## Eenvoudige vuistregels voor stoffen waarvoor geen normen beschikbaar zijn in omgevingslucht of binnenlucht

Voor stoffen waarvoor geen normen of richtwaarden beschikbaar zijn in omgevingslucht of in binnenlucht kunnen een aantal eenvoudige vuistregels gebruikt worden. In het richtlijnenboek lucht uit 2006 (<https://www.lne.be/sites/default/files/atoms/files/richtlijnenboek%20lucht.pdf>) zijn de volgende wetenschappelijke advieswaarden terug te vinden:

Wetenschappelijke advieswaarden voor externe milieublootstelling in dalende rangorde van voorkeur:

- WHO – advieswaarden voor blootstelling of inname (TDI)
- TLV-aanbevolen waarden, gebaseerd op internationale peer-review wetenschappelijke literatuur
  - Voor de algemene bevolking:
    - \* 1/10 van de TLV voor niet carcinogenen
    - \* 1/x van de TLV voor carcinogenen met x die waarde die het risico terugbrengt tot het niveau 10<sup>-6</sup> bij een levenslange blootstelling. Indien er onvoldoende wetenschappelijke gegevens zijn om x te bepalen stelt men x gelijk aan 1000.
  - Voor gedefinieerde risicogroepen:
    - \* 1/200 van de TLV voor niet carcinogenen
    - \* 1/5000 van de TLV voor carcinogenen

→

Wetenschappelijke advieswaarden voor interne milieublootstelling in dalende rangorde van voorkeur:

- WHO-belastingswaarden (body burden, biomerkerconcentratie,...)
- Advieswaarden uit peergereviseerde internationale wetenschappelijke literatuur