



Gasmeten



Versie 2,
2025

DISCLAIMER

De informatie in dit document is met de hoogst mogelijke nauwkeurigheid opgesteld. Echter, het Platform Zero Incidents en haar deelnemers kunnen op geen enkele wijze aansprakelijk gesteld worden voor de inhoud ervan. Het overnemen van maatregelen, suggesties, waarschuwingen, etc., dient daarom altijd voorafgegaan te worden door een eigen afweging en risicobeoordeling. Het verspreiden van dit document onder derden is toegestaan mits dit in de originele vorm plaatsvindt.

OVER HET PLATFORM ZERO INCIDENTS

Platform Zero Incidents (PZI) is een initiatief van de binnenvaartsector. Zoals de naam al aangeeft streeft PZI naar 0 (zero) ongevallen in de binnenvaart. PZI wil dit bereiken door:



Een platform waarin near missen en incidenten gedeeld worden onder de leden.



Voorkomen van herhaling van near missen/incidenten door best practices te ontwikkelen en het gebruik ervan te stimuleren, gebaseerd op onderzoek en analyse van (trends van) near missen/incidenten.



Het bouwen van duurzame relaties met stakeholders.



Verhogen van bewustzijn en verantwoordelijkheid van veiligheid binnen de industrie.



PZI als het centrum van expertise op gebied van preventie van veiligheids- en milieu-incidenten in de binnenvaart.

Deze publicatie draagt bij aan het bereiken van de missie en visie van PZI. Het document is ontwikkeld door en voor de binnenvaart.

Het kan voor verschillende doeleinden worden ingezet, zoals:

-  Naslagwerk voor bemanningsleden en vlootmanagers.
-  Training van bemanningsleden.
-  Veiligheidsoverleggen aan boord.
-  Lesmateriaal voor onderwijsinstellingen.
-  Als basis voor procedures en werkinstructies.

Platform Zero Incidents

www.platformzeroincidents.com

info@platformzeroincidents.com

INHOUDSOPGAVE

1. INTRODUCTIE	5
1.1. Waarom dit document?	5
1.2. Hoe dit document te gebruiken	5
2. WAAROM METEN WE?	6
3. WAT METEN WE?	7
3.1. Giftigheid	8
3.2. Explosiegevaar	8
3.3. Zuurstof (O ₂)	8
3.4. Stikstof (N ₂)	9
3.5. Zwavelwaterstof (H ₂ S)	9
3.6. Koolmonoxide (CO)	9
4. KENNIS VAN DE STOF EN EIGENSCHAPPEN	10
4.1. Het vlampunt	10
4.2. Zelfontbrandingstemperatuur	10
4.3. Relatieve dampdichtheid.....	10
4.4. Bronnen voor fysische eigenschappen	11
5. HOE METEN WE?	13
5.1. PPM, mg/m ³ en volumeprocent.....	13
5.2. Voordat je start met meten	15
5.3. Het meetproces	15
5.4. Registratie	16
5.5. Na het meten	16
6. APPARATUUR	17
6.1. Zuurstofmeter	19
6.2. Giftigheidsmeter	20
6.2.1. Chemische indicatorbuisjes met handpomp	20
6.2.2. PID-sensor- Photo Ionisatie Detector – PID.....	21
6.2.3. Elektrochemische sensoren.....	23
6.3. Explosiometer	24
6.4. Onderhoud.....	25
WET-, REGELGEVING EN NORMEN	26
GERAADPLEEGDE BRONNEN	26
REVISIE MATRIX	26

1. INTRODUCTIE

1.1. Waarom dit document?

Het meten van de atmosfeer is essentieel voor met name de veiligheid van mensen, maar ook voor het milieu. Deze Best Practice Guidance (BPG) voorziet u van kennis over het meten van de atmosfeer, als ook de interpretatie van waarden en onderwerpen gerelateerd aan de verschillende typen apparatuur.

Het document is opgesteld, zoals alle documenten van het Platform Zero Incidents, door binnenvaartexperts, te weten:

- Vlootmanagers;
- QHSSE-managers;
- Leveranciers van apparatuur.

Daarnaast is er bij het maken van deze publicatie rekening gehouden met de van toepassing zijnde wet- en regelgeving, zoals het ADN, BPR en RPR.

1.2. Hoe dit document te gebruiken

Het is zeker niet de bedoeling dat dit document de enige manier van werken beschrijft, want elke situatie en elk schip is anders.

Het kan u echter helpen om onder verschillende omstandigheden de beste beslissingen te nemen.

U kunt het document gebruiken als naslagwerk voor uw veiligheidsmanagementsysteem, maar zeker ook voor het wegwijs maken en/of trainen van uw bemanningsleden en personeel. Daarnaast kunt u delen van het document gebruiken tijdens een veiligheidsoverleg met uw bemanning en personeel. Het kan het veiligheidsbewustzijn aan boord en op de terminal vergroten, waardoor het risico op ongevallen verkleind wordt.

Als u suggesties heeft om dit document verder te verbeteren, neem dan contact op met Platform Zero Incidents via info@platformzeroincidents.com.

2. WAAROM METEN WE?

Bij het vervoeren van goederen, kan er een omgeving ontstaan die schadelijk is voor mens en/of milieu. Het is daarom belangrijk dat duidelijk is wat de samenstelling van de lucht/atmosfeer is en welke maatregelen er eventueel genomen kunnen worden om onveilige situaties te voorkomen.

In de wetgeving zijn voorschriften opgenomen om de gevaren te beperken. Het ADN omschrijft enkele wettelijke verplichtingen omtrent het meten van ladingtanks, besloten ruimten en de omgeving van de woning en het stuurhuis.

In de (landelijke) wet- en regelgeving staan voorschriften beschreven over een veilige werkomgeving. Het is van belang om te bepalen wat een veilige omgeving is aan de hand van de vastgestelde wettelijke grenswaarden.

Betreden besloten ruimte

In besloten ruimten (ruimten die niet ontworpen zijn voor continue personele bezetting, met beperkte openingen voor in- en uitgaan, ongunstige ventilatie, of worden onregelmatig betreden) kunnen gassen aanwezig zijn die giftig of brandgevoelig zijn. Ook kan het er zuurstofarm zijn, bijvoorbeeld roestvorming en/of ongunstige ventilatie. Voor het betreden van een besloten ruimte dient er eerst te worden vastgesteld of de tank betreden kan worden en welke veiligheidsmiddelen nodig zijn om dit veilig te doen.

Reparaties en werfbezoek

Metingen zijn ook van belang voordat men reparaties uitvoert of een bezoek brengt aan de werf, welke door een erkend deskundige (gasdokter) uitgevoerd moeten worden. Zie voor de genoemde situaties de procedures van de eigenaar/het kantoor.

Seinvoering

Het is belangrijk voor de omgeving dat er een juiste seinvoering aangehouden wordt. Voor het bepalen van die seinvoering zijn metingen nodig.

Ontgassen

Ontgassen is een gebeurtenis waarbij er potentieel giftige of (licht) ontvlambare gassen de buitenlucht in komen. Ontgassen naar de buitenlucht is voor veel stoffen in Europa verboden. Voor niet-verboden stoffen, is ontgassen wel mogelijk. Om de bemanning en omgeving veiligheid te bieden, dienen gasmetingen uitgevoerd te worden om zonodig maatregelen te nemen.

Schijnveiligheid

Een omgeving kan veilig lijken, maar in werkelijkheid is deze niet veilig. Dit heet schijnveiligheid. Bijvoorbeeld wanneer er werkzaamheden zijn gedaan in een besloten ruimte en iemand de ruimte na een pauze weer wil betreden. Het lijkt wellicht veilig omdat er in de tussentijd 'niks gebeurd' is, maar in werkelijkheid kan het mengsel gassen binnen in de ruimte veranderd zijn. Of bijvoorbeeld wanneer de omgeving niet giftig is, maar wel een tekort aan zuurstof heeft. Het is daarom belangrijk om te blijven meten, ook als het veilig lijkt.

3. WAT METEN WE?

Je ziet ze meestal niet, maar ze zijn overal: gassen. Je ademt een gasmengsel in dat we "lucht" noemen, men kookt eten op het gasfornuis en drinkt een glaasje prik waarin koolzuurgas (CO₂) naar boven komt bubbelen.

De benaming 'gas' komt van het woord chaos. Gas is een wolk van moleculen, die willekeurig en chaotisch bewegen en die constant met elkaar en de hele omgeving in botsing komen. Gassen vullen elk beschikbaar volume en door de bijzonder hoge snelheid waarop gassen zich verplaatsen, mengen ze zich snel met de atmosfeer waarin ze vrijkomen. Een gas kan ook ontstaan vanuit een vaste of vloeibare stof, bijvoorbeeld door verwarming/verhitting.

Gassen kunnen lichter, zwaarder of ongeveer dezelfde dichtheid hebben als lucht. Gassen kunnen een geur hebben, maar kunnen ook geurloos zijn. Gassen kunnen een kleur hebben, maar kunnen ook kleurloos zijn. Als u het niet kunt zien, ruiken of aanraken, betekent dit daarom niet dat het er niet is. Om te bepalen welke en hoeveel gassen er zich in een ruimte bevinden moeten we meten.

Als we het over meten hebben, willen we weten hoeveel er van een bepaald soort gas in een ruimte aanwezig is om te bepalen of er risico's aanwezig zijn. De drie belangrijke gevaren die gassen met zich meebrengen zijn:



Gevaar voor vergiftiging - Giftige gassen (toxisch)



Brand- en of explosiegevaar - Brandbare gassen



Zuurstoftekort - Verstikkend

Nu we weten dat het doen van metingen belangrijk is, gaan we in dit hoofdstuk dieper in op wat er daadwerkelijk gemeten wordt.

3.1. Giftigheid

Giftigheid wordt vaak aangeduid in 'mate van giftigheid', ofwel toxiciteit. Het gaat hierbij om of de stoffen in de lucht zodanig aanwezig zijn dat zij giftig zijn voor de mens. Het effect treedt al op bij blootstelling aan zelfs bijzonder lage concentraties die ingeademd, ingeslikt of geabsorbeerd worden door de huid.

Om te weten of in een ruimte veilig gewerkt kan worden en hoelang er veilig gewerkt kan worden, is het van belang de grenswaarde op te zoeken in bijvoorbeeld het Chemiekaartenboek. Deze waarde wordt aangegeven door de grenswaarden. De grenswaarde is de maximaal toegestane concentratie van een (gevaarlijke) stof in de individuele ademhalingszone, voorheen werd dit de MAC-waarde (Maximaal Aanvaarde Concentratie) genoemd.

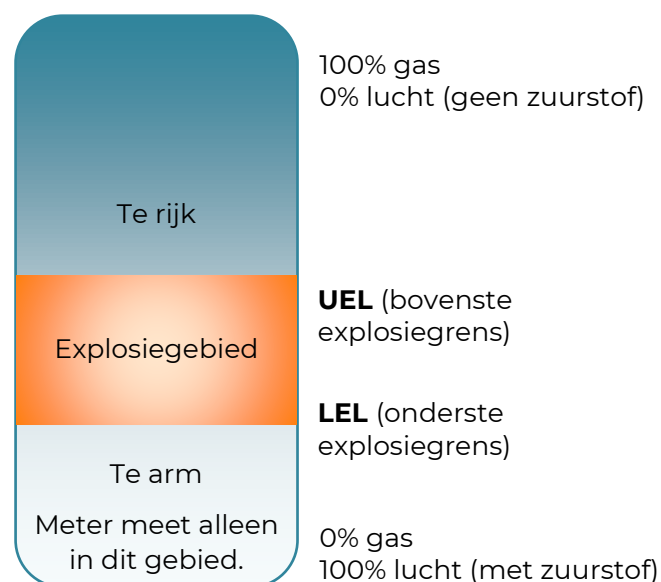
3.2. Explosiegevaar

Explosiegevaar treedt op wanneer er een brandbare stof in de lucht aanwezig is. Dit betekent dus dat er een combinatie van een brandbare stof en zuurstof aanwezig is. Dit kan zich voordoen in gasen, nevels en stoffen.

De mengverhouding van gas/damp en zuurstof waarbij een brandbaar mengsel ontstaat, is niet voor elk gas gelijk. In de vakliteratuur wordt de explosiegrens aangegeven door de afkorting L.E.L. (LEL), van "Lower Explosion Limit". Naast de LEL-waarde is er ook een maximale gasconcentratie: UEL-waarde (Upper Explosion Limit).

Een LEL-sensor geeft het aantal procenten vanaf de onderste explosiegrens aan (%LEL; Lower Explosion Limit).

Meestal wordt gedacht dat een explosie zich alleen voordoet indien direct vuur aanwezig is. Ontstekingsbronnen als hete oppervlakken, mechanische vonken, of elektrische installaties en elektrisch materieel worden vaak over het hoofd gezien.



3.3. Zuurstof (O₂)

Mensen hebben zuurstof nodig om te kunnen ademen. Onze (buiten) lucht bestaat voor ongeveer uit 20,9% zuurstof. Bij een hoger zuurstofpercentage (bijvoorbeeld 23%) kunnen stoffen sneller ontbranden. Bij een lager percentage (bijvoorbeeld onder 19,5%) kan het ademhalingsproblemen veroorzaken en verstikking met de dood tot gevolg.

Maar let op, een acceptabel percentage zuurstof wil nog niet zeggen dat de lucht veilig is! Waar bestaat immers de overige lucht uit?

3.4. Stikstof (N₂)

Ondanks dat onze 'lucht' uit bijna 21% zuurstof en 78% stikstof bestaat, is een toename van stikstof (of afname van zuurstof) erg gevaarlijk voor de mens, hij kan hierdoor stikken. Het gevaar van stikstof is dat dit gas geheel reukloos en kleurloos is en vanzelfsprekend zuurstof verdrijvend. Stikstof is een fractie zwaarder dan lucht en zal in een tank dan ook langzaam onder de lucht zakken. Een 'stikstofdeken' is bedoeld om de zuurstof uit de ladingtank te verdrijven en daardoor het explosiegevaar te minimaliseren.

Bij metingen spreken we vaak van een stikstofmeting, bijvoorbeeld bij het spoelen van ladingtanks voorafgaand aan belading. Wat er eigenlijk mee bedoeld wordt, is dat we juist het zuurstofgehalte proberen vast te stellen in een stikstofomgeving.

3.5. Zwavelwaterstof (H₂S)

Zwavelwaterstof (H₂S) is bij atmosferische druk en kamertemperatuur een kleurloos gas met een geur van rotte eieren. Het gas is zwaarder dan lucht. Bij hoge concentraties zwavelwaterstof (gevaarlijk!) kan men niet meer op de reukwaarneming vertrouwen, omdat deze stof bij een lage concentratie niet meer te ruiken is door tijdelijke verlamming van de reukzenuw. H₂S reageert heftig met oxiderende stoffen. H₂S is brandbaar en met lucht of zuurstof vormt het een explosief mengsel (LEL 4,3 Vol%).

3.6. Koolmonoxide (CO)

Koolmonoxide (CO) is een geurloze maar giftig en brandbaar gas. CO komt vrij bij o.a. onvolledige verbranding, roestvorming, broei- en rottingsprocessen. De stof belemmert de zuurstofopname in het lichaam.

CO kan zich bevinden in ballasttanks, ankerkettingbakken, kofferdammen, voor- en achterpiek en machinekamers. Deze ruimten dienen zeker op de aanwezigheid van CO gemeten te worden, alvorens deze betreden worden en/of er warm werk verricht wordt.

Bij het transport van eetbare oliën, en dan met name ruwe ongeraffineerde oliën (bijv. ruwe palmolie) en graansoorten, komt de aanwezigheid van CO regelmatig voor.

4. KENNIS VAN DE STOF EN EIGENSCHAPPEN

Elke stof heeft specifieke eigenschappen. In het vorige hoofdstuk worden er van een aantal veelvoorkomende gassen al wat eigenschappen benoemd, dit worden fysische eigenschappen genoemd. Bijvoorbeeld hoe makkelijk lost het op in water, hoe zwaar is het, ontbrand het gemakkelijk enz. De eigenschappen zijn bijvoorbeeld terug te vinden in het Chemiekaartenboek.

Voorbeeld fysische eigenschappen Methanol:

Kookpunt, °C	65
Smeltpunt, °C	-98
Vlampunt, °C	11
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	382
Explosiegrenzen, volume% in lucht	5,5 - 44
Minimum ontstekingsenergie, mJ	0,14
Soortelijke geleiding, pS/m	$1,5 \cdot 10^5$
Dampspanning in mbar bij 20°C	128
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)	1,1
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,01
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,8
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	volledig
Log P octanol/water	-0,7

4.1. Het vlampunt

Het vlampunt van een brandbare stof is de laagste temperatuur waarbij de stof tot ontbranding kan komen wanneer hij in contact komt met een ontstekingsbron. Het vlampunt moet niet worden verward met de zelfontbrandingstemperatuur. Dat is de temperatuur waarbij een damp/luchtmengsel spontaan tot ontbranding komt (zie H3.2).

Het vlampunt is kenmerkend voor de kans dat er door een vonk of een gloeiend voorwerp brand ontstaat.

4.2. Zelfontbrandingstemperatuur

De zelfontbrandingstemperatuur is de laagste temperatuur waarbij, bij een druk van 1 atmosfeer en een gemiddeld zuurstofgehalte in de lucht, een stof spontaan ontbrandt en ook blijft branden.

4.3. Relatieve dampdichtheid

De dichtheid van de gassen wordt vergeleken met de dichtheid van lucht. Als een gas zwaarder is dan lucht zakt het naar beneden. Is een gas lichter, dan stijgt het omhoog (denk aan een helium ballon). En er zijn gassen die ongeveer hetzelfde gewicht hebben als lucht. Deze zullen gaan “zweven”. Het gewicht van gassen ten opzichte van lucht wordt weergegeven in dampdichtheid.

Lucht heeft een dichtheid van 1,0, dus;

Een dampdichtheid < 1,0 zal stijgen

Een dampdichtheid > 1,0 zal dalen

4.4. Bronnen voor fysische eigenschappen

Aan de hand van de informatie uit het Chemiekaartenboek, WIK (Werkplekinstructiekaart) en/of een SDS (Safety Data Sheet) bepaalt de kapitein welke maatregelen er getroffen moeten worden om de risico's te beheersen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de te gebruiken persoonlijke beschermingsmiddelen en de te nemen maatregelen bij ongevallen. Hierbij is het belangrijk dat we de stofeigenschappen kennen zodat we weten waar er gemeten dient te worden en op welke waarden we moeten letten.

SDS

Een SDS of veiligheidsinformatieblad is een gestructureerd document met informatie over de risico's van een gevaarlijke stof of preparaat, en aanbevelingen voor het veilig gebruik ervan.

Het is dus van groot belang dat een SDS opgevraagd wordt. De producent/leverancier heeft ook de plicht om de SDS te verstrekken. Via een bevrachter kan vaak ook een SDS opgevraagd worden. Wanneer er gezocht wordt naar SDS online, is er altijd een risico dat deze verouderd, niet geschikt of incorrect is.

De secties uit een SDS zijn:

- S1 - Identificatie van de stof of het preparaat en van de onderneming
- S2 - Identificatie van de gevaren
- S3 - Samenstelling en informatie over de bestanddelen
- S4 - Eerst hulp maatregelen
- S5 - Brandbestrijdingsmaatregelen
- S6 - Maatregelen bij onopzettelijk vrijkomen van de stof of het preparaat
- S7 - Hanteren en opslag
- S8 - Maatregelen ter bescherming van blootstelling/persoonlijke bescherming
- S9 - Fysische en chemische eigenschappen
- S10 - Stabiliteit en reactiviteit
- S11 - Toxicologische informatie
- S12 - Ecologische informatie
- S13 - Instructies voor verwijdering
- S14 - Informatie m.b.t. het vervoer
- S15 - Wettelijk verplichte informatie

Chemiekaart

Met nadruk wordt erop gewezen dat de Chemiekaart de gevaarseigenschappen van de stof vermeldt en dat hieruit niet automatisch de omvang van de risico's blijkt. Risico's bij het werken met chemische producten zijn niet enkel afhankelijk van de gevaarseigenschappen van het product, maar evenzeer van de heersende werkomstandigheden. Hierbij dient vooral gedacht te worden aan de kans op en duur van blootstelling van de werknemer aan een damp of nevel, aan een vloeistof of aan een vaste stof, en dan met name aan poeders.

Het Chemiekaartenboek is ontwikkeld voor laboranten die in een laboratoriumomgeving werken. De werkomstandigheden daar zijn anders dan aan boord.

WIK

Een werkplekinstructiekaart is vergelijkbaar met een Chemiekaart. De stof- en gevaarseigenschappen zijn hier ook in benoemd. Echter is een WIK meer geschreven op werkomstandigheden zoals wij die kennen aan boord. Het voordeel is ook dat er bijvoorbeeld het te gebruiken meetbuisje van verschillende merken is aangegeven, evenals de te gebruiken PID-lamp met de daarbij behorende correctiefactor.

5. HOE METEN WE?

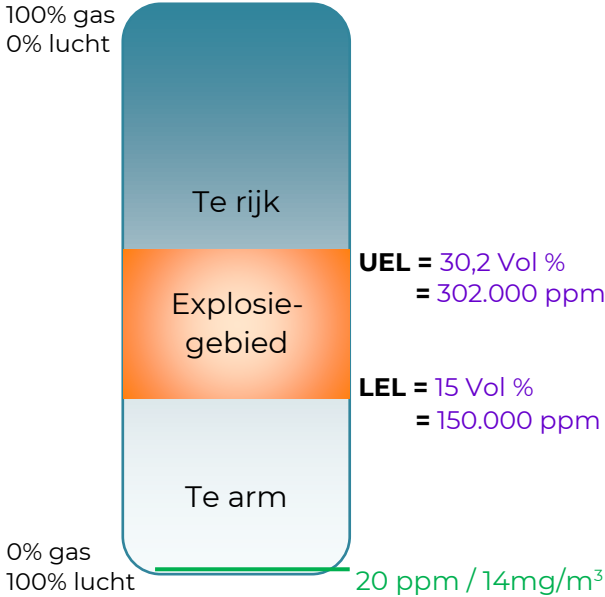
5.1. PPM, mg/m³ en volumeprocent

De grenswaarden voor de giftigheid zijn meestal weergegeven in mg/m³, terwijl de meetapparatuur vaak de waarden in Parts Per Million (PPM) geeft. Er bestaat een verband tussen ppm en mg/m³ bij 20°C en een luchtdruk van 1013 mbar. Om de waarden om te rekenen kan er een omrekeningsfactor gebruikt worden. In sommige gevallen is de omrekeningsfactor al weergegeven op de informatiebladen, maar deze is ook zelf te berekenen. Hieronder zullen we dit laten zien.

Het begrip volumeprocent (afgekort als % vol of vol%) of volumepercentage is een maat voor de concentratie van een stof in een mengsel. Het is de verhouding van het volume van de stof ten opzichte van het totale volume, uitgedrukt als percentage.

Voorbeeldberekening ammonia:

(De stofinformatie dient altijd opgezocht te worden in het veiligheidsinformatieblad.)

Gegeven informatie		
Kookpunt, °C	38	
Smeltpunt, °C	-58	
Vlampunt, °C	n.b. ²⁾	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	651	
Explosiegrenzen, volume % in lucht	15 – 30,2	
Minimum ontstekingsenergie, mJ	680	
Dampspanning in mbar bij 20°C	483	
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1) (NH ₃)	0,6	
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	0,8	
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,9	
Oplosbaarheid in water, g/100ml	Volledig	
Log P octanol/water (ber.)	-1,3	
Grenswaarde (als NH ₃)	20 ppm 14mg/m ³	
MAX TGG-15min. (als NH ₃)	50 ppm 36mg/m ³	
Brutoformule	H ₂ NO	
Relatieve molecuulmassa	35,1	
Omrekenfactor van mg/m ³ naar ppm	1,463	
Omrekenfactor van ppm naar mg/m ³	0,684	

Als de omrekeningsfactor wel gegeven is

We lezen in het Chemiekaartenboek dat voor ammonia een grenswaarde geldt van 14 mg/m³ en we gaan het gas in de tank meten om te kijken of hieraan voldaan wordt. We moeten dus eerst weten hoeveel ppm dit is.

Grenswaarde: 14 mg/m³

Omrekenfactor van mg/m³ naar ppm: 1,463

Rekenvoorbeeld:

$$14 \text{ mg/m}^3 \times 1,463 = 20 \text{ ppm}$$

We weten dus nu als we onder de 20 ppm meten dat we onder de grenswaarde van 14 mg/m³ blijven.

Andersom geldt natuurlijk dat we ook eerst het gas kunnen meten. Stel we meten 30 ppm:

Omrekenfactor van ppm naar mg/m³: 0,684

$$30 \text{ ppm} \times 0,684 = 20,52 \text{ milligram per m}^3$$

Dit is dus boven de grenswaarde van 14 mg/m³.

Als de omrekeningsfactor niet gegeven is, dan kun je die uitrekenen

Bij gas is er 1 molecuul aanwezig op 24 dm³ (of 1 op 24.000 cm³)

Molecuulmassa ammonia: 35,1 gram (of 35.100 milligram)

De formule voor de omrekeningsfactor:

$$1 \text{ ppm} = \frac{\text{Molecuulmassa}}{24} = \text{mg/m}^3$$

Rekenvoorbeeld:

$$1 \text{ ppm} = \frac{35,1 \text{ g}}{24 \text{ dm}^3} \text{ of } \frac{35.100 \text{ mg}}{24.000 \text{ cm}^3} = 1,463 \text{ milligram per cm}^3$$

$$1 \text{ ppm} = 1,463 \text{ milligram per cm}^3$$

Of andersom

$$1 \text{ mg/m}^3 = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \frac{24}{35,1} = 0,684 \text{ ppm}$$

$$1 \text{ mg/m}^3 = 0,684 \text{ ppm}$$

5.2. Voordat je start met meten

Houd voor aanvang van het meten rekening met de onderstaande punten.

- Stel zeker dat je de informatie van de juiste stof hebt. De stofnaam moet exact overeenkomen met de juiste vervoersnaam.
- Weet welke informatie relevant is voor het juist interpreteren van meetwaarden. Zo is er vaak een correctie nodig. Zie de van toepassing zijnde LEL en PID-tabellen.
- Kies de juiste PBM's voor het verrichten van een meting.
- Raadpleeg een deskundige bij twijfel of vragen over producteigenschappen.
- Controleer of de SDS/productinformatie niet te oud is. Vraag een recente SDS op, een SDS mag niet ouder zijn dan 5 jaar.
- Een SDS moet afkomstig zijn van de fabrikant van de betreffende lading van die reis.
- Kies de juiste meter (geschikt voor het product).
- Voordat je meet, controleer de apparatuur. Zie Hoofdstuk 6 Apparatuur.
- Lees aandachtig de gebruiksaanwijzing.
- Haal de meter uit de lader, controleer het vochtfilter en schakel de meter in. (opwarmtijd meetcellen ca. 30-120 sec.)
- Controleer accu, alarmsettings en het pompalarm.
- Voer een verse lucht kalibratie in een te verwachten schone omgeving (buiten, bovenwinds en bijv. niet bij uitlaat).

5.3. Het meetproces

- Zorg dat ten alle tijden zicht op het display van de meter is om schommelingen/afwijkingen waar te nemen.
- Voer metingen altijd op verschillende hoogten en plaatsen uit.
- In tanks meet je van bovenaf en recht naar beneden, je weet dus niet hoe de situatie in een hoek of achter een spant is. Neem de hoogst gemeten waarde als uitgangspunt.
- Wacht bij het meten in een tank bij het ontgassen/ventileren minstens 15 minuten nadat de ventilator is gestopt, zodat de atmosfeer in de tank eerst kan stabiliseren voor een betrouwbare meting.
- Zorg dat de slang lang genoeg is en geen kinken heeft of dichtgeknepen wordt.
- Zorg dat je lang genoeg meet om de slang helemaal te kunnen doorspoelen.
- Gebruik altijd een drijfbal aan de slang om te voorkomen dat er vloeistoffen worden opgezogen.
- Meet gedurende de eerste 2 uren na aanvang van het ontgassen regelmatig aan dek nabij de opening met vlamkerend rooster en houd rekening met windrichting en windsterkte.
- Minimaal 12 Vol% zuurstof (O₂) is nodig voor een goede LEL-meting (behalve infrarood LEL-sensor). (Zie instructie van het betreffende apparaat.)
- Stop met meten als de meter boven de 50% LEL komt (om schade aan de meter te voorkomen).

5.4.Registratie

Volg de procedure en het bijbehorende formulier van kantoor voor het gasmeten en registreren van de gemeten waarden. De registratie is wettelijk verplicht en belangrijk voor het kunnen interpreteren van de toestand van bijv. ladingtanks bij het ontgassen.

Voor het registreren van gemeten waarden, zijn procedures beschikbaar. Denk hierbij ook aan het invullen van werkvergunningen e.d.

Mocht er, onverhoopt, een ongeval plaatsvinden, zal een autoriteit en verzekering altijd vragen naar de gemeten waarden.

5.5. Na het meten

- Laat de pomp doorspoelen tot de zuurstof op 20,9% staat en alle andere waarden op nul staan (met de slang eraan).
- Schakel de meter uit en plaats deze weer schoon in de lader met een vochtfilter erop.
- Geef afwijkingen en beschadigingen door. Soms moet deze opnieuw gekalibreerd worden in frisse lucht of een sensor vervangen (bijvoorbeeld wanneer een LEL-sensor te heet is geworden door het aanbieden van te veel brandbaar gas).
- Draag een persoonlijke meter (zie hoofdstuk 6) tijdens het betreden van de ruimte.

6. APPARATUUR

Het is erg belangrijk dat de juiste apparatuur gebruikt wordt voor een meting. Meten van gassen gebeurt met een gasdetectiemeter. Een gasdetectiemeter bevat sensoren. Deze kunnen het gas waarnemen. Een gasmeter kan één of meer verschillende sensoren bevatten. Er zijn sensoren die de hoeveelheid gas meten met een specifiek gevaar. Dit zijn sensoren die bijvoorbeeld brandbare gassen detecteren of een sensor die giftige gassen kan detecteren. Deze sensoren vertellen je de hoeveelheid gas die er aanwezig is, maar kunnen niet aangeven welk gas er aanwezig is. Op het moment dat je een meting uitvoert en de meter geeft aan dat je 10% LEL meet, weet je dat er een brandbare stof aanwezig is. Maar door welke gassen dit gevaar komt, kun je met deze sensor niet bepalen.

Er zijn ook sensoren die een specifiek gas kunnen meten (Zuurstof, H₂S, CO₂). Deze sensor kan alleen dat specifieke gas meten en zegt niks over de andere gassen en gevaren in de ruimte. Als je meter aangeeft dat er 20,9% zuurstof aanwezig is, zegt dit niks over de andere gassen die in een ruimte aanwezig zijn.

Persoonlijke meetinstrumenten

Er zijn verschillende persoonlijke meetinstrumenten beschikbaar voor het detecteren van productconcentraties en gevaarlijke atmosferen, zuurstof en giftige gassen. Hoewel de werking van de gasdetectiemeters en sensoren veelal op hetzelfde principe berust, is het belangrijk dat je de gebruiksaanwijzing van de door jou gebruikte apparatuur kent. Draag deze meetinstrumenten tijdens het betreden van een besloten ruimte en aan dek tijdens laad/los operaties.

Verschillende waarden

Ook kunnen meters in precies dezelfde omstandigheden verschillen in de getoonde waarden. Dit is iets waar we niets aan kunnen doen, maar het kan wel gevaarlijke situaties opleveren. Het is dus zaak dat de gebruikers van de meters enige kennis hebben van het gasmeten. Een gasmeting mag alleen door een ADN-deskundige uitgevoerd worden.

Algemene punten voor meetapparatuur

Ieder meetinstrument dient:

- Geschikt zijn voor de vereiste test;
- Voldoende nauwkeurig zijn voor de vereiste test;
- Van een goedgekeurd type zijn;
- Correct worden onderhouden en;
- Regelmatig worden gecontroleerd aan de hand van standaardmonsters (kalibratie).

Ter aanvulling op het gebruik van de meters:

- Ken en begrijp de handleiding van het meetinstrument.
- Gebruik het juiste meetinstrument met juiste sensoren of meetbuisjes voor de juiste stoffen.
- Ken de beperkingen van het meetinstrument.
- Weet wat je meet en hoe je de waarden moet interpreteren.
- Houd rekening met eventuele correctiefactoren.
- De aanzuigslang is van invloed op de meting. Zowel de lengte (responsietijd) als het materiaal (absorptie van gas). Iedere extra meter slang kan een vertraging van 10-30 seconden opleveren. Dit is verschillend per merk/type meter en hangt o.a. af van de pompcapaciteit.
- Bij het uitschakelen van de combimeter dienen alle sensoren, dus ook de H₂S en de CO weer terug op 0 PPM te staan alvorens het apparaat wordt uitgeschakeld. Laat de pomp dus draaien zo lang het nodig is om de kamer met sensoren met voldoende schone lucht te spoelen...MET DE SLANG ER NOG AAN!
- Plaats, indien mogelijk, altijd een vochtfilter, ook als de meter niet is ingeschakeld.

Hieronder worden specifieke kenmerken per type meter genoemd, ter aanvulling op de handleidingen (en filmpjes) die bij de meters horen.

De in dit document getoonde modellen, zijn slechts enkele voorbeelden van de vele soorten en typen meters op de markt.

6.1. Zuurstofmeter

De zuurstofmeter wordt ook wel O₂-/OX-/OXY-meter genoemd.



- Voorafgaand aan meting een verse luchtkalibratie uitvoeren in een te verwachten schone omgeving (geen stuurhuis of naast uitlaat) om referentiepunt van 20,9 Vol% vast te stellen.
Indien dit niet mogelijk is, voer dan geen verse luchtkalibratie uit. De “niet-schone” lucht wordt dan namelijk als schone lucht aangezien door de meter en dan is de meting niet betrouwbaar. De meeste sensoren “onthouden” de laatste waarden van de laatste kalibratie en bieden dan ook een keuzemogelijkheid bij het opstarten om dit automatisch of handmatig uitvoeren. Wanneer de waarden goed staan, is dit dus niet noodzakelijk.
- (Combi-)meter ALTIJD in de lader laten wanneer deze niet wordt gebruikt. In de meeste gevallen berust de werking op een meetcel met elektrolyt die altijd stroom verbruikt. Daarom is de lithium-ion accu na een aantal dagen leeg wanneer deze niet opgeladen wordt. Dit is dus normaal.
- De meeste zuurstofsensoren zijn niet geschikt om een zuurstofmeting te verrichten in een stikstofomgeving. Informeer bij uw leverancier of dit het geval is alvorens u bijvoorbeeld het zuurstofpercentage in een ladingtank, welke onder stikstof staat, moet meten. Er bestaan hiervoor geschikte sensoren.

6.2. Giftigheidsmeter

Giftigheidsmeters of TOX- of toximeters komen voor in verschillende vormen. Zo zijn er chemische indicatorbuisjes met handpomp, elektrochemische sensoren en PID-sensor.



6.2.1. Chemische indicatorbuisjes met handpomp

Let bij het gebruik van chemische indicatorbuisjes op de onderstaande punten:

- Weet precies om welke stof het gaat.
- Grote standaardafwijking 5 tot 30%.
- Sommige buisjes reageren pas als de grenswaarde concentratie is overschreden.
- Onnauwkeurig en dus alleen te gebruik als INDICATIE!
- Exact de juiste hoeveelheid lucht aanzuigen, meestal 100ml per pompslag.
- Garantiedatum (houdbaarheid) van buisjes is ± 2 jaar.
- Voor iedere meting is er een nieuw buisje nodig, dus groot verbruik.
- Veel verschillende soorten buisjes nodig voor gebruik aan boord van tankschip die verschillende producten vervoerd.
- Vaak zijn de buisjes van verschillende fabrikanten niet te gebruiken in een pomp van een ander merk (er zijn uitzonderingen die wel passen en toegelaten zijn).
- Niet iedere fabrikant heeft een even groot assortiment aan buisjes om veel verschillende stoffen aan te kunnen tonen.
- Lees ALTIJD de gebruiksaanwijzing in de verpakking van het doosje met meetbuisjes. Hierin staat essentiële informatie m.b.t. de buisjes en het uitvoeren van een correcte meting. Hierin staat wat het buisje kan, maar dus ook wat het niet kan. En dat laatste valt vaak tegen.
- Let ook op de bewaartemperatuur van de buisjes.

Let bij het gebruik van de handpomp op de onderstaande punten:

- Test de pomp met de verlengslang op lektheid d.m.v. een ongeopend nieuw buisje in te steken en een pompslag te maken. De pomp moet dan gedurende ca.15 seconden in dezelfde positie blijven staan.
- Gebruiksaanwijzing van het buisje goed lezen en bepaal het aantal pompslagen, openingstijd van de pomp en welke verkleuring er plaats zou moeten vinden.
- Slagenteller op nul zetten.
- Punten van buisje afbreken en het buisje met pijl richting de pomp in pomp plaatsen.
- Voer meting uit door pomp in te knijpen of uit te trekken tot indicator op de pomp volledig verkleurt t.b.v. volledige pompslag.
- **STOP:** - Wanneer het aantal pompslagen is bereikt.
- Het buisjes voor $\frac{3}{4}$ is verkleurd (Vergelijk de verkleuring met een ongebruikt buisje.) Schrijf in dit geval het aantal pompslagen op.
- Houd dus exact bij hoeveel pompslagen je maakt. Na iedere meting ook weer de slagenteller op 0 zetten!
- Spoel de pomp na de meting door met schone lucht door een aantal pompslagen zonder buisje te maken (NIET OP IEMAND RICHTEN, HET STOF UIT DE BUISJES BESTAAT OOK UIT CHEMICALIËN!)
- Bewaar het gebruikte buisje bij het chemisch afval en let op dat de punten vlijmscherp zijn.

6.2.2.PID-sensor- Photo Ionisatie Detector – PID



Een PID-meter detecteert continu de aanwezige concentratie van stoffen, toxische gassen en/of dampen uitgedrukt in parts per million (PPM). Echter detecteert een PID-meter niet stof-specifiek, alle stoffen in het te meten gasmonster worden weergegeven als één gezamenlijke waarden op de display van de PID-meter.

Een PID-meter werkt door middel van het “ioniseren” van de molecule van een stof met een speciale UV-lamp. Dit gebeurt op moleculair niveau. De PID-meter meet eigenlijk positieve en negatieve deeltjes van een stof, het doet iets met plusjes en minnetjes, simpel gezegd. De stof zelf verandert niet, er vindt geen verbranding plaats of iets dergelijks.

Er bestaan grofweg 3 soorten UV-lampen die hiervoor gebruikt worden, de meest voorkomende is de zogenaamde 10,6eV. Deze kan de meest voorkomende stoffen meten, maar bijvoorbeeld geen Methanol of Acrylonitril. Hier is dan weer een 11,7eV-lamp voor nodig. PID-sensoren zijn ook zeer vochtgevoelig, plaats dus ook altijd een schoon vochtfilter.

Wanneer er een meting uitgevoerd moet worden op de aanwezigheid van giftige gassen met behulp van een PID-meter, is het dus belangrijk dat de gebruiker vooraf zeker stelt dat de betreffende lamp in de meter dan ook reageert op de te meten stof en de daarbij behorende correctiefactor voor het omrekenen moet ook bekend zijn. Gebruik alleen de correctiefactoren welke de fabrikant van de meter heeft bepaald. Deze zijn in hun laboratorium met hun meters vastgesteld.

De PID-meter weet “zelf” niet wat hij meet, dat moeten wij de meter dus gaan “vertellen”. Bij zuivere stoffen is dat niet moeilijk, het wordt pas lastig als we met mengsel van koolwaterstofverbindingen te maken hebben. De samenstelling hiervan is vaak moeilijk te bepalen en er zijn dan complexe rekenmethodes nodig om deze meting dan uit te voeren. Om dat eenvoudig te houden gebruik je waarden op het display, welke dan niet omgerekend worden. De instellingen van het meetgas in het apparaat moet dan gelijk zijn aan het gas waar deze op is gekalibreerd. Dit is bij een PID-meter standaard Isobutyleen, echter dit kan naar behoefte ook een ander kalibratiegas zijn.

Het voordeel van een PID-meter is dat deze ook ingezet kan worden voor continu-metingen en lekdetectie. Dit is met buisjes nagenoeg onmogelijk.

6.2.3. Elektrochemische sensoren

Elektrochemische sensoren, of product specifieke meters, zijn beschikbaar in de combigasmeters en als losse persoonlijke veiligheidsmeters.



Aandachtspunten:

- H₂S en CO-sensoren zijn vaak kruisgevoelig op veel andere stoffen, denk aan alcoholen en hoge concentraties H₂S. Dit betekent dat een H₂S-sensor kan reageren op de aanwezigheid van Koolmonoxide maar ook andersom.
- Bij het aanbieden van veel brandbaar gas aan een katalytische LEL-sensor, kan de CO-sensor ook reageren. Er vindt immers een verbranding plaats in de meetcel voor LEL (gloeidraad) en hierbij komt dan logisch ook CO vrij.
- Een CO-meting zal voornamelijk van belang zijn bij het betreden van besloten ruimten, zoals ballasttanks, voor- en achterpiek, etc.
- Let er wel op dat het papieren vuilfiltertje op de sensor schoon is.

H₂S persoonlijke meting

Op raffinaderijen en bij het vervoer van producten waarvan bekend is dat deze H₂S kunnen bevatten, dient tijdens laden/lossen en werkzaamheden (aan-/afkoppelen en meten/monteren) een persoonlijke H₂S-detector boven op de kleding op borsthoogte gedragen te worden.



6.3. Explosiemeter

Er bestaan 2 typen LEL-sensoren, een katalytische en een infrarood. De eerstgenoemde verbrand de aangezogen lucht d.m.v. een gloeispiraal. De infraroodlamp doet dit niet. Deze wordt ook wel procesmeter genoemd, omdat deze niet alleen in procenten van de LEL, maar ook in volumeprocenten het explosiegevaar kan meten, dus meer dan 100% van de onderste explosiegrens. De infra-rood-Explosiegevaarmeters kunnen ook in een omgeving met weinig zuurstof een meting verrichten.



Bij een concentratie hoger dan 5-10% LEL wordt een akoestisch en optisch alarmgegeven. Wanneer 100% van de onderste explosiegrens wordt gemeten, betekent dit dat het mengsel te ontsteken is. Voor zo'n ontsteking is dan alleen nog maar een ontstekingsbron van voldoende energie nodig.

Punten om rekening mee te houden bij de meest voorkomende LEL-sensoren, welke de dampen "verbranden" (dus anders dan infrarood):

- Bijtende en oxiderende gassen kunnen het meetelement beschadigen (bijv. Ammoniak).
- Meetelement kan vergiftigd raken, bijv. siliconendampen.
- Sommige explosiemeters zijn niet geschikt om levels van brandbare vloeistof te meten. Meetcel raakt ernstig beschadigd en is onbruikbaar.
- Voor sommige meters dient altijd een vochtfilter geplaatst te worden, ook als de meter niet is ingeschakeld.
- Wanneer er te weinig zuurstof aanwezig is voor een goede verbranding, zal de katalytische LEL-sensor vervuilen en een onbetrouwbare meting geven. Er is minimaal 12 Vol% zuurstof nodig voor goede meting (gasmengsel wordt verbrand in meetcel). Let hierop wanneer de tanks onder stikstof staan!
- Combineer een katalytische LEL-meting dus ook altijd met een O₂-meting.

LEL-sensoren die werken met een infra-roodlamp, hebben geen last van bovengenoemde zaken. Deze sensoren reageren echter niet op een aantal brandbare stoffen (ammoniak, acetyleen en waterstof) dan een sensor die werkt op basis van verbranding. Er zijn wel meters op de markt waar beide type LEL-sensoren in aanwezig zijn.

6.4. Onderhoud

Voor goed werkende meters is het belangrijk op regelmatig onderhoud te plegen. Hieronder een aantal punten om rekening mee te houden:

- Controleer voor elk gebruik of de meter in goede staat verkeert.
- Vocht is schadelijk voor gasdetectie-apparatuur.
- In de handleiding staan instructies voor bump testen en kalibraties.
- Sensoren hebben een beperkte levensduur, ook onder normale omstandigheden. Ook de garantieperiode is vaak beperkt. Dit kan per merk verschillen.
- Bij het aanbieden van grote hoeveelheden brandbaar gas kunnen de sensoren beschadigen waardoor zij niet meer betrouwbaar of bruikbaar zijn.
- Slangen; lengte (minimaal de holte van de tank + 1 m) en een drijfbal aan het einde (zodat de slang niet in de vloeistof hangt).
- Laat de meter aan en spoel net zo lang tot de waarden weer terug zijn op de oorspronkelijke waarden. Laat de slang met drijfbal eraan zitten en spoel deze ook mee.
- Zorg dat de gasdetectiemeter en slang na meting schoon zijn voordat je deze opbergt. Zie hiervoor de handleiding.
- Meetbuisjes koel en donker bewaren (zie handleiding). Verzeker je ervan dat de meetbuisjes geschikt zijn voor de te meten stof.
- Zorg dat de slang na meting ook schoon is voor opbergen. Zie hiervoor de handleiding.
- Zorg dat er ALTIJD een vochtfilter geplaatst is en vervang deze regelmatig, omdat deze verzadigd/vervuild kan raken en dichtslibben.

WET-, REGELGEVING EN NORMEN

- BPR Art. 4 en 6
- RPR 3.18, 4 en 6.04
- <http://www.ccr-zkr.org/13020500-nl.html#02>
- ISGINTT Hoofdstuk 2.4 “Gasmeting” en Hoofdstuk 11.4 behandelt “Ontgassing”, Versie2023
- REACH

GERAADPLEEGDE BRONNEN

- RAE-Benelux
- Dräger Nederland B.V. - Marine & Offshore
- Handboek VHF Maritiem

REVISIE MATRIX

Versie nr.	Veranderingen	Datum
1	Eerste versie	13 oktober 2020
2	Update lay-out Wijziging omtrent ontgassing Vervanging Mac-waarde en MSDS Verscherping tekst Verwijdering correctie tabellen	15 juli 2025