

Gasdetectie in parkeergarages in theorie en praktijk

Volgens de Nederlandse norm

NEN 2443: 2013

Parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages

Steekwoorden:

- ◆ Ventilatie
- ◆ Open- of gesloten garage
- ◆ CO-detectie
- ◆ LPG-detectie
- ◆ NO₂-detectie
- ◆ H₂ detectie
- ◆ Aantal en plaats van detectoren
- ◆ Waarschuwingmiddelen
- ◆ Meetprincipes
- ◆ Inbedrijfstelling
- ◆ Onderhoud

Door: Marchel Jonkman

MSA Nederland bv

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | Inleiding | 3 |
| 2. | Parkeergarage categorieën..... | 4 |
| 2.1. | Open parkeergarages | 4 |
| 2.2. | Dichte parkeergarages | 5 |
| 2.3. | Bestaande parkeergarage ventilatiemethoden..... | 6 |
| | b) Semi-natuurlijke methoden | 6 |
| 2.4. | Principe stuwkrachtventilatie | 7 |
| 3. | Doelstellingen van de NEN 2443: 2013..... | 8 |
| 3.1. | Wanneer noodzakelijk? | 8 |
| 3.2. | CO-detectie | 8 |
| 4. | Ontruimingsinstallaties..... | 10 |
| 4.1. | Transparantarmaturen | 10 |
| 4.2. | Signaallampen | 10 |
| 4.3. | Akoestische signaalgevers | 11 |
| 5. | Noodstroomvoorzieningen | 11 |
| 6. | Aanvullende eisen | 11 |
| 6.1. | Elektrische installaties in parkeergarages..... | 11 |
| 7. | Gezondheidsrisico's door uitlaatgassen | 12 |
| 7.1. | Koolmonoxide | 12 |
| 7.2. | Stikstofmonoxide en stikstofdioxide | 12 |
| 8. | Meettechnieken | 12 |
| 8.1. | Detectie van koolmonoxide (CO)..... | 12 |
| 8.1.1. | Hopcalite | 12 |
| 8.1.2. | Infrarood absorptie..... | 13 |
| 8.1.3. | Elektrochemische cel | 13 |
| 8.1.3.1. | Ontwikkeling in de tachtiger jaren van de 20 ^{ste} eeuw | 13 |
| 8.1.3.2. | Beschrijving van het principe..... | 13 |
| 8.1.3.3. | Scheikundige reactie in de EC-cel | 14 |
| 8.1.3.4. | Theoretisch oneindige levensduur..... | 14 |
| 8.1.3.5. | Garantie en levensduur | 14 |
| 8.1.3.6. | RFI (Radio Frequency Interference) | 14 |
| 8.1.3.7. | Dwarsgevoeligheid voor andere gassen in een parking | 15 |
| 8.2. | Detectie van autogas (LPG)..... | 15 |
| 8.2.1. | Katalytische oxidatie..... | 15 |
| 8.2.1.1. | De ontwikkeling van de katalytische gasdetector | 15 |
| 8.2.1.2. | De constructie van de moderne katalytische gasdetector | 15 |
| 8.2.1.3. | Ongevoelig voor temperatuur- en vochtgehalteverandering | 16 |
| 8.2.1.4. | Resistent tegen tetra-ethyllood | 16 |
| 8.2.2. | LPG-detectie op basis van de halfgeleider..... | 16 |
| 8.2.2.1. | Nieuwe toepassing van een beproefde meettechniek | 16 |
| 8.2.2.2. | De werking van een halfgeleiderdetector | 16 |
| 9. | Onderhoud | 17 |
| 9.1. | Geen beveiligingsstelsel zonder onderhoud | 17 |
| 9.2. | Lagere kosten bij een servicebezoek | 17 |
| 9.3. | Onderhoudscontracten | 18 |
| 10. | Tot besluit..... | 18 |

1. Inleiding

Sinds maart 2013 geldt in Nederland voor het parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages de Nederlandse norm NEN 2443: 2013. De voorschriften voor diverse voorzieningen in parkeergarages stonden sinds 1978 beschreven in de Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 2443. Ook gasdetectie voor parkeergarages werd in deze richtlijn, zij het zeer beperkt, beschreven. Dit heeft in de afgelopen jaren zeer uiteenlopende oplossingen voor deze problematiek opgeleverd en regelmatige discussies door verschillen in interpretatie. Met het verschijnen van de Nederlandse Voornorm NVN 2443 in 1996 werd veel onduidelijkheid weggenomen. Uiteindelijk resulteerde dit in de NEN 2443: 2013 in april 2013. De informatie welke voor u ligt is bedoeld om zonder veel speurwerk snel vertrouwd te raken met de vele aspecten van gasdetectie in parkeergarages. Op deze manier kunt u gebruik maken van de jarenlange ervaring op dit gebied van niet alleen MSA Nederland B.V., maar ook van onze Duitse fabriek MSA/Auer. Vooral in Duitsland heeft men zeer veel ervaring op het gebied van deze vorm van gasdetectie, daar de ondergrondse parkeergarage sinds de jaren 70 bij onze oosterburen meer dan waar ook wordt toegepast. Alleen al in Berlijn, waar MSA/Auer sinds 1892 is gevestigd, komen we honderden ondergrondse garages tegen, veelal met CO-detectie van MSA/Auer, ontworpen volgens de strenge Duitse VDI normen voor ondergrondse parkeergarages en tunnels. Deze instrumentatie voldoet op alle punten ruimschoots aan de eisen die in de NEN 2443: 2013 worden gesteld.

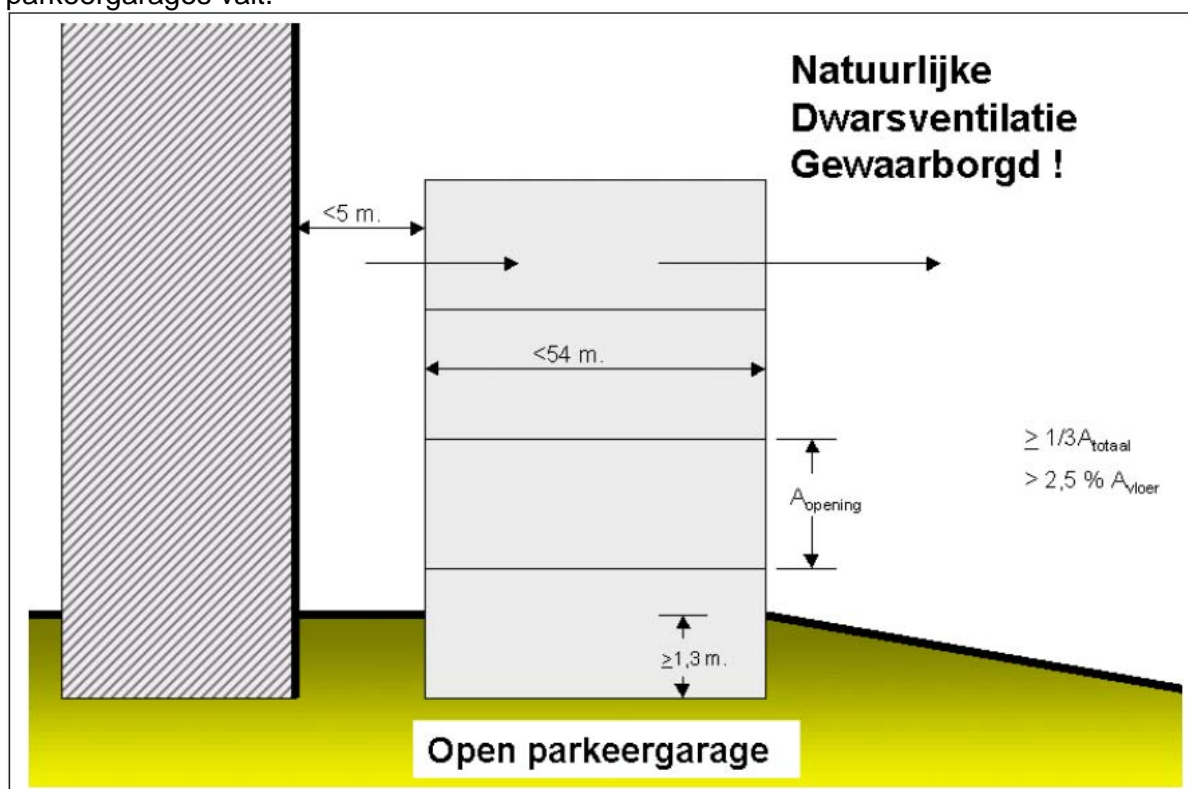
Vanzelfsprekend kunt u ook rekenen op onze vakkundige Technische Service, die u bij afname, inbedrijfstelling, onderhoud en eventuele storingen terzijde staat. Ook door middel van een onderhoudscontract wordt de goede werking van onze systemen op de lange termijn optimaal gewaarborgd.

Hoorn, maart 2013
MSA Nederland BV,
Marchel Jonkman
Afdeling Instrumentatie

2. Parkeergarage categorieën

2.1. Open parkeergarages

Een open parkeergarage wordt pas als “open” erkend, als aan een aantal criteria is voldaan. In onderstaande figuur is aangegeven wanneer een parkeergarage in de categorie open parkeergarages valt.



Verklaring bij bovenstaande figuur:

- Natuurlijke ventilatie moet zijn gewaarborgd;
- Minstens twee tegenover elkaar staande wanden moeten niet afsluitbare buitenwanden zijn;
- De opening in de buitenwanden moet minimaal $1/3$ van het totale wandoppervlak zijn die het compartiment begrenzen. (binnen- en buitenwanden samengerekend). Of de openingen in de buitenwanden moeten minimaal $2,5 \%$ zijn van het bruto vloeroppervlak van het compartiment. Deze twee buitenwanden mogen niet meer dan 54 meter uit elkaar staan;
- De wanden met de openingen moeten minimaal 5 meter vrije ruimte hebben t.o.v. naastgelegen bebouwing;
- De laagste vloer van de parkeergarage mag nergens meer dan 1,3 meter onder het maaiveld liggen;
- Wanden in de parkeergarage mogen geen belemmering zijn voor de natuurlijke ventilatie.

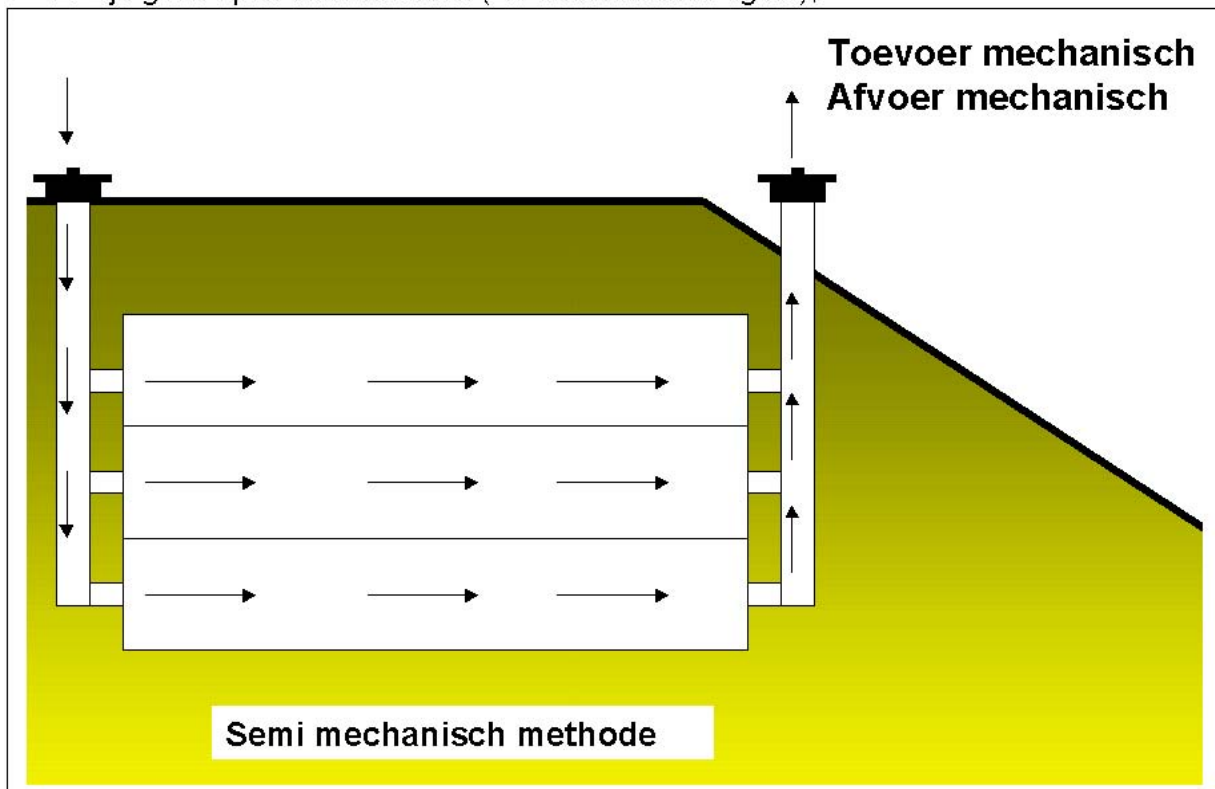
Indien aan één van de in bovenstaande figuur aangegeven voorwaarden niet wordt voldaan, dan hebben we geen open parkeergarage. In die gevallen hebben we dan te maken met een dichte parkeergarage.

Bij dichte parkeergarages dient een mechanische ventilatie-installatie te worden toegepast. De uitvoering van de mechanische ventilatie is afhankelijk van de vorm en situering van de parkeergarage. Er zijn vele variaties om een parkeergarage te bouwen

2.2. Dichte parkeergarages

Enkele variaties op een rij:

- De buitenwanden (met de openingen) staan bijv. 100 meter uit elkaar i.p.v. 54 meter;
 - Er is slechts één buitenwand open;
 - De openingen in de buitenwand zijn te klein;
 - Iedere denkbare combinatie van deze punten.
-
- Er zijn geen open buitenwanden (zie onderstaande figuur);

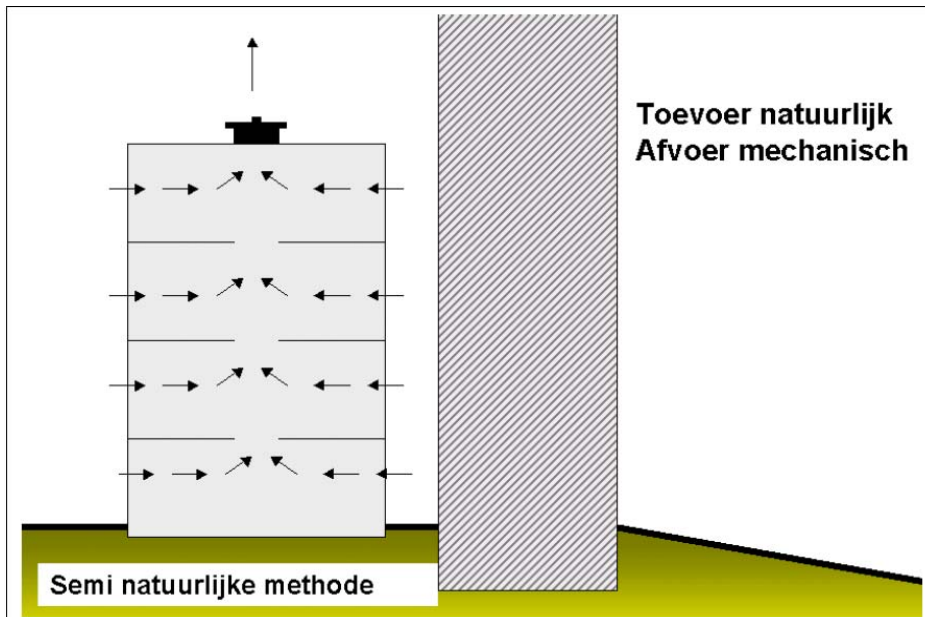


2.3. Bestaande parkeergarage ventilatiemethoden

Er zijn een viertal momenteel gangbare ventilatiemethoden:

a) Natuurlijke methode

Hiermee wordt bedoeld de ventilatiemethode van de open parkeergarages



b) Semi-natuurlijke methoden

De toevoerlucht wordt op natuurlijke wijze toegevoerd; de afvoer mechanisch. Dit kan ook omgekeerd. Meestal worden hier geen luchtkanalen toegepast.

c) Semi-mechanische methode

De toevoer- én de afvoerlucht worden mechanisch toegevoerd. Er wordt van luchtkanalen geen gebruik gemaakt.

d) Mechanische methode

De toevoer- én de afvoerlucht worden mechanisch toegevoerd. Er wordt van luchtkanalen gebruik gemaakt. Deze methode staat bekend als de conventionele methode.

In de praktijk doen zich met deze bestaande methoden praktische problemen voor.

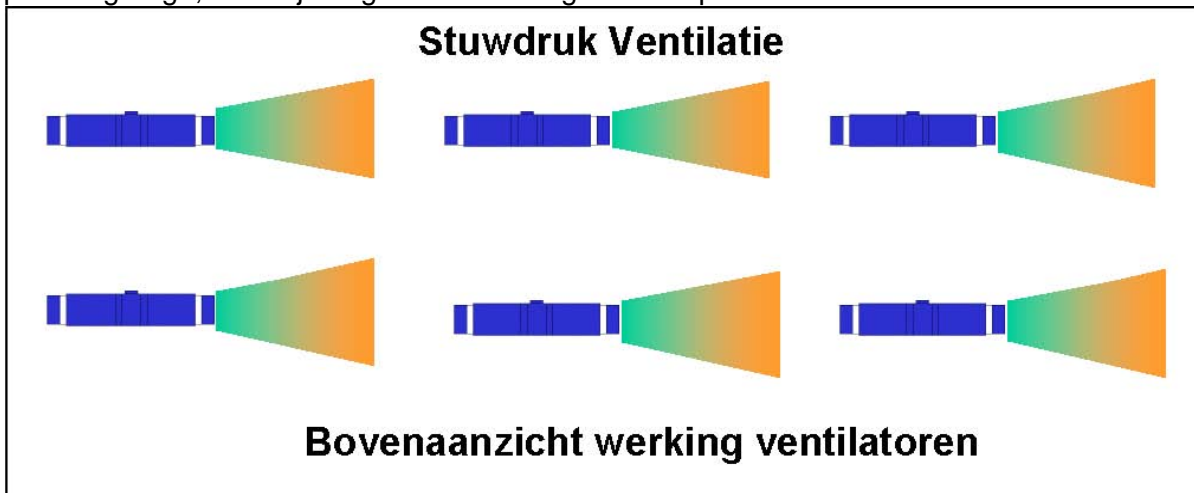
Enkele veel voorkomende problemen zijn:

- Er is geen of weinig plaats voor toevoer-en/of afvoerpunten;
- Een voldoende doorspoeling van de parkeergarage is niet te garanderen;
- Er ontstaan zogenaamde dode hoeken in de garage, waardoor de opmenging van de lucht niet gelijkmatig plaatsvindt. Hierdoor kan plaatselijk een (te) hoge concentratie uitlaatgas ontstaan, waardoor de gasdetectie in de parkeergarage ongewenst alarm geeft;
- Hoe moet men ventileren bij een brandsituatie?
- Wat te doen met het ventilatievolume bij een sterk wisselende belasting van de parkeergarage.

Een passend antwoord op de geschetste problemen kan worden verkregen als we het principe van stuwkrachtventilatie, ook wel pulsventilatie genoemd, nader bestuderen.

2.4. Principe stuwkrachtventilatie

Op strategische plaatsen aangebrachte stuwdrukventilatoren brengen de luchtmassa op een andere manier in beweging dan ventilatie volgens de conventionele methode. Stuwdrukventilatoren brengen de luchtmassa in beweging en zorgen voor een constante doorspoeling van de in de parkeergarage aanwezige lucht. Men noemt deze ventilatoren wel luchtmixers en daar lijkt het ook op. Bij een goed ontwerp zijn er gewoonweg geen dode hoeken meer in de garage. Het aanspreken van de gasdetectoren zal ook minder frequent voorkomen, doordat er nauwelijks lokale CO-concentratieverhoging kan plaatsvinden. Bouwkundige compartimentering kan achterwege blijven en worden vervangen door virtuele compartimentering met lucht. Het resultaat is een frisse, uitnodigende en comfortabele parkeergarage, waarbij het gevoel van veiligheid en openheid wordt versterkt.



Een eenvoudige manier om de stuwdrukventilatie te begrijpen is de metafoor van het voortbewegen van een met lucht gevulde voetbal. Je kunt hem in beweging krijgen door de bal te rollen met je hand. Je verplaatst dan met een constante kracht de hoeveelheid lucht in de bal. Dit is te vergelijken met de conventionele methode, waarbij alle te verplaatsen lucht door de ventilator heen gaat. De capaciteit van een conventionele ventilator wordt dus uitgedrukt in een te verplaatsen volume.

Je kunt de bal ook schoppen, waardoor de lucht door middel van stootkracht wordt verplaatst. Er wordt immers slechts zeer plaatselijk een relatief grote druk uitgeoefend. De bal met daarin de lucht krijgt een versnelling. Dit fysische verschijnsel heet impuls. Dit is het principe, waaraan stuwkrachtventilatie ten grondslag licht. De impuls wordt uitgedrukt in Newton. Een tunnelventilator levert dus een bepaalde hoeveelheid Newton.

Voor meer gedetailleerde informatie verwijzen wij u naar de fabrikanten van dit type ventilatoren, zoals Novenco B.V., Bergschenhoek.

3. Doelstellingen van de NEN 2443: 2013

3.1. Wanneer noodzakelijk?

Als we praten over gasdetectie in parkeergarages, gaat het in de meeste gevallen om ondergrondse, maar in ieder geval gesloten bouwwerken. Ook half open of half gesloten garages komen vaak in aanmerking voor het toepassen van CO- en LPG-detectie. Het toepassen van gasdetectie is in ieder geval zinvol als er sprake is van een noodzakelijk geacht mechanisch ventilatiesysteem, omdat natuurlijke ventilatie ontbreekt of onvoldoende is gewaarborgd. De norm is van toepassing op parkeer- en stallinggarages met een capaciteit van ten minste 20 parkeerplaatsen en geldt niet voor garages en herstellinrichtingen voor motorvoertuigen als bedoeld in NEN 3122 en garages en voorzieningen met mechanische transportmogelijkheden voor auto's.

Ventilatie is nodig vanwege de productie van overwegend koolmonoxide (CO), koolwaterstoffen, stikstofdioxide, lood- en zwavelverbindingen, benzeen of warmte, rook en vocht.

De koolmonoxideconcentratie wordt hierbij als maatgevend beschouwd.

In alle gevallen is LPG-detectie noodzakelijk.

De NEN 2443: 2013 (par. 7.5.3.1) zegt, dat in een mechanisch geventileerde parkeergarage LPG-detectie moet worden toegepast. Deze detectie mag wel of niet worden gecombineerd met de CO-detectie.

3.2. CO-detectie

Hierbij hebben we te maken met een bewaking voor bescherming van de mensen in de garage. Dit vanwege het feit dat koolmonoxide een toxisch gas is. Concentraties, welke bepaald zijn als grenswaarden die moeten worden bewaakt in de garage, hebben betrekking op de verblijfsduur van personen in deze ruimte en zijn afgeleid van de zogenaamde 'wettelijke grenswaarde'.

Voor CO is deze 25 ppm.

De wettelijke grenswaarde(TGG-8) is een over de tijd gemiddelde maximale aanvaarde concentratie bij een blootstelling tot 8 uur per dag en niet meer dan 40 uur per week zonder dat de gezondheid van de betrokken persoon alsook die van zijn nageslacht wordt benadeeld.

De wettelijke grenswaarde(TGG-8) is bedoeld voor werkplekken (zoals aan de tijdsduur is te zien) en is daarom niet zonder meer toepasbaar voor grenswaarden in parkeergelegenheden. Echter, voor gassen en dampen, waarvan verwacht kan worden dat ze in een korter tijdsbestek schadelijk zijn, is veelal een korte duur blootstellingwaarde bepaald: TGG 15 min. Deze waarde is een tijdgewogen gemiddelde over meestal 15 minuten. Dit is een tijdsduur welke wél een handvat biedt voor drempelwaarden in de parkeergarage.

De eenheid ppm staat voor Parts Per Million (delen per miljoen delen lucht) en komt overeen met 1 ml/m³ of 0,0001 vol.% in lucht. Anders gezegd komt 1 vol.% overeen met 10.000 ppm. Dit is de eenheid die vooral wordt gebruikt voor toxische stoffen; zo zijn de wettelijke grenswaarden alle uitgedrukt in ppm als volume-eenheid of in mg/m³ als gewichtseenheid.

In de NEN 2443: 2013 wordt 150 ppm CO als grenswaarde genoemd, waarbij inrijden geblokkeerd wordt en men de garage moet ontruimen.

De NEN 2443: 2013 vermeldt dan ook de volgende te bewaken concentraties, welke zijn ontleend aan het vernieuwde Arbobesluit 2007:

- Verblijfsduur tot 8 uur : maximaal 25 ppm

Belangrijk hierbij is dat deze doelstellingen slechts kunnen worden gehaald, indien een deugdelijke meting wordt verricht, waarmee op basis van de beschikbare meetwaarden door middel van het ventilatiesysteem verhoogde concentraties kunnen worden teruggebracht. Door de NEN 2443: 2013 wordt aanbevolen de ventilatie in trappen te schakelen op basis van de volgende CO-concentraties:

te allen tijde : 0,3 x maximale ventilatie
> 60 ppm : 0,6 x maximale ventilatie
> 100 ppm : maximale ventilatie
> 150 ppm : toegang verhinderen en ontruimen
< 120 ppm : vrijgave toegang

De CO-detectoren moeten worden geplaatst op een hoogte van 1,50 meter boven de vloer en mogen een maximaal vloeroppervlak van 400 m² bewaken. Deze hoogte wordt als ademzone van personen in de garage beschouwd en dit is dan ook de hoogte waarop CO moet worden gemeten.

Koolmonoxide heeft een relatieve dampdichtheid van 0,97 ten opzichte van lucht (=1,0) en is dus iets lichter dan lucht. Uit ervaring weten we dat gassen in de concentraties die hier worden genoemd zich gedragen als lucht. Dit is anders dan de theorie zou vermoeden en dergelijke concentraties zullen dus niet stijgen of dalen, maar zich vermengen tot een homogeen mengsel, slechts te beïnvloeden door het ventilatiepatroon.

Er moet een maximale D-maat vanuit elke CO-detector worden aangehouden van 15 meter

LPG-detectie

Anders dan bij de bewaking van koolmonoxide, waar een achtergrondconcentratie bijna onvermijdelijk is, mag er in een parkeerkelder geen LPG voorkomen. Is dit het geval, dan moet er direct maximaal worden geventileerd en zo nodig (en zonder tijdvertraging) worden ontruimd middels het ontruimingsalarm.

Dit moet geschieden bij detectie van de volgende LPG-concentraties:

> 10% LEL^{*)} : maximale ventilatie

> 20% LEL : ontruimen en toegang verhinderen

*) LEL: Lower Explosive Limit. Dit is de concentratie, waarbij het gas - intensief met lucht vermengd - een explosief mengsel vormt.

De LPG-detectoren moeten worden geplaatst op 150 mm boven de vloer en mogen ten hoogste een vloeroppervlak van 400 m² bewaken. De genoemde hoogte komt voort uit het feit, dat LPG zwaarder is dan lucht (ca. 1,8 t.o.v. lucht) en dient daarom dicht boven de vloer te worden gemeten. Er wordt gemeten vanaf de afgewerkte vloer tot de onderzijde van de detector.

In par. 7.5.3 wordt ingegaan op de detectie van LPG. Dit gas is niet eenduidig samengesteld en bestaat in de zomermaanden vaak voornamelijk uit butaan (C₄H₁₀), terwijl in het koude seizoen het hoofdbestanddeel propaan (C₃H₈). De verhoudingen zijn typisch voor propaan/butaan in de winter 60/40% en resp. in de zomer 40/60%. Butaan heeft een onderste explosiegrens (LEL, Lower Explosive Limit) van 1,3 vol.%, terwijl propaan 1,7 vol.% in lucht nodig een explosief mengsel te vormen. We gaan uit van een gemiddelde LEL voor LPG van 1,5 vol.%. De alarmgrenswaarden volgens NEN 2443: 2013 gaan uit van een percentage van deze LEL.

De eenheid % LEL wordt gebruikt voor gassen en dampen die explosiegevaarlijk zijn zoals alle brandbare stoffen. LEL staat letterlijk voor Lower Explosion Level en is de onderste explosie grens (OEG) en komt ook voor als de Duitstalige UEG, wat staat voor: Untere Explosionsgrenze. In Amerikaanse literatuur wordt veelal de afkorting LFL gebruikt, wat staat voor Lower Flammable Limit. Deze onderste explosiegrens is voor LPG, afhankelijk van de samenstelling (verhouding butaan/propaan), gemiddeld 1,5 vol.% in lucht.

**De drempelwaarde 10% LEL komt overeen met ongeveer 0,15 vol.% LPG in lucht.
(= 1.500 ppm)**

4. Ontruimingsinstallaties

4.1. Transparantarmaturen

Bij overschrijding van de alarmgrenswaarde voor ontruiming moeten de transparantarmaturen worden aangestuurd door het gasdetectiesysteem.

In par. 7.5.4.3 (toelichting) is exact vastgelegd hoe deze tekstarmaturen er uit moeten zien. De tekst "STOP MOTOR" (letterhoogte 80 mm, letterdikte 7 mm) wordt aangevuld met twee pictogrammen: doodskop en rennend figuur. De tekst van de armaturen, die MSA levert is onder veilige omstandigheden slecht leesbaar. Dit type armatuur wordt **LUTO** (Licht Uit Tekst Onzichtbaar) genoemd. Wij adviseren de transparantarmaturen rechtstreeks aan het plafond te monteren, zodat geen kabel zichtbaar is. Dit i.v.m. de eisen m.b.t. functiebehoud.

4.2. Signaallampen

De bij het ontruimingsalarm aan te sturen signaallampen moeten fel rood, intermitterend licht uitstralen. Minimale lichtsterkte 1000 candela; flitsfrequentie tussen 20 en 180 per minuut. Deze signaallampen moeten binnen een afstand van 1 meter bij de transparantarmaturen worden gemonteerd of geïntegreerd in het transparantarmatuur. MSA levert signaallampen gemonteerd aan de transparantarmaturen. Dit is behalve eenvoudiger monteren ook handig i.v.m. de eisen m.b.t. functiebehoud

4.3. Akoestische signaalgevers

De akoestische signaalgevers moeten een zogenaamd 'slow-whoop' signaal produceren en voldoen aan de NEN-EN 2654-3.

MSA levert standaard signaalgevers gemonteerd aan de transparantarmaturen samen met de flitslichten. Dit is behalve eenvoudiger monteren ook handig i.v.m. de eisen m.b.t. functiebehoud.

Zowel bij de visuele- als akoestische signaalgevers geldt, dat deze overal in de garage duidelijk waarneembaar moeten zijn en doorgaans wordt er van uitgegaan dat het visuele en akoestische bereik ten hoogste 30 meter bedraagt. (par. 7.4.4.6, toelichting)

5. Noodstroomvoorzieningen

Indien de garage normaal in gebruik dient te blijven bij het uitvallen van de voedingsspanning, is een noodstroomvoorziening vereist. (Zie par. 7.2.4 e.v.) Brandveiligheidsinstallaties, ontruimingsinstallaties, gasdetectiesystemen en regelininstallaties moeten van een eigen no-break noodstroomvoorziening zijn voorzien (7.2.7).

Als er geen noodstroomvoorziening is aangebracht, behoort bij spanningsuitval het gebruik van de garage te worden stopgezet en moet men de garage onverwijld verlaten. (par. 7.2.4 toelichting)

De transparantarmaturen moeten worden aangesloten op de noodstroomvoorziening van het CO-/LPG detectiesysteem.

MSA levert noodvoedingen voor het gasdetectiesysteem.

De verlangde autonomie van de noodvoeding is gespecificeerd in de NEN 2443: 2013 (par. 7.5.4.8).

6. Aanvullende eisen

6.1. Elektrische installaties in parkeergarages

Alle elektrische installaties, zo ook de beveiligingsinstallaties zoals gasdetectie, moeten voldoen aan de NEN 1010 met bijbehorende aanvullingen.

De beveiligingsinstallaties moeten ieder op de hoofdverdeelinrichting als een afzonderlijke voedingsspanningsgroep worden aangesloten. De groep-, hoofd- en werkschakelaars van de beveiligingsinstallaties moeten zijn voorzien van een bordje met de tekst:

[NIET UITSCHAKELEN BRANDVEILIGHEIDSINSTALLATIE]

N.b. In de NEN 2443: 2013, par. 7.2.2 wordt als tekst genoemd:

[NIET UITSCHAKELEN BRANDVEILIGHEIDSINSTALLATIE], wat tot verwarring kan leiden, omdat de brandmeldinstallatie slechts een van de beveiligingsinstallaties is.

De eis, dat de voedingskabels van een moeilijk brandbare uitvoering moeten zijn, lijkt ons niet van toepassing op de gasdetectie-installatie, daar er bij brand van gasdetectie in de betreffende ruimte geen sprake zal zijn. Deze eis geldt dus niet voor de kabels van de gasdetectie-installatie, maar wel voor de ontruimingsinstallatie. Zie ook de tips voor de montage van de ontruimingsmiddelen in par. 4.

7. Gezondheidsrisico's door uitlaatgassen

7.1. Koolmonoxide

(Wettelijke grenswaarde (TGG-8): 25 ppm)

Koolmonoxide (CO) kan het zuurstoftransport door het bloed verminderen, wat mogelijk effecten heeft op het hart, het vaatsysteem en het centrale zenuwstelsel. In feite wordt koolmonoxide door de hemoglobine geprefereerd boven zuurstof en bovendien a.h.w. vastgehouden, waardoor de zuurstofopname in de longblaasjes wordt verminderd. De effecten zullen nog geruime tijd merkbaar zijn, ook nadat een slachtoffer buiten de gevarenzone is gebracht. Ook is koolmonoxide nagenoeg reukloos.

Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan zeer snel worden bereikt. Ruimten waar personen langdurig verblijven, moeten afzonderlijk worden geventileerd. (par. 7.4.3) De reden is, dat de CO-detectie in een parkeergarage niet voldoet aan de eisen, die aan een werkplek worden gesteld. Bij werkzaamheden in een garage is het dan ook raadzaam om handmatig de ventilatie op vol bedrijf te schakelen gedurende het werk.

7.2. Stikstofmonoxide en stikstofdioxide

(Wettelijke grenswaarde(TGG-8) Stikstofdioxide = 0,2 ppm, TGG-15 min. 0,5 ppm)

Deze stoffen kunnen de weerstand tegen luchtwegeninfecties aanzienlijk verlagen.

Stikstofmonoxide (NO) komt in ruime mate vrij bij draaiende dieselmotoren, maar vormt aan de lucht snel het veel giftiger stikstofdioxide (NO₂) zoals blijkt uit de WG-waarde.

Om die reden is CO-detectie in bijv. expeditiehallen niet zinvol. Ook detectie op de

NO-concentratie is zinloos door de snelle reactie van stikstofmonoxide naar stikstofdioxide. Ook benzinemotoren stoten NO uit. Voorlopig wordt in parkeergarages nog niet op stikstofdioxide gedetecteerd.

Zie ook bijlage F.1: samenstelling wagenpark.

8. Meettechnieken

8.1. Detectie van koolmonoxide (CO)

8.1.1. Hopcalite

Ca. 40 jaar geleden vond de Amerikaan Dr. Josuah Hopcalite aan een Amerikaanse universiteit een substantie uit, die het mogelijk maakte CO in lage concentraties op een relatief goedkope manier te kunnen meten. Het materiaal 'Hopcalite', een magnesiumperoxide, bleek in staat te zijn CO te oxideren naar CO₂ ruim onder de ontstekingstemperatuur en bij lage ppm concentraties. De temperatuurstijging ten gevolge van deze omzetting was maatgevend voor de concentratie en werd gemeten met een thermistor. Dit was een voordelig alternatief voor het (zeker in die dagen) kostbare principe van infrarood absorptie en MSA paste dit systeem wereldwijd toe, vooral in parkeergarages. De eerste ondergrondse parkeergarages werden alle met deze systemen beveiligd. De laatste systemen zijn pas enkele jaren geleden vervangen door moderne MSA systemen.

Het Hopcalite, genoemd naar haar uitvinder, had echter een belangrijk nadeel voor de gebruiker: het was uiterst vochtgevoelig, wat vaak een snelle achteruitgang van de werking tot gevolg had. In ongunstige situaties, zoals in parkeergarages, diende eigenlijk iedere 3 tot 6 maanden

Hopcalite vervangen te worden. Hier gaan economische aspecten echter een rol spelen: men vond dit veel te kostbaar en beperkte de servicebezoeken vaak tot 1 x per half jaar of zelfs 1 x per jaar! Een Hopcalitevulling was weliswaar niet kostbaar, echter het arbeidsloon en de reiskosten wel. In gunstige omstandigheden kon een vulling uiteraard langer meegaan. De systemen op basis van Hopcalite worden sinds 15 jaar vervangen door de moderne MSA CO-meetsystemen op basis van de elektrochemische cel die in dit artikel ook wordt besproken.

8.1.2. Infrarood absorptie

Dit is een nauwkeurige en betrouwbare, maar voor parkeergarages niet gangbare techniek. Men schrijft in de NEN 2443: 2013 puntdetectie voor, wat een analysator met dit meetprincipe uitsluit. In het verleden werd een infrarood analysator als centraal detectiesysteem toegepast in een ontwerp met een meetpuntkiezer.

Als puntdetector levert MSA de PrimaX IR of de Ultima XIR infrarood puntdetector. Deze onderhoudsvrije detectoren zijn ontworpen voor de chemische, petrochemische industrie en de offshore. Deze detectoren zijn uitsluitend geschikt voor de detectie van LPG. Ze zijn geplaatst in de Overkapping Barendrecht, waar de treinen van de Betuweroute en de HSL zullen rijden. Voor CO-detectie zijn geen infrarood puntdetectoren leverbaar.

8.1.3. Elektrochemische cel

8.1.3.1. Ontwikkeling in de tachtiger jaren van de 20^{ste} eeuw

Het elektrochemische (EC) meetprincipe is eenvoudig; het maken van een betrouwbare selectieve cel is echter verre van simpel. De eerste EC-cellen reageerden weliswaar uitstekend, maar waren sterk gevoelig voor allerlei gassen, die men niet wilde meten; men noemt dit ongewenste verschijnsel 'dwarsgevoeligheid'. Het is uiteraard niet wenselijk, dat een CO-sensor in een parkeergarage op andere stoffen reageert dan koolmonoxide.

Een goede sensor is CO-specifiek. Om de EC-cel specifiek te maken voor een bepaald giftig gas heeft MSA een optimale selectie toepassen van het membraan, de elektrolyt, het elektrodemateriaal (d.i. de katalysator) en het potentiaal over de detectie-elektroden. De EC-cellen voor CO van MSA zijn niet dwarsgevoelig voor de gassen die onder normale omstandigheden in een parkeergarage aanwezig kunnen zijn; ze zijn CO-specifiek. Hiermee voldoet men ruimschoots aan de eis, dat de CO-concentratie in de lucht maatgevend dient te zijn voor de ventilatie.

8.1.3.2. Beschrijving van het principe

Een systeem bestaat uit een elektronische regel- en alarmmodule en een elektrochemische cel met een voorversterker (interface).

De elektrochemische cel voor CO is specifiek ontworpen voor koolmonoxide. (Er zijn ook EC cellen voor andere giftige gassen, zoals H₂S, HCN, Cl₂, SO₂, NO₂, enz.). Een MSA EC-cel functioneert volgens het 3-elektrodensysteem. Dit heeft ten opzichte van het destijds gebruikelijke 2-elektrodensysteem het voordeel van een sneller herstel na blootstelling aan een hogere concentratie CO en betere stabiliteit van vooral het nulpunt. Een doorlaatbaar speciale PTFE membraan vormt de scheiding tussen de elektrochemische cel en de te detecteren omgeving. De lucht met het koolmonoxide diffundeert door het membraan; de elektrolyt kan echter niet ontsnappen.

Aan de binnenzijde van het membraan is platina (Pt) opgedampt, dat functioneert als de zogenaamde werkelektrode. 'Werkelektrode', omdat deze elektrode de elektrochemische reactie

op gang brengt. De werkelektrode is elektrisch aangesloten, zodat de opgewekte stroom ten gevolge van de reactie naar een extern circuit kan worden gevoerd.

Een tweede membraan, eveneens met een laagje opgedampt platina wordt gebruikt als de zogenaamde tegenelektrode. Op deze tegenelektrode wordt de elektrochemische reactie gecompleteerd.

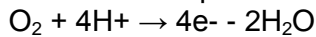
Op deze elektrode worden twee elektrische verbindingen tot stand gebracht. Een aansluiting dient om de stroomkring naar de voorversterker te sluiten, die andere om een referentiespanning op aan te brengen. De referentiespanning bepaalt de reactie die plaats moet vinden.

8.1.3.3. Scheikundige reactie in de EC-cel

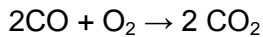
De reactie aan de werkelektrode verloopt als volgt:



De elektronen produceren een stroom in de interface. De reactie aan de tegenelektrode is:



De netto reactie is:



Zowel het koolmonoxide als de zuurstof diffunderen in de cel vanuit de omgevingslucht; met andere woorden, er wordt niets vanuit de cel gebruikt.

8.1.3.4. Theoretisch oneindige levensduur

Theoretisch gaat een dergelijke cel dus 'eeuwig' mee. In de praktijk zal er echter toch water uit de elektrolyt verdwijnen; inherent aan het feit, dat een membraan niet volledig afsluit. Ook vervuiling kan de levensduur bekorten. In een zeer natte omgeving zal er water toetreden, waardoor de cel a.h.w. zichzelf opblaast, terwijl in extreem droge situaties de cel water verliest en uitdroogt. Het milieu in een parkeergarage is normaal te noemen en uiterst geschikt om een CO-cel een aantal jaren te laten meegaan. Voordat een parkeergarage in gebruik wordt genomen, kan er in het bouwstadium zeer veel water in de garage komen te staan. Dit kan de levensduur nadelig beïnvloeden. Daarom is het raadzaam de CO-detectoren pas te monteren als de afbouw klaar is. De sensors "afdoppen" tijdens de afbouw is ook een goede optie.

8.1.3.5. Garantie en levensduur

De MSA CO-cel wordt 2 jaar gegarandeerd. De typische levensduur is ca. 3 tot 5 jaar. Gedurende haar leven kenmerkt een dergelijke cel zich door een hoge mate van stabiliteit en onderhoudsvrijheid. Alleen de halfjaarlijkse kalibratie en visuele controle blijken in de praktijk te voldoen en verantwoord te zijn.

8.1.3.6. RFI (Radio Frequency Interference)

De laatste jaren is de chemische industrie zich bewust geworden van het probleem van de radiofrequentie interferentie (RFI). De bron is primair de "Walkie Talkie". De bedoelde interferentie kan ongewenste signalen instralen in detectoren en signaalkabels. Ook in parkeergarages kan dit een storing tot gevolg hebben en op momenten, dat het niet nodig is, leiden tot een vals alarm en het onnodig inschakelen van ventilatoren.

De sensor is in een behuizing van een aluminiumlegering ondergebracht. In de pakking is voorzien in elektrische geleiding, die samen met de aluminiumlegering als een kooi van Faraday afdoende beschermt tegen deze interferentie. Het probleem wordt hiermee volledig teniet gedaan. De sensor is samen met de elektronica (de interface naar het standaardsignaal 4...20 mA) gemonteerd in een roestvaststalen detectorbehuizing.

Al deze zaken zijn ondervangen in de EMC-richtlijn (CE-markering) waaraan alle MSA-producten voldoen. Hierin vallen ook bepalingen over het uitstralen van (hoge) frequenties door de apparatuur naar andere elektronica.

8.1.3.7. Dwarsgevoeligheid voor andere gassen in een parking

Een elektrochemische cel is relatief ongevoelig voor andere gassen, maar een zekere dwarsgevoeligheid of overspraak blijft aanwezig.

Er zijn EC-sensors, die in de aanwezigheid van interferanten drastisch in gevoeligheid achteruitgaan. Dit komt door een negatieve elektrochemische reactie. Dit zou kunnen leiden tot gevaarlijke situaties; er wordt bijvoorbeeld geen alarm gegeven, terwijl er wel degelijk van een alarmstatus sprake is. Bij MSA is geen sprake van negatieve dwarsgevoeligheid voor gassen, die in een parkeergarage zouden kunnen voorkomen, zoals CO₂, benzinedampen, nitreuze dampen in uitlaatgassen enz.

Belangrijk is, dat er geen onnodige actie van het gasdetectiesysteem plaatsvindt op ongevaarlijke gassen en vooral niet op veranderingen in de atmosfeer van temperatuur en vochtigheid, hetzij absoluut, hetzij relatief.

8.2. Detectie van autogas (LPG)

8.2.1. Katalytische oxidatie

8.2.1.1. De ontwikkeling van de katalytische gasdetector

De eerste gasdetectoren werden in de twintiger jaren ontwikkeld door de wetenschappers Freiherr Carl Auer von Welsbach (de oprichter van de Deutsche Gasglüh Lichtgesellschaft; het huidige MSA/Auer, Berlijn) en Thomas Alva Edison.

John T. Ryan en George H. Deike (de oprichters van Mine Safety Appliances Company (MSA) in Pittsburgh) introduceerden verschillende geïndustrialiseerde uitvindingen van Edison, o.m. de "hot-wire" gasdetector, de voorloper van de huidige katalytische detector. De evolutie van gasdetectie sinds de beginjaren van de wereldindustrialisatie heeft geleid tot de huidige generatie gasdetectoren. Zowel de MSA sensors als de MSA versterkers worden gefabriceerd volgens de laatste stand in de techniek ('State of the Art').

8.2.1.2. De constructie van de moderne katalytische gasdetector

De eerste sensoren bestonden uit platina draad, dat bij een temperatuur van 900°C als katalysator functioneerde, om beneden de ontstekings temperatuur van een brandbaar gas toch een oxidatie te kunnen realiseren.

De warmte van deze verbranding veroorzaakte een weerstandsverandering die werd omgezet in een meetsignaal. Deze zogenaamde "Hot Wire" sensors waren vaak een kort leven beschoren. Grote verbetering vond plaats door de dunne (50 µm) platina draad in een kraaltje van aluminiumoxide te plaatsen en dit 1 mm kleine kraaltje te voorzien van opgedampt palladium, dat als katalysator functioneert. De temperatuur is nu ca. 400°C en de sensor gaat veel langer mee. Op plaatsen waar ze weinig met brandbare gassen of katalysatorvergiften in contact komt, is een levensduur van 20 jaar niet uitgesloten!

8.2.1.3. *Ongevoelig voor temperatuur- en vochtgehalteverandering*

Doordat de actieve kraal, de zogenaamde Pellistor, samen met de passieve kraal (die ongevoelig is gemaakt voor de brandbare gassen) in een Brug van Wheatstone is geplaatst, vindt er automatisch compensatie plaats bij verandering van omgevingstemperatuur, vochtgehalte en luchtdruk. De verandering van de weersomstandigheden hebben dus absoluut geen invloed op het detectiesysteem.

LPG diffundeert door een gesinterde vlamdoover en wordt verbrand aan de oppervlakte van de actieve kraal. Deze kraal, opgenomen in een 'Brug van Wheatstone', zal een weerstandsverandering veroorzaken. De passieve kraal verandert niet. Deze onbalans resulteert in een meetsignaal, dat door de versterker wordt verwerkt.

8.2.1.4. *Resistent tegen tetra-ethyllood*

Het detectiesysteem wordt in de eerste instantie vereist om ongewenste aanwezigheid van LPG in lucht te detecteren. Vroeger zaten in de uitlaatgassen van benzineauto's een onaangename concentratie loodverbindingen.

Deze loodverbindingen hebben een slechte invloed op de katalysator en worden dan ook beschouwd als een zogenaamd katalysatorvergift. Lood komt in hedendaagse benzine niet meer voor, waardoor dit probleem tot het verleden behoort.

8.2.2. *LPG-detectie op basis van de halfgeleider*

8.2.2.1. *Nieuwe toepassing van een beproefde meettechniek*

Halfgeleiders als meettechniek voor LPG heeft voor- en nadelen. Duidelijk is dat de dwarsgevoeligheid voor o.a. vocht nauwelijks invloed meer heeft op dit meetbereik (50 x ongevoeliger) en we daarom ook de voordelen van deze meettechniek ten opzichte van katalytische oxidatie kunnen benutten voor toepassing in parkeergarages.

Deze voordelen zijn:

- a) We hebben geen katalysator en dus ook geen vergiftigingsgevaar;
- b) De levensduur is, mede daarom, meestal aanmerkelijk langer, dus kostenbesparend;
- c) Door instelling van een lager meetbereik zijn lagere alarmgrenzen mogelijk;
- d) Het energieverbruik is lager, dus minder belasting van elektronica;
- e) De productie is voordeliger, wat de sensor economischer maakt.

Als detector voor onderste explosiegrens is de halfgeleider dus een prima economisch alternatief voor het katalytische principe en wordt al vele jaren meer en meer ingezet voor deze toepassing.

Het nadeel is:

- a) Halfgeleiders zijn minder specifiek dan katalytische oxidatie, waardoor eerder een alarm kan ontstaan als gevolg van aanwezige uitlaatgassen;

MSA past zowel de halfgeleider als de katalysator toe voor de meting van LPG.

8.2.2.2. *De werking van een halfgeleiderdetector*

Het principe berust op de adsorptie van het gas aan de oppervlakte van de halfgeleiderovergang, waardoor de geleidbaarheid van de halfgeleider verandert. Door voortdurende uitwisseling van de moleculen van het gas met de al geadsorbeerde zuurstofmoleculen ontstaat een dynamisch evenwicht. Dit resulteert in een bruikbaar en stabiel meetsignaal dat verder door de elektronica wordt verwerkt tot een standaard meetsignaal (4...20 mA).

Het geleidende oppervlak is opgedampt op een verwarmde drager en de stabiliteit van het signaal is sterk afhankelijk van de temperatuurregeling van de verwarming in deze detector. De MSA detectoren zijn uiterst stabiel en genereren door temperatuur- en vochtigheidswijzigingen geen valse alarmen.

9. Onderhoud

9.1. Geen beveiligingsysteem zonder onderhoud

Volgens de NEN 2443: 2013, par. 7.4.8 moet de CO gasdetectie-installatie worden onderhouden volgens NEN- EN 50545. De LPG gasdetectie-installatie moet worden onderhouden volgens NEN-EN 45544-4. Het is belangrijk zich te realiseren, dat de goede werking van een gasdetector (CO, NO₂ of LPG) pas kan worden bevestigd d.m.v. controle met een ijkgas.

Het onderhoud van de CO-, NO₂ en LPG-detectoren is minimaal; slechts 2 x per jaar kalibreren is voldoende. Hierbij wordt ook het signaal, dat rechtstreeks van de detector komt vergeleken met het vorige signaal. Hier kan door de service-engineer een conclusie aan worden verbonden aangaande de te verwachten levensduur van de betreffende sensor. Hierdoor voorkomt men, dat een detector gedurende een aantal maanden niet functioneert, zonder dat men het weet. De levensduur van een katalytische detector of halfgeleiderdetector (geldt voor MSA sensoren) is vaak vele malen langer dan het leven van een elektrochemische cel. Uiteraard worden tijdens een onderhoudsbezoek ook de uitgaande acties getest, waardoor het mogelijk niet goed functioneren van randapparatuur direct wordt bemerkt, zodat men passende maatregelen kan treffen.

9.2. Lagere kosten bij een servicebezoek

Tegenwoordig hebben te maken met detectoren met de mogelijkheid van 'éénmans-kalibratie'. Dat wil zeggen dat we met slechts 1 persoon onderhoud kunnen doen, zelfs al bevinden de detectoren zich op honderden meters afstand van de centrale.

Dit is mogelijk omdat elke detector een zelfstandige meeteenheid is waarbij lokaal wordt gekalibreerd. Met oudere systemen was het noodzakelijk op de centrale te kalibreren, terwijl er (door een tweede persoon) ijkgas werd aangeboden aan de lokaal opgestelde detector. Dit was moeilijk door één persoon te doen, zeker in grote garages en de walkie talkie was dan ook een vast stuk uitrusting van de servicewagen. Bij grotere garages blijven we met 2 of meer veldtechnici werken, omdat daardoor de werkzaamheden sneller kunnen worden uitgevoerd.

9.3. Onderhoudscontracten

Als klant en/of exploitant bent u er bij gebaat, dat het gasdetectiesysteem optimaal functioneert, zonder dat hier veel werk aan dient te worden besteed.

Periodieke controle van het nulpunt en de gevoeligheid van de sensoren betekent voor u, dat valse alarmen door bijv. nulpuntsverloop van een detector worden voorkomen.

Het systeem werkt op de achtergrond en schakelt zonder ophef de ventilatie op- of af.

Als er ontruimingsalarm wordt gegenereerd, is er ook daadwerkelijk alarm.

Deze optimale werking is eenvoudig te realiseren middels een onderhoudscontract van MSA, waarmee u de verantwoording voor het technisch onderhoud van dit beveiligingssysteem in handen geeft van MSA Nederland. Op basis van goede afspraken neemt MSA contact op met de beheerder wanneer het onderhoud kan plaatsvinden.

Bij het uitwerken van een onderhoudscontract zijn diverse opties mogelijk.

10. Tot besluit

Gasdetectie is een specialistisch vak, waarbij ondeskundige adviezen kunnen leiden tot ongewenste situaties. De sales engineer van MSA is getraind en beschikt over de kennis en ervaring, waaraan ieder advies ten grondslag ligt. De instrumentatie, die in parkeergarages wordt toegepast is ontworpen door dezelfde ingenieurs, die hoogwaardige gasdetectie voor de chemische en petrochemische industrie ontwerpen en wordt aan dezelfde strenge kwaliteitscontrole onderworpen. Alle MSA productiecentra, servicepunten en verkoopkantoren zijn gecertificeerd volgens ISO 9001, waardoor u als klant bent verzekerd, dat de kwaliteit van het proces is gewaarborgd.

Communicatie

MSA Nederland bv is gevestigd te Hoorn aan de Kernweg 20 op Industrieterrein HN80.

Internet: www.msaned.nl
MSAsafety.com

Belangrijke telefoonnummers:

Afdeling Verkoop Parkeergarages: (0229) 25 03 53

Afdeling Engineering (0229) 25 03 20

Afdeling Technische Service (0229) 25 03 23

(0229) 25 03 17

e-mail: info.nl@msasafety.com