

# Veilig vluchten uit een opslag met een hoog risico blusinstallatie

**“Knelpunten in Innovatieve Oplossingen” (KIO)**

**Knelpuntenonderzoek in het kader van  
Safetydeal SV0180022**



Rijksoverheid





© Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopiëren, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de VNCW tenzij dit nodig is als projectdeelnemer ten doel deze rapportage tot stand te brengen.



## INHOUD

INLEIDING.....	4
STAPPENPLAN.....	5
PGS15 EN VBB-SYSTEMEN .....	6
SVI EN DEFINIEREN VRAGEN .....	11
EERSTE OVERLEG .....	17
TWEEDE OVERLEG & RESEARCH FASE .....	21
VOORSTEL VEILIG VLUCHTEN UIT EEN OPSLAG MET EEN HOOG RISICO BLUSINSTALLATIE.....	27
PROJECTTEAM.....	31
BEGRIPPENLIJST .....	32
BRONNEN .....	34
NORMEN.....	36



## INLEIDING

Hoewel de chemische keten van nature redelijk behoudend is, vindt er voortdurend onderzoek plaats naar nieuwe technieken. De afgelopen jaren is er veel onderzoek gedaan naar innovatieve oplossingen. Er blijken echter structureel obstakels te bestaan die deze innovatieve oplossingen, die de veiligheid ten goede komen, in de weg staan.

Binnen het project 'Knelpunten in innovatieve oplossingen', een Safetydeal in samenwerking met de overheid, zijn we binnen de hele keten systematisch op zoek gegaan naar innovatieve technieken waarbij obstakels opduiken. Van de inventarisatie is een tussenverslag opgemaakt. Er zijn in totaal 23 knelpunten geïnventariseerd. Twee knelpunten zijn daaruit geselecteerd en worden in twee onderzoeksprojecten nader onderzocht. In dit eerste onderzoek wordt het volgende knelpunt nader onderzocht:

*Gedacht is om sensoren, bijvoorbeeld een key of badge die iedereen bij zich heeft te koppelen aan een blussysteem. Bevindt een slachtoffer zich nog in de bluszone dan zal deze niet actief kunnen zijn. Pas wanneer iedereen in veiligheid is, zal het blussysteem zijn werk doen. Een dergelijk systeem is op dit moment nog een innovatie met veel knelpunten. Technisch gezien zijn de ontwikkelingen nog niet zo ver. Daarnaast is het onzeker of er voldoende bedrijven zijn die interesse in de gekoppelde sturing hebben en of alle knelpunten zijn op te lossen. Onderzoek zou moeten uitwijzen of deze knelpunten weggenomen kunnen worden.*

Het knelpunt zal binnen dit onderzoeksproject nader onderzocht worden met behulp van een onderzoeksteam. Gezamenlijk zal er gekeken worden naar de verschillende bezwaren en worden mogelijke oplossingen verkend.

De in deze rapportage opgenomen bevindingen zijn mogelijke oplossingen. Zij geven niet per definitie de mening van de Nederlandse overheid of de [VNCW](#) weer.



## STAPPENPLAN

Binnen het project is een stappenplan opgesteld, met het doel om tot een concreet resultaat te komen. De volgende stappen zijn gedefinieerd:

1. Bestudering VBB-systemen.
2. SVI en definiëren vragen.
3. Eerste overleg
4. Researchfase met tweede overleg
5. Voorstel oplossing belemmeringen bij knelpunt

In ons rapport zullen wij nader ingaan op bovenstaande stappen.

## PGS15 EN VBB-SYSTEMEN

Voor de opslag van verpakte gevaarlijke stoffen is binnen Nederland de [PGS15](#) richtlijn leidend. Binnen de wetgeving is deze richtlijn van toepassing verklaard; hetgeen betekent dat deze in de praktijk bij vergunningverlening en controle op het activiteitenbesluit veelal één op één gevolgd wordt. Bij de opslag van meer dan 10 ton aan (brand)gevaarlijke stoffen in een brandcompartiment is een beschermingsniveau 1 van toepassing. Beschermingsniveau 1 wil zeggen dat een volautomatisch VBB-systeem (vast opgesteld brandbeheersings- en brandblussysteem) toegepast wordt.


In de praktijk zijn er een beperkt aantal brandbestrijdingssystemen welke bij de meeste stoffen toegepast kunnen worden. In feite heeft ieder systeem zijn voordelen en nadelen, hetgeen onder andere betekent dat geen enkel systeem alle scenario's met gevaarlijke stoffen kan bestrijden. Zoals in de [PGS14](#)<sup>(1)</sup> aangegeven zijn diverse blusmedia, vooral de ruimte vullende VBB-systemen, potentieel levensbedreigend voor werknemers in de opslagvoorziening. Het is daarom goed direct bij de aanvang van dit onderzoek de verschillende systemen naar voren te halen.

### **Sprinklersysteem**

Een sprinklersysteem is een automatisch stationair VBB-systeem waarbij water als blusmiddel wordt gebruikt. Een sprinklersysteem bestaat uit sprinklerkoppen, sprinklerleidingen, (alarm)kleppen en een watervoorziening. Voor mensen zijn er geen noemenswaardige gevaren die direct zijn verbonden aan het gebruik en/of de inzet van dit VBB-systeem. Door het toevoegen van water via een automatisch sprinklersysteem bestaat er echter risico op branduitbreiding door uitstromen naar een ander compartiment en/of vak. Bij brand vormt voornamelijk rook een risico voor de nog in het brandcompartiment aanwezige personen.

### **Blusgassysteem**

Blusgassystemen zijn binnen West-Europa in toenemende mate populair als VBB-systeem. Een blusgassysteem is opgebouwd uit een voorraad blusgascilinders en/of -tanks die zijn opgesteld in of nabij de te blussen ruimte. Dit kan zowel binnen als buiten het gebouw zijn. Aan deze opstellingsruimte zijn veiligheidseisen gesteld conform de [SVI-publicaties](#). Ieder systeem is voorzien van een leidingwerk waarbij via 'nozzles' het blusgas in de te blussen ruimte wordt afgeblazen. Dit leidingwerk is een zogenaamd 'open leidingsysteem'. Dit moet met behulp van een voor het desbetreffende systeem geschikt softwarepakket ontworpen en hydraulisch berekend worden.



Bij het ontstaan van brand treden er risico's op voor de in de ruimte aanwezige personen (rookgassen, ontledingsproducten en hitte). Er worden speciale eisen gesteld aan de persoonlijke veiligheid in relatie tot het inbrengen van het blusgas. Hiervoor is in Nederland een aparte brancherichtlijn van de Specifieke Veiligheidsinformatie (SVI) 'Blussystemen, veiligheidsaspecten' ontwikkeld, waarin technische maatregelen staan omschreven. Op deze SVI en de daarin genoemde maatregelen komen we later in dit rapport terug. De basisgedachte hierbij is dat iedereen de ruimte (en/of de aangrenzende ruimte) moet hebben verlaten voordat de uitstroom van blusgas plaatsvindt.

Incidenten met dodelijke afloop met een gasblusinstallatie binnen een warehouse omgeving zijn tot op heden nauwelijks voorgekomen. In ons onderzoek stuiten we alleen op een dodelijk ongeval bij de University of Iowa in de Hazardous Waste Storage Facility (1994). Dat betekent niet dat het ongewild afgaan van systemen weinig voor komt. Hiervan zijn namelijk diverse voorbeelden, ook in Nederland, bekend. Dat dit nog niet tot dodelijke slachtoffers geleid heeft is vooral een goed teken en laat zien dat richtlijnen en de extra maatregelen vanuit de SVI nageleefd worden door de installateurs. Een teken dat de huidige maatregelen reeds zorgen voor een veilige omgeving.

Meer incidenten zijn bekend in andere omgevingen en ook deze signalen moeten we meenemen. Zo raakte in een automatische parkeergarage onder een appartementencomplex aan de Markendaalseweg in Breda begin februari 2020 een man zwaargewond door een CO<sub>2</sub>-blusinstallatie. De man was bezig de installatie buiten dienst te zetten in de toegang tot de automatische parkeergarage toen door een foutieve handeling het blussysteem met CO<sub>2</sub>-gas in werking ging. Hierdoor kreeg hij geen zuurstof meer en raakte hij buiten bewustzijn. De man werd door de brandweer uit de ruimte gehaald en succesvol gereanimeerd door de hulpdiensten. Hij werd met spoed naar het ziekenhuis vervoerd, maar was wel aanspreekbaar.

Daarnaast wil het aan boord van zeeschepen nogal eens fout gaan. In mei 2019 vielen bijvoorbeeld 10 doden aan boord van een Chinees vrachtschip (Shandong Province).

Een studie van het Amerikaanse Environmental Protection Agency geeft een inventarisatie van ongevallen met CO<sub>2</sub>-lekken bij blussystemen van 1975 tot en met 1999. Dit onderzoek laat op internationaal niveau een totaal van 119 doden en 152 gewonden zien. Statistieken na 1999 ontbreken helaas. Daarbij is het lastig om gegevens uit China te verzamelen.

Het aantal incidenten met CO<sub>2</sub> is sinds 1999 niet meer structureel bijgehouden en daarom niet te classificeren. We weten wel dat het in 2008 misging in een verffabriek in Mönchengladbach. Na een brand lekten grote hoeveelheden CO<sub>2</sub>. Er werden 16 mensen naar het ziekenhuis gebracht. Hiervan moesten 4 personen worden gereanimeerd. Dit incident had als gevolg dat de populariteit van CO<sub>2</sub>-installaties in Duitsland terug liep.

**Fig. 1 - Aantal incidenten met CO2-lekken bij blussystemen in de periode 1975 - 1999**

Use Category		Number of Incidents	Deaths	Injuries
<b>United States and Canada</b>				
1975- Present	Military	9	10	15
	Nonmilitary	20	19	73
Before 1975	Military	3	11	0
	Nonmilitary	5	3	3
<b>Total</b>		<b>37</b>	<b>43</b>	<b>91</b>
<b>International</b>				
1975- Present	Military	1	4	5
	Nonmilitary	21	39	52
Before 1975	Military	0	0	0
	Nonmilitary <sup>a</sup>	3	33	4
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>76</b>	<b>61</b>
<b>Total</b>		<b>62</b>	<b>119</b>	<b>152</b>

Bron: United States Environmental Protection Agency (EPA)

Samenvattend laten het EPA-onderzoek en ook de incidenten erna zien dat het vooral mis gaat tijdens onderhouds- of testfasen. Het gebrek aan informatie en onvoldoende training van het personeel over het CO2-risico lag vaak aan de oorsprong van de incidenten. In onze aanbevelingen zullen we om deze reden daar veel aandacht aan besteden.

Wanneer we naar een gevaarlijke stoffen opslag kijken hebben we rekening te houden met veel criteria. Blusgas is alleen toe te passen in een gesloten ruimte als volumebeveiliging, waarbij rekening gehouden moet worden met een rookwarmteafvoer (RWA). Bovendien is het niet toepasbaar bij zuurstof genererende stoffen en bij kernbranden. Bij het gebruik van blusgas moet er extra aandacht zijn voor persoonlijke veiligheid en omliggende ruimten.

Voor sommige risicogroepen geldt een verhoogd risico voor de gezondheid:

- Bij chemische blusgassen bestaan deze nadelige effecten in de eerste plaats uit hartritmestoornissen.
- Bij de inerte blusgassen treden in de eerste plaats ademhalingsstoornissen op en bij hogere concentraties verstikking.
- Bij kooldioxide treedt bij lage concentraties verstoring in de bloedsomloop op en bij hogere concentraties verstikking.

De concentratie blusgas in een gevaarlijke stoffen opslag is vaak zo hoog dat, zeker bij een volledige CO2 blussing, deze concentratie zeer waarschijnlijk dodelijk zal zijn. In ons onderzoek zullen we ons vooral op dit soort systemen richten.



## Automatisch Hi-Ex-systeem

Een Hi-Ex systeem is een volschuim-systeem. Met dit systeem wordt verse buitenlucht in schuimgeneratoren gebruikt voor het maken van het schuim dat in de ruimte wordt geblazen. De schuimgeneratoren bevinden zich hoog in de gevel of in het dak. Er moeten voorzieningen (overdrukluisen) in de te beveiligen ruimte worden aangebracht om de overdruk die tijdens het vullen in de ruimte ontstaat af te kunnen voeren. In richtlijn [NFPA 11](#) van de National Fire Protection Association (NFPA) is benoemd welke stoffen wel en niet effectief geblust kunnen worden met een Hi-Ex-systeem. Voorbeelden van stoffen die niet effectief geblust kunnen worden zijn: zuurstof genererende stoffen, zoals cellulosenitraat of sterk oxiderende stoffen; met water reagerende metalen, zoals natrium en kalium; met water reagerende materialen, zoals triethylaluminium en fosforpentoxide en tot vloeistof verdichte brandbare gassen (spuitbussen), tenzij dit is onderbouwd en getest. Ook onder spanning staande open apparatuur kan niet effectief geblust worden met een Hi-Ex-systeem.

In Nederland worden Hi-Ex-systemen op grote schaal ingezet bij de opslag van gevaarlijke stoffen. Daarmee wijkt Nederland af op internationaal niveau. Internationaal wordt 'High Expansion foam' in principe ontworpen voor brandbestrijding in besloten ruimtes. Dat geeft gelijk het risico van de inzet van dit soort systemen weer.

In het kader van dit onderzoek is het Hi-Ex-systeem het tweede systeem waar we ons op focussen. Op 8 januari 2014, werd de Hi-Ex-schuiminstallatie door een onbekende reden op de Eglin Air Force Basis bij Valparaiso Florida geactiveerd. Een medewerker van een aannemer ging kijken, raakte gedesoriënteerd in het schuim en kwam om het leven. Ook in Nederland zijn praktijkvoorbeelden bekend waarbij de systemen af zijn gegaan en gewonden vielen. Gelukkig was hier nergens sprake van een dodelijke afloop. Wegens het ontbreken van voldoende gegevens hebben we in ons onderzoek geen statistieken over incidenten met Hi-Ex-systemen (noch nationaal noch internationaal) kunnen opnemen.

Bij het activeren van een Hi-Ex-schuimblusinstallatie moet rekening gehouden met het volgende:

- Het geproduceerde schuim hindert het zicht op de vluchtroutes en eventuele obstakels.
- De schuimlaag kan binnen ca. 30 seconden al zo hoog worden dat men er niet meer overheen kan kijken, met gevaar voor desoriëntatie als gevolg.
- Blootstelling aan geëxpandeerd schuim geeft bij inademing irritatie aan de luchtwegen en levert gevaar voor verstikking op. In sommige gevallen kan het geëxpandeerde schuim - bij huidcontact - irritatie van de huid veroorzaken.



## Aerosol-systeem

Een aerosol VBB-systeem blust met een droge aerosol. Het aerosol blusmedium gaat na detectie en aansturing een chemische en fysische reactie aan met de reactieve moleculen die door brand ontstaan. Aerosol blussystemen verdrijven geen zuurstof. Met een aerosol op basis van kalium ontstaat de zeer stabiele stof kaliumhydroxide doordat de (na aansturing) vrijgekomen kaliumradicalen een verbinding aangaan met de radicalen die anders beschikbaar zijn voor brandstof-zuurstofreacties die de vlammen aanjagen.

Onderstaande effecten kunnen per fabricaat verschillen in intensiteit en effectiviteit. Bij het activeren van een aerosol blusgenerator moet rekening worden gehouden met het volgende:

- Aerosol veroorzaakt tijdens en na de activering visuele beperkingen.
- Tijdens de uitstroming van het blusaerosol komt er warmte vrij die per fabricaat en type blusgenerator zal variëren. De temperatuur kan, fabrikant afhankelijk, oplopen van 75 °C tot 750 °C. Personen die zich in de nabijheid van een blusgenerator bevinden, kunnen bij een geactiveerde unit hierdoor brandwonden oplopen en/of andere effecten ondervinden die dodelijk kunnen zijn. In de ontwerpfase moet hiermee rekening worden gehouden. Zorgvuldigheid en vakbekwaamheid zijn bij de positionering van de blusgeneratoren van belang.
- Het inademen van de hete aerosoldeeltjes kan irritatie aan de luchtwegen veroorzaken en verstikkend werken.

Een voorbeeld van een incident met aerosol vond plaats aan boord van een visserschip (China) waarbij op 15 november 2019 tijdens routineonderhoud het aerosol geactiveerd werd en een dodelijk slachtoffer viel. In maart 2016 vielen in Bangkok acht slachtoffers bij een incident in een bank. De aannemers werkten aan het brandveiligheidssysteem op het hoofdkantoor van de Siam Commercial Bank. Het incident vond plaats in een kluis van de bank. De acht stikten nadat het aerosolsysteem af ging. Nog eens zeven raakten gewond.

Hoewel in verhouding met andere VBB-systemen aerosol-systemen nog weinig toegepast worden binnen grote gevaarlijke stoffen opslagen, zijn er duidelijke incidenten te bespeuren met deze systemen. Reden genoeg om dit systeem in deze rapportage mee te nemen als risico systeem. Ook van het aerosol-systeem zijn geen internationale statistieken terug te vinden.

## SVI EN DEFINIEREN VRAGEN

Sinds 1998 geeft het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid geen Publicatiebladen (P-bladen) meer uit en zijn de P-bladen voor Halon, CO<sub>2</sub> en inerte blusgassen vervallen verklaard. Toch blijft er behoefte aan informatie over veilige arbeidsomstandigheden. Om deze reden heeft de Federatie Veilig Nederland-sectie 'Blussystemen' in 2000 de 'Richtlijn voor blusinstallaties' opgesteld met informatie over inerte blusgassen, chemische blusgassen en koolstofdioxide. De eerste editie van het 'Specifieke Veiligheids Informatie-blad' (SVI), Veiligheidsaspecten VBB-systemen (vast opgestelde brandbeheers- en brandblussystemen) was hiermee geboren. De richtlijn, beter bekend als het SVI-blad, geeft informatie over de veiligheidsaspecten van automatische blusinstallaties en is onderdeel van brandpreventie zoals in de Arbowet omschreven.


Onlangs is de herziene versie van het SVI-blad verschenen. In deze vijfde herziene druk (2020) is de richtlijn aangepast met tekstuele verbeteringen, is watermist als blussysteem toegevoegd en zijn enkele vermelde waarden herzien in lijn met internationale normen en richtlijnen. Onderstaand geven we een aantal veiligheidsmaatregelen welke in het SVI-blad zijn opgenomen. Hierbij zijn we niet volledig omdat we ons vooral focussen op het veilig vluchten.

### **Veiligheidsmaatregelen SVI-blad**

#### Veiligheidsaspecten bij blootstelling aan blusstoffen (Hfst. 4)

Het niveau van de veiligheidsvoorzieningen kan worden vastgesteld door de ontwerp-blusgasconcentratie af te zetten tegen grenswaarden en de toegankelijkheid en bemensing van de ruimte. Hierbij worden voor bemenste ruimten de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Ontwerp-blusgasconcentratie is lager dan de NOAEL-waarde - klasse I : De installatie mag pas na vertraging in werking treden waarbij gezien de geringere gevaarstelling een verkorte startvertraging (t.o.v. klasse II en III) van 10 seconden acceptabel is. De NOAEL-waarde (No Observed Adverse Effect Level) is het niveau waarbij geen schadelijk effect meer wordt waargenomen.
- Ontwerp-blusgasconcentratie is hoger dan de NOAEL-waarde, maar lager dan de LOAEL-grens - klasse II: De installatie mag niet direct in werking kunnen treden, de voorzieningen moeten erop gericht zijn dat het uitstromen van het blusgas vertraagd kan worden als er nog personen in de ruimte aanwezig zijn. Tenminste de voorzieningen als genoemd voor een klasse II installatie dienen toegepast te worden, waarbij aanvullend een hand- automatisch schakelaar verplicht is. De



LOAEL-waarde (Lowest Observed Adverse Effect Level) is het laagste niveau waarop nog een schadelijk effect wordt waargenomen.

- Ontwerp-blusgasconcentratie is hoger dan de LOAEL-waarde - klasse III: Bij deze concentratie worden de nadelige effecten al bij een korte verblijftijd merkbaar. De voorzieningen moeten erop gericht zijn dat het uitstromen van het blusgas vertraagd kan worden als er nog personen in de ruimte aanwezig zijn. Hiertoe dient een tijdvertraging op de blusactivering te worden voorzien van minimaal 30 seconden en dienen blusvertragingknoppen te worden toegepast.


Personen in de omliggende ruimten lopen ook risico's door weglekkend CO<sub>2</sub>, vandaar dat zowel in de betreffende ruimte als in de omliggende ruimtes een ontruimingsalarm hoorbaar moet zijn. Toetreding na een blussing dient niet plaats te vinden zonder toepassing van omgevingslucht onafhankelijke adembescherming. Dit geldt ook voor aangrenzende ruimten en in de directe buitenomgeving van het object. Pas na voldoende ventilatie en een meting van het nog aanwezige CO<sub>2</sub> gehalte met een CO<sub>2</sub>-meter kunnen gebluste- en aangrenzende ruimte(n) vrij gegeven worden voor toegang. Een zuurstofmeting alleen is niet voldoende. In naastgelegen (kleine) ruimten of verdiepte ruimten kunnen lekkages al snel tot voor de mens gevaarlijke situaties leiden.

#### Bouwkundige voorzieningen (Hfst. 5)

Met het oog op brandveiligheid zijn er ook diverse bouwkundige voorzieningen waarin voorzien moet worden. Zo moeten toegangsdeuren zelfsluitend zijn en zo nodig met afdichtingsstrippen te zijn uitgevoerd. Om na blussing herontsteking te voorkomen, moet een beveiligde ruimte zodanig 'dicht' zijn uitgevoerd, dat de concentratie blusstof gedurende de standtijd gehandhaafd blijft tot minimaal het vereiste beschermingsniveau.

Afhankelijk van de hoeveelheid en het soort blusgas dat in de ruimte wordt afgeblazen kan het voorkomen dat eerst een onderdruk en daarna een overdruk in de ruimte optreedt. Als deze positieve of negatieve druk groter is dan de constructie van de ruimte toestaat, moet een drukontlastklep worden toegepast. Bij de keuze van de locatie van de drukontlastklep moet er extra gelet worden op de risico's voor de omgeving van uitstromend CO<sub>2</sub> blusgas in combinatie met het veilig kunnen vluchten.

Bij brand en/of het gebruik van blusinstallaties is het van cruciaal belang dat er goede vluchtroutes zijn, zodanig dat er gedurende de vertragingstijd gevluht kan worden. Daarom mogen deuren voor normaal verkeer en vluchtdeuren, gedurende de tijd dat men daarvan gebruik moet kunnen maken, niet anders gesloten zijn dan door middel van een sluiting waarbij de deur bij voorkeur naar buiten toe open gaat.



Voor ruimten waar in de regel personen verblijven moet een minimaal aantal uitgangen worden aangehouden in relatie tot het aantal personen. Een en ander conform de vigerende regelgeving en/of zoals vastgelegd in het Bouwbesluit.

Als binnen de betreffende ruimte werkvloeren zijn aangebracht die zich 3 meter of meer boven, of 1,5 meter of meer onder de normale uitgang bevinden, moet men deze werkvloeren binnen de gestelde vertragingstijd en met in acht neming van hulpmiddelen (lift e.d.) kunnen verlaten via een uitgang op datzelfde niveau.

Tevens dient er te worden beoordeeld of personeel in staat is om de ruimte tijdig te ontvluchten (risico-inventarisatie) indien er gebruik wordt gemaakt van een transportmiddel of vergelijkbaar middel.

Om de ruimten waar blusinstallaties aanwezig zijn goed herkenbaar te maken moet nabij elke toegangsdeur van een met een blusinstallatie beveiligde ruimte een rechthoekig wit bord met rode rand zijn aangebracht met de toepasbare tekst in het zwart.

#### Maatregelen zoals brandmelding, blusactivering en alarmering (Hfst. 6)

Behalve een brand ontdekken, lokaliseren en alarmeren, kan een automatische brandmeldinstallatie worden toegepast voor de aansturing van een vast opgesteld brandbeheersing-en brandblussysteem (VBB). De automatische aansturing moet als twee-melder of twee-groepsafhankelijk systeem uitgevoerd worden. Na (brand)melding van de eerste automatische brandmelder dient in de beveiligde ruimte een akoestisch alarmsignaal te klinken (brandalarm of 'slow whoop signaal'). Na alarm door een tweede automatische brandmelding en het begin van de vertragingstijd dient dit een pulserende toon te zijn. Indien een blusvertragingknop is geïnstalleerd dient bij het indrukken daarvan de alarmtoon te veranderen gedurende de tijd dat de knop is ingedrukt (brandalarm of 'slow whoop signaal'). Direct bij het activeren van de blusflessen dient het puls-signaal over te schakelen op een continu-toon.

Bij klasse I systemen is een tijdsvertraging niet verplicht, wel wordt 10 seconden vertragingstijd geadviseerd, en zal na de tweede automatische melding de blussing direct geactiveerd worden en een continu-toon klinken (de puls-toon vervalt dus). Tevens dienen zowel in, als ook buiten de beveiligde ruimte, optische alarmen zoals een flitslicht met tekstplaat of een oplichtend paneel in werking te worden gesteld. De panelen worden voorzien van de toepasbare teksten.

Na de ingestelde vertragingstijd wordt de blusinstallatie geactiveerd. De duur van de vertragingstijd bedraagt bij de niet-klasse-I systemen veelal 10 - 30 seconden. Afhankelijk van de verwachte ontruimingstijd en klasse-indeling van het blussysteem kan deze langer ingesteld worden tot maximaal 60 seconden.

Door het bedienen van een gele handmelder met indirecte bediening (twee handelingen vereist), welke in principe buiten de beveiligde ruimte geplaatst is, wordt de blusinstallatie geactiveerd. In dit geval moeten de akoestische en optische alarmen direct en gelijktijdig worden geactiveerd.

Door een systeem- of verdeelafsluiter handmatig te bedienen wordt de blusinstallatie handmatig geactiveerd. Bij het uitvoeren van een dergelijke blusactie dienen de akoestische en optische alarmen en stuurfuncties direct en gelijktijdig te worden geactiveerd. Daartoe dient in een drukschakelaar te worden voorzien, die op het bedieningspaneel de melding 'blussing in werking' genereert en tevens de akoestische en optische alarmen in werking stelt. Voorafgaand aan het mechanisch activeren moet gecheckt worden of er zich geen mensen in de ruimte bevinden. Dit vanwege het ontbreken van vooralarmering.

Om te voldoen aan de in hoofdstuk 4 beschreven veiligheidsaspecten, moeten bemenste ruimten waar een blusinstallatie aanwezig is, voorzien zijn van de veiligheidsvoorzieningen zoals aangegeven in tabel 4.

**Tabel 4 – Specifieke veiligheidsvoorzieningen**

<b>Tabel 4: Specifieke veiligheidsvoorzieningen</b>			
<b>Voorziening</b>	<b>Klasse I (4.1) &lt;NOAEL</b>	<b>Klasse II (4.1) &gt;NOAEL&lt;LOAEL</b>	<b>Klasse III (4.1) &gt; LOAEL</b>
<b>Automatische activering *</b>			
2-melder- 2-groepsafhankelijke aansturing	j	j	j
Akoestisch ontruimingsalarm bij 1 <sup>ste</sup> melding	j	j	j
Akoestisch en optisch blus/ontruimingsalarm bij 2 <sup>e</sup> melding	j	j	j
Tijdvertraging op blusactivering	j	j	j
<b>Elektrische handbediening *</b>			
Aansturing optisch + akoestisch alarm	j	j	j
Tijdvertraging op blusactivering	j	j	j
<b>Aanvullende veiligheidsvoorzieningen</b>			
Hand/automatische schakelaar	n	n	j
Blokkeerschakelaar	j	j	j
Blokkeerinrichting	n	n	j**
Blusvertragingsknop	n	j	j
Mechanisch gedreven alarm, indien mechanische blusactivering aanwezig is (behalve bij CO <sub>2</sub> , daarbij is het mechanisch alarm altijd vereist). Deze mechanische vertraging is aanvullend op de elektrische vertraging	n	n	j**
Tijdvertraging op mechanische blusactivering	n	n	j**
Citronella geurtoevoeging	n	n	j***
Ontruiming in alle omliggende ruimten	n	n	j***
* indien aanwezig			
** van toepassing op alle klasse III installaties, behoudens Hi-Ex- en aerosol systemen (tevens rekening houdende met paragraaf 4.1.1.)			
*** uitsluitend voor CO <sub>2</sub> blusgasinstallaties; ook in geval er geen mechanische handbediening aanwezig is.			

Bron: SVI-blad

## Maatregelen rondom de bedieningsinstructie (Hfst. 8)


Bij de installatie dient een duidelijke en overzichtelijke bedieningsinstructie aanwezig te zijn in tenminste de Nederlands taal. Met name bij blusinstallaties die vallen in klasse III dienen in de bedieningsinstructie en de handleiding gebruikers duidelijk op de gevaren voor personen gewezen te worden. Het is vanzelfsprekend dat werknemers op de hoogte moeten zijn van de aanwezigheid en de risico's van de blusinstallaties. De beheerder van de installatie dient te worden geïnstrueerd omtrent de bediening en het onderhoud van de installatie, hoe te handelen bij alarmen voor storingsmeldingen en welke handelingen na een blussing dienen te worden verricht. De beheerder dient in het bijzonder gewezen te worden op de risico's na een blusactie en de wijze waarop de ruimte na een blussing veilig kan worden geventileerd. Dit voor zowel de werknemers die in de desbetreffende ruimte moeten werken als derden die de ruimte betreden.

### **Definiëren vragen**

Nu we zowel de VBB-systemen als de bijbehorende veiligheidsmaatregelen bekeken hebben, kunnen we onze vragen definiëren. Aan de hand van deze vragen zullen we nader onderzoeken welke aanvullende veiligheidsmaatregelen mogelijk zijn. Dit leidt tot het samenstellen van de volgende vragen welke centraal zullen staan in de inhoudelijke besprekingen die zullen volgen.

De vragen die wij gedefinieerd hebben:

- Welke (dwingende) argumenten pleiten tegen een autonoom werkende blusinstallatie?
- Mag een blusinstallatie volautomatisch ingesteld staan (en dus autonoom functioneren) wanneer vooraf bekend is dat deze mogelijk dodelijk zou kunnen zijn?
- Is (per definitie) een volautomatisch systeem dat alleen in werking treedt wanneer alle personeelsleden buiten de ruimte zijn eigenlijk niet-volautomatisch?
- Aan welke voorwaarden zou een systeem ter detectie van personen in de ruimtes waar het risico zich voordoet (zoals een pasjes- of key-systeem) moeten voldoen?
- Zijn er voorbeelden van waar de techniek al toegepast wordt?

- 
- Welke leverancier zou een dergelijk systeem op de markt durven / willen brengen?
  - Wordt met een pasjes- of key-systeem nog steeds voldaan aan de NEN-EN12094 reeks, EN54 reeks en de blusgasnormen zoals de NEN-EN 15004-reeks?
  - Wat zijn de huidige veiligheidsmechanismen volgens het SVI-blad?



## EERSTE OVERLEG

Om antwoorden te krijgen op primaire vragen als 'Wat zijn de risico's rondom een aantal blussystemen?' en 'Op welke wijze kunnen de risico's naast de maatregelen uit de bestaande normen nog verder verkleind worden?' werd een inbreng van stakeholders op prijs gesteld. Verschillende voor het project relevante stakeholders werden uitgenodigd om aan de projectgroep deel te nemen en deze gaven ook daadwerkelijk hun medewerking. Onderstaand volgt een samenvatting van het eerste overleg. De reacties binnen de projectgroep zijn geanonimiseerd.

### **Welke (dwingende) argumenten pleiten tegen een autonoom werkende blusinstallatie?**

Aangegeven wordt dat een volautomatisch blussysteem een lage faalkans heeft, hetgeen juist één van de argumenten is om zo'n systeem te gebruiken. Zodra je een mens in deze keten toevoegt kan deze in termen van betrouwbaarheid de zwakste schakel vormen. Aan de andere kant moet iedereen in alle omstandigheden de ruimte veilig kunnen verlaten.

### **Aanvullende vraag: Zijn er in de huidige Arbowetgeving artikelen met richtlijnen die hier op ingaan?**


Er zijn geen artikelen waar direct en expliciet in staat dat blussystemen niet volautomatisch in werking mogen treden\*. De werkgever en werknemer zijn samen verantwoordelijk voor de veiligheid. De werknemer moet geen slachtoffer worden.

\* In het Arbobesluit is wél opgenomen dat in alle gevallen waarin werknemers worden of kunnen worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen zodanige maatregelen moeten zijn getroffen waarmee de kans op een ongewilde gebeurtenis met betrekking tot die stoffen of de arbeid met betrekking tot die stoffen, zoveel mogelijk vermeden wordt (art. 4.6). Vrij vertaald geldt er een inspanningsplicht om gevaar zoveel als mogelijk te vermijden.

### **Mag een blusinstallatie volautomatisch ingesteld staan (en dus autonoom functioneren) wanneer vooraf bekend is dat deze mogelijk dodelijk zou kunnen zijn?**

Dit is meer een ethische vraag. Puur naar de regelgeving gekeken vereist de PGS 15 een volautomatisch blussysteem. In de SVI-publicatie staan de extra veiligheidseisen voor de blusinstallaties.

Door één van de gesprekspartners wordt aangegeven dat het antwoord op de vraag eigenlijk 'ja' is. Alle genoemde installaties zijn mogelijk dodelijk, behalve CO2: deze



installatie is zeker dodelijk als je in de gebluste ruimte zit. Hier moet aan gedacht worden als die systemen toegepast blijven worden in de toekomst. Voor de huidige systemen kunnen we echter kijken wat we kunnen doen om deze veilig te maken. In vergelijking met andere EU-landen nemen wij in Nederland, al dan niet moedwillig, meer risico's als het op de veiligheid van de werknemer aankomt op dit gebied. In het buitenland worden op dit gebied minder risico's genomen, aangezien hier meer gebruik gemaakt wordt van de traditionele blussystemen (zoals Hi-Ex-systemen). Gekeken naar de markt voor hele grote CO2-installaties beslaat Nederland hier een groot deel van. Het is dan ook logisch dat deze discussie ontstaat.


Van alle installaties heeft de CO2-installatie wel de meeste regelgeving op het gebied van mensen, maar veel traditionele systemen waarvan men denkt dat deze veilig zijn voor mensen zijn dat misschien toch niet. Dus: discussie is goed, maar alle klasse III installaties kunnen dodelijk zijn. Er dient dus opgepast te worden dat er geen schijnveiligheid gecreëerd wordt.

Er is gesproken over een vergelijking met de wereldmarkt. Geconstateerd is dat deze vergelijking eigenlijk niet zoveel zin heeft, omdat het in Nederland echt heel anders werkt dan in andere landen. In vergelijking met de ons omliggende landen valt op dat daar veel gebruik gemaakt wordt van sprinklerinstallaties met schuimtoevoeging en veel blusgasinstallaties met inerte blusstoffen. Het aerosol-systeem bestaat al sinds de jaren '80. Hier wordt veel gebruikt van gemaakt door landen die een goedkope oplossing zonder al te veel normen verkiezen. Er zijn ook andere systemen zoals een laag-zuurstof-systeem welke potentieel een goed systeem zouden kunnen zijn. Hiermee zijn echter te weinig tests gedaan. Dit roept de vraag op of er voor de bestaande blusinstallaties in de PGS 14 wel voldoende tests zijn gedaan om aan te tonen dat deze systemen goed werken (bijvoorbeeld met IBC's). Zo is de Hi-ex-Inside-air-installatie een innovatie die in Nederland gestart is waarbij het systeem in de theorie niet werkte en in de praktijk wel.

Over het algemeen zijn blusgasinstallaties heel robuust: per jaar worden er zo'n 1000 blusgasinstallaties gemaakt en zowel in Nederland als Duitsland is hier veel kennis over de risico's op brand. We zijn redelijk goed beschermd tegen brandrisico's in Nederland, maar we moeten bewuster worden van de persoonlijke veiligheid. We zijn de afgelopen jaren in Nederland bereid geweest om hier meer risico's op persoonsniveau te nemen.

### **Aan welke voorwaarden zou een systeem ter detectie van personen in de ruimtes waar het risico zich voordoet (zoals een pasjes- of key-systeem) moeten voldoen?**

In het overleg wordt aangegeven dat geborgd moet worden dat het pasje bij de persoon blijft en niet kwijt raakt. Eén van de projectleden geeft aan: "Ik zou het niet verplicht willen stellen voor alle blusinstallaties., maar ik zou graag willen weten aan welke voorwaarden een systeem met pasjes zou moeten voldoen. Bij veel logistieke bedrijven moet je een pasje hebben om het terrein op/af te gaan. Die systemen zijn er dus al. Dat zou wellicht



kunnen helpen?” Vanuit de praktijk bekeken wordt aangekaart dat men niet wil dat aan beide kanten van de muur de blusinstallatie niet afgaat vanwege de detectie van aanwezigheid van een pasje of key in de nabijheid van de installatie. Het luistert heel nauw. Daarnaast kunnen pasjes makkelijk blijven slingeren, bijvoorbeeld doordat ze op de heftruck blijven liggen. Voor magazijnen, welke toegankelijk zijn zonder badge of toegangspasje, zullen werknemers meer moeten wennen aan een dergelijk systeem.

Een vraag die opkomt is: “Hoe fool-proof is dit systeem?” Hier moet over nagedacht worden bij de ontwikkeling van een systeem.

Voordat we op een key-of badge-systeem ingaan moeten we ons afvragen of dit de oplossing is of dat we meteen breder moeten kijken. Er bestaan namelijk ook badges die registreren als een werknemer valt. Misschien valt dit te combineren in één systeem.

Een vraag die gesteld wordt is: “Wat gebeurt er als iemand om het hoekje staat?” Het brandblussysteem zou dan niet in werking treden, waardoor de persoon om het leven kan komen. Echter, als de persoon zich in de ruimte waarin de brand woedt bevindt zal hij/zij ook overlijden.


Uiteindelijk moet iemand de beslissing om toch te blussen nemen, ondanks dat hij/zij niet weet of iedereen uit de ruimte is. Dit is een zeer lastige beslissing. We moeten dan ook niet iets bedenken waarbij de manager van een bedrijf deze beslissing moet nemen. Overigens kan momenteel ook iedereen met een blauwe handmelder het systeem al tegen houden.

Uiteindelijk moet een oplossing aan de internationale richtlijnen voldoen. Leidende fabrikanten gaan niet tot productie over als het alleen een Nederlandse richtlijn is. Op dit moment moeten we voor tijdelijke oplossingen voor de bestaande systemen zorgen. Bij nieuwe systemen moeten we ervoor zorgen dat deze veilig zijn en logistieke magazijnen moeten herontworpen worden.

Bij de randvoorwaarden voor een key- of badge-systeem moeten we de betrouwbaarheid van de huidige systemen als uitgangspunt nemen. Je kunt de ruimte ook zelf uitrusten met camera's / sensoren, waarmee het risico op het verliezen van de key/badge gereduceerd wordt. We zouden moeten kijken of de huidige systemen slim genoeg zijn om dit in te passen. Wellicht is dit qua onafhankelijkheid en betrouwbaarheid beter.

Nog een ander idee is het idee van smartwatches/ omvalbeveiliging.

Kortom: Er zijn diverse systemen mogelijk, maar we moeten in eerste instantie inventariseren wat de haken en ogen van deze systemen zijn. Daarnaast moeten we weten wie bereid is om een key- of badge-systeem te ontwikkelen en te testen als er geen internationale markt voor is en er nog geen normen voor zijn. Technisch is het systeem vrij makkelijk te maken en worden er geen gigantisch bedragen voor de ontwikkeling



hiervan verwacht. Aangegeven wordt dat het systeem waarschijnlijk voor een paar duizend Euro realiseerbaar is. De vraag blijft wie er in het algemeen bereid is om het risico voor ontwikkeling van een systeem te nemen. Het is een kleine markt en er zijn diverse smaken aan installaties. Eén van de projectleden geeft aan: “Als bedrijf die het systeem moet ontwikkelen is het dan wel een wespennest waar je je hoofd in gaat steken.” Iets wat niet in de organisatie scope zit en waar veel papierwerk bij komt kijken maakt ontwikkeling lastig. Als we dit stap voor stap doen gaan er jaren overheen. Hier moeten we wel rekening mee houden.

Wat het aansluiten op diverse normen betreft komt naar voren dat op basis van het UPD (UitgangspuntenDocument) afgeweken mag worden van bepaalde normen. Er kan dan aangegeven worden dat het idee voor een nieuw systeem aan alle voorwaarden voldoet en bedrijven kunnen daar dan mee verder. Men zou dan wel gelijkwaardigheid moeten kunnen aantonen.

## TWEEDE OVERLEG & RESEARCH FASE


De volgende fase van het onderzoek beginnen we met een tweede overleg. Na het eerste overleg zijn er voldoende vragen overgebleven welke onbeantwoord bleven. Na dit tweede overleg zal de researchfase volgen, waarbij we de verschillende aspecten van de probleemstelling nader onderzoeken. Tevens zullen we naar de verschillende randvoorwaarden voor de maatregelen kijken.

Onderstaand volgt een verkorte samenvatting van het tweede overleg:

Ieder blussysteem is potentieel dodelijk, maar sprinklers lijken het veiligst voor werknemers. Een blussysteem met een toxische en/of verstikkende blusstof is in elk geval dodelijk, de andere systemen niet. Dit geeft ons reden om in te zoomen op Art. 3 van de Arbowet en Art. 4.6 van het Arbobesluit. De vraag wordt namelijk opgeroepen of er eigenlijk überhaupt wel een automatisch blussysteem mag zijn wanneer iemand niet in staat is om de ruimte te verlaten. Artikel 3 van de Arbowet en artikel 4.6 van het Besluit hebben echter een abstract niveau. Het veilig kunnen verlaten van de ruimte ter afwending van het gevaar is een maatregel waarvoor de werkgever in beginsel verantwoordelijk is. De materie is lastig: het risico op escalatie van een brand (waardoor meer dan 1 slachtoffer kan vallen) vs. het risico op 1 slachtoffer omdat hij/zij niet uit de ruimte kan vluchten, maar de brand wel onder controle gehouden kan worden (en meer slachtoffers voorkomen kunnen worden). De Arbowet heeft hier ook geen pasklaar antwoord op.

In de PGS15 voorschriften worden de voorwaarden voor volautomatische blussystemen weergegeven. Aangegeven wordt dat je aan dit principe niet moet tornen. Een aanpassing moet binnen de certificerings-schema's passen, het moet in UPD's opgenomen worden en het moet geaccepteerd worden binnen de richtlijnen die er nu zijn. Een aanpassing op het systeem moet ook verenigbaar zijn met de (certificaten) van de besturingscomponenten van de leidende fabrikanten van (meerzones) blusstuurcentrales. De technische ontwikkeling van een systeem is makkelijk. In systemen met een sleutelverschakeling is dit zo toepasbaar). Een dergelijk systeem is bij het projectteam nog niet bekend. Daarnaast ligt het in betrouwbaarheidsopzicht een stuk complexer dan het technische aspect.

Wat normen betreft: het hart van de installatie moet aan de EN12094 voldoen, maar er kan wel iets vastgeknoopt worden aan de sleutelverschakeling. Het moet wel voldoen aan de eis dat het tijdverlies geminimaliseerd moet worden. Hiermee kom je op het volgende ethische dilemma. Bij de uitgang van een loods vind je de blauwe 'dodemansknoop' die een installatie blokkeert. Wat als je deze knop mobiel maakt? Dit zou een vooruitgang zijn (waarbij het aspect van 'borging' wel een rol speelt). Echter, eenieder die zich als slachtoffer in de opslagruimte waar de brand woedt bevindt houdt deze knop dan ingedrukt. Anderen kunnen hier dan niks tegen doen. Een vraag die geopperd wordt is: "Wat als het hoofd BHV alleen zo'n mobiele blauwe knop heeft?" Het hoofd BHV zou dan



koppen moeten tellen en moeten beslissen: blussen of blussing uitstellen. Men vindt dat een onmogelijke keuze voor een Hoofd BHV. Eén van de projectleden geeft aan: “Als een mogelijk slachtoffer in zo’n situatie in een opslag ligt en de knop ingedrukt houdt denk ik dat iedereen er vrede mee heeft dat de boel dan maar afbrandt. Daarnaast: het Hoofd BHV heeft maar 30 sec. bedenktijd. Het kan zijn dat de brand dan onnodig extra groot wordt.”


Een ethische vraag dus. Echter, we weten ook niet hoeveel extra slachtoffers er zullen vallen als de brand zich uitbreidt doordat het blussysteem niet in werking gesteld wordt. Eigenlijk moet de menselijke factor uit de beslissingsfase gehaald worden. Wat je ook doet: persoonlijk heeft iemand er de rest van zijn/haar leven last van als hij/zij zo’n moeilijke beslissing heeft moeten nemen. Het systeem moet debet zijn aan een dodelijk slachtoffer, niet een persoon. Het systeem moet los van de mens gezien worden, aangezien een mens niet goed kan beslissen om zoiets op zijn/haar geweten te hebben. Hiermee kunnen we dan ook de conclusie trekken dat een dergelijk systeem op te grote (ethische) bezwaren stuit.

Er zijn eigenlijk twee moeilijke oplossingen:

1. De minder ingrijpende oplossing: de (mobiele) blauwe knop
2. De ingrijpendere oplossing: het hele blussysteem aanpassen.

De makkelijke oplossing is een blauwe handmelder met een sleutelschakelaar en een pasjessysteem o.i.d. met een digitaal display waarop je kunt zien wie in de ruimte is. Iemand van BHV kan bij brand een dergelijk paneel checken. Het betitelen van alle ruimtes als besloten ruimte gaat volgens de projectleden te ver. Maar wat is het maximum aantal personen in een dergelijke ruimte die beveiligd moet worden? In een magazijn met bijvoorbeeld maximaal 2 personen kun je het simpel houden. Een zichtpaneel bij deuren zou echter al wel een stap voorwaarts zijn. Hierbij moet alleen wel rekening gehouden worden dat er niet alleen loopdeuren zijn, maar ook heftrucks die tussen ruimtes heen en weer rijden. Die moeten ook geregistreerd worden.

Terugkomend op het punt van betrouwbaarheid: ‘Wat is de kans dat iemand echt in de ruimte is en niet kan vluchten bij brand?’ vs. ‘Wat is de kans dat het systeem ‘denkt’ dat er nog iemand is, terwijl dit niet zo is?’ De betrouwbaarheid van het systeem als geheel zou wellicht afnemen. Dit is niet de bedoeling. Hoe meer menselijke factoren je inbrengt, hoe groter de faalkans van het systeem als geheel. Er moet bij een bedrijf een interne procedure zijn waarin staat wat een BHV’er met blauwe handmelder en digitaal display moet doen bij brand. De beslissing moet niet bij de BHV’er zelf liggen. Er dient ook bekend te zijn hoe lang iemand kan overleven in een dergelijke situatie. Dit moet onderzocht worden. Het idee om een tijdsgebonden systeem te maken wordt ter tafel gebracht. Hier kan dan eventueel ook een zuurstofmeter / CO<sub>2</sub>-meter aan gekoppeld worden. Indien de waardes te hoog worden, dan weet de werknemer dat iemand het incident überhaupt niet zal overleven en het blussysteem ingeschakeld kan worden. Het kantelpunt bevindt zich tussen ‘Waar wordt de situatie veiliger’ en ‘Waar wordt de situatie juist onveiliger?’ De

A decorative header image showing the silhouettes of people in a dark, smoky environment with bright orange and red light sources, suggesting a fire or emergency situation.

persoon die je wilt redden kan namelijk ook juist andere personen in gevaar brengen omdat het blussysteem niet in werking gesteld wordt.


Als nabrander wordt nog de volgende beschouwing gegeven op aanwezigheids-registratie gekoppeld aan de blusinstallatie: Het systeem van aanwezigheidsregistratie kan op twee manieren falen. Ten eerste op een vals negatieve wijze. Hierbij geeft het registratiesysteem ten onrechte aan dat er geen mensen meer in de betreffende ruimte aanwezig zijn. Bijgevolg zal bij voldoende vertrouwen in het registratiesysteem geen reddingsactie worden gestart, noch zal de blussing worden uitgesteld. Ten tweede kan het systeem op een vals positieve manier falen. Hierbij zal het systeem ten onterechte aangeven dat er nog mensen aanwezig zijn in de betreffende ruimte. Bij voldoende vertrouwen in het systeem zal dit waarschijnlijk leiden tot het starten van een zoekactie en het uitstellen van de blussing.

Beide acties verhogen in principe het veiligheidsrisico. Een zoekactie zal mensen fysiek dichterbij het gevaar brengen, dan wanneer geen zoekactie wordt gestart. Een brand zal zich verder kunnen ontwikkelen wanneer de blussing wordt uitgesteld, hetgeen de kans op een succesvolle brandbestrijding doet afnemen. Beide faalcondities geven kort gezegd een ongewenst resultaat, namelijk een verhoging van het risico in vergelijking met een situatie zonder aanwezigheidsregistratiesysteem.

De cumulatieve kans van beide faalmogelijkheden moet worden beschouwd in verhouding tot de kans op de gebeurtenis dat tijdens het inwerkingtreden van het stationair blussysteem een persoon zich niet (op tijd) in veiligheid heeft gebracht. De kans op deze gebeurtenis zou op basis van reeds genomen maatregelen (al) klein moeten zijn. Wil het aanwezigheidsregistratiesysteem bijdragen aan veiligheid dan zou de kans op een vals positieve of vals negatieve uitslag gegeven de conditie dat het stationair blussysteem inwerking is getreden en een persoon de ruimte niet heeft verlaten voldoende klein moeten zijn (bij voorkeur 0,1 of kleiner). De cumulatieve faalkans van beide faalmogelijkheden van het registratiesysteem moet naar verwachting bijzonder klein zijn, gegeven de kleine kans dat iemand zich niet (op tijd) in veiligheid kan brengen in de huidige situatie. Dit is namelijk tenminste een factor 10 kleiner dan de kans van de laatstgenoemde omstandigheid. Er zullen zodanig strenge eisen aan dit registratiesysteem gesteld moeten worden dat er grote twijfel is of een dergelijk registratiesysteem wel hieraan kan voldoen. Vanuit kansrekening beredeneerd lijkt de kuur erger dan de kwaal. Dit lijkt overigens een fundamentele en niet onontkoombare beperking.

### **De psyche van de mens bij vluchten**

In ons vervolgonderzoek mag ook de mens en zijn reactiepatronen niet ontbreken. Wat gebeurt er als een magazijnmedewerker met zijn heftrucklepels een gat in een vat giftige stof prikt of wat als hij een brand in het magazijn ziet? Er zijn dan twee verschillende



reacties mogelijk: de medewerker bevriest of loopt weg. De "vecht of vlucht" -reactie is waarschijnlijk wel de bekendste uitdrukking van ons overlevingsinstinct. Deze reactie-set wordt geactiveerd wanneer wij een situatie als een bedreiging voor ons bestaan zien. De persoon krijgt een dosis adrenaline, de hartslag neemt toe, de bloedstroom wordt naar essentiële delen van het lichaam geleid en hij/zij ervaart meer kracht en uithoudingsvermogen. Hoewel onze vecht-of-vluchtreactie als homo sapiens de afgelopen 200.000 jaar goed werkte, lijken we hem nu enigszins kwijt te zijn. Reden genoeg om dit in het kader van de opslag van gevaarlijke stoffen eens onder de loep te nemen.


De experimentele psychologen van de Universiteit Utrecht David Terburg en Jack van Honk hebben, samen met onderzoekers van de universiteiten van Kaapstad en Lausanne, ontdekt welk deel van de hersenen de passieve angstreactie voorkomt: de basolaterale amygdala. Daarbij ontdekten ze dat vanuit een evolutionair perspectief passieve angst ouder is dan actieve angst. Terburg: "Passieve angst, of bevrozing, is een oerinstinct. Reptielen doen het nog steeds: ze blijven vaak volledig roerloos als ze met gevaar worden geconfronteerd. Zoogdieren die later in het evolutieproces verschenen, hebben de basolaterale amygdala die deze reactie van reptielen kan onderdrukken."

De manier waarop we informatie verwerken, problemen oplossen en beslissingen nemen, hetgeen de 'cognitieve vooroordelen' zijn, leiden niet altijd tot de meest doordachte oplossingen, maar ze zijn het meest efficiënt en goed genoeg voor de huidige overleving. Het idee van overleven is drastisch veranderd sinds de vroegste dagen van de mensheid. Het gaat niet langer om het in leven blijven door te vechten of te vluchten bij een onmiddellijke dreiging. Onze basic needs zijn binnen de piramide van Maslow, een motivatie theorie over vijf hiërarchische niveaus van menselijke behoeften, ingevuld. Overleven is niet langer het druk maken over eten of een dak boven ons hoofd. In feite is deze primitieve reactie vaak niet effectief, niet geaccepteerd en kan zelfs contraproductief zijn voor ons voortbestaan.

Binnen het magazijn moet de primaire reactie ook niet helemaal verdwijnen. Hoewel we er in de huidige maatschappij niet meer zo veel behoefte aan hebben, hebben we het in het gevaarlijke stoffen magazijn juist van tijd tot tijd wel nodig. Gelukkig zijn we deze reactie nog niet helemaal kwijt. De geprogrammeerde reactie op bedreigingen, die in onze genen is gecodeerd, is nog niet uit onze psyche verdwenen. De primitieve reactiepatronen moeten echter wel omgezet worden naar meer functionele patronen. Daarvoor hebben we geautomatiseerde lijnen in onze psyche nodig. Door 'spills' met gevaarlijke stoffen, ofwel scenario's, op papier uit te werken en vervolgens te gaan oefenen zorgen we voor gestructureerde patronen in ons brein.

Door de primitieve instinctieve reacties te beheersen en te sturen, kunnen we aan een nieuwe - en meer adaptieve reactie op de huidige bedreigingen beginnen. Psychologisch gezien worden de zintuigen versterkt en kan de medewerker snellere beslissingen nemen. Het is dus noodzaak dat we frequent gaan oefenen op een scenario's waarbij we bij een





plotseling incident snel kunnen handelen en onze primitieve reacties efficiënt kunnen gaan benutten.

## **Privacy en verwerking gegevens**

Een ander thema waar we naar moeten kijken is 'privacy'. Iedere keer als een bedrijf persoonsgegevens verwerkt, is dat een inbreuk op de privacy van de mensen over wie het gaat. Daarom mag het bedrijf alleen persoonsgegevens verwerken als het echt niet anders kan. Oftewel, als het bedrijf zonder deze gegevens haar doel niet kan bereiken.

Een 'tag' die aangeeft of iemand nog aanwezig in een ruimte welke gekoppeld is aan een naam is volgens de huidige wetgeving toegestaan. Het doel is namelijk om te bepalen of iedereen de ruimte verlaten heeft. Kanttekening: de werkgever moet zelf beoordelen welke grondslag voor hem van toepassing is. Dat is zijn eigen verantwoordelijkheid. De Autoriteit Persoonsgegevens ([AP](#)) en de opstellers van deze rapportage kunnen de werkgever hierover geen advies geven. Hij bepaalt zelf de grondslag voordat de gegevensverwerking gestart wordt. Dit betekent dat de werkgever een goede reden moet hebben om persoonsgegevens te verwerken. In de privacywet, de Algemene verordening gegevensbescherming ([AVG](#)), worden [6 redenen](#) voor het verwerken van persoonsgegevens genoemd. De juridische naam voor die redenen is grondslagen. De werkgever heeft dus een grondslag nodig om dergelijke gegevens te mogen verwerken.

Wanneer de werkgever een grondslag voor de verwerking van de gegevens heeft is het aan te raden dat hij deze op de volgende plekken vermeldt:

1. In de privacyverklaring van het bedrijf. Zo weten de mensen van wie de gegevens verwerkt worden waarom dit mag. Zo komen zij niet voor verrassingen te staan. Dit kan de werkgever helpen om aan zijn informatieplicht te voldoen.
2. In het privacybeleid (als het bedrijf dit heeft, want niet elke organisatie is verplicht om een privacybeleid te hebben). Dit kan helpen om aan de verantwoordingsplicht te voldoen.
3. Eventueel aanvullend in het verwerkingsregister.

Wanneer men er voor kiest om de tag een bredere functionaliteit te geven, dan zal de grondslag wellicht breder worden. Als men bijvoorbeeld met het pasje ook wil achterhalen hoe het met een persoon op dat moment gaat (bijvoorbeeld een uitvoering via een horloge waarbij men tevens de hartslag of het zuurstofpercentage kan meten) dan komt men op het pad van medische gegevens. De vraag is of de werkgever bijzondere persoonsgegevens, zoals medische gegevens, wil verwerken.

Het is in de basis verboden om gegevens over de gezondheid van een werknemer te verwerken, tenzij men voldoet aan een aantal strenge eisen. Een grondslag hebben is dan



dus niet genoeg. We hebben het dan over het vaststellen van de grondslag voor vitaal belang.

Men heeft alleen het recht om persoonsgegevens te verwerken als men zich kan baseren op 1 van de 6 grondslagen uit de AVG. Eén van die grondslagen is dat het noodzakelijk is om persoonsgegevens te verwerken om vitale belangen te beschermen. Men kan zich slechts in enkele gevallen op deze grondslag baseren. Een vitaal belang is aan de orde als het over een belang gaat dat essentieel is voor iemands leven of gezondheid en die persoon op dat moment niet om toestemming voor de verwerking van zijn/haar gegevens gevraagd kan worden. Bijvoorbeeld wanneer er acuut gevaar dreigt, maar iemand bewusteloos of mentaal niet in staat is om toestemming te geven.

Daarnaast: bij een grootschalige ramp moet de hulpverlening onmiddellijk op gang komen. In die situatie is het natuurlijk niet te doen om eerst alle betrokken personen te informeren en om toestemming te vragen om hun medische gegevens te verwerken.

Is de verwerking van persoonsgegevens echt noodzakelijk voor de bescherming van de vitale belangen van ieder betrokken individu? Een werkgever dient er zorg voor te dragen dat hij goed kan onderbouwen dat hij zich op deze grondslag mag baseren. Onder de AVG heeft hij namelijk een verantwoordingsplicht. Belangrijk is dat de werkgever ook goed kan onderbouwen waarom hij voor deze grondslag heeft gekozen.

Met betrekking tot het bewaren van gegevens is er op grond van de AVG geen concrete bewaartermijn voor persoonsgegevens. Organisaties bepalen zelf hoe lang zij persoonsgegevens bewaren. Hierbij kijken zij naar hoe lang de gegevens nodig zijn voor het doel waarvoor deze zijn verzameld of worden gebruikt.

Indien gegevens van camera's gecombineerd worden met de beveiliging van brandbestrijding, dan zijn hier wel bewaartermijnen voor vastgesteld. Camerabeelden van openbare plaatsen mogen maximaal 4 weken bewaard worden. Mochten er beelden van strafbare feiten vastgelegd zijn, die als bewijsmateriaal kunnen dienen in een strafprocedure, dan kan de bewaartermijn worden verlengd. Voor de overige camerabeelden, zoals uit winkels, geldt ook een bewaartermijn van 4 weken. Maar: als er een incident, zoals winkeldiefstal, vastgelegd zijn, dan mag de winkelier de beelden bewaren tot het incident is afgehandeld.




## VOORSTEL VEILIG VLUCHTEN UIT EEN OPSLAG MET EEN HOOG RISICO BLUSINSTALLATIE

In dit laatste hoofdstuk leggen we een definitief voorstel neer voor op welke wijze veilig vluchten bij een opslag van gevaarlijke stoffen met een hoog risico blusinstallatie vergroot kan worden. Zoals eerder in deze rapportage aangegeven zijn er diverse maatregelen opgenomen in normen en veiligheidsbladen maar hebben we ook geconstateerd dat de risico's hoog zijn en de daadwerkelijke praktijk vaak anders uitpakt. Dit vraagt om extra maatregelen welke niet dwingend worden geacht, maar bij toepassing ervan ervoor kunnen zorgen dat iedereen de ruimte veilig kan verlaten of het risico op slachtoffers verkleind kan worden.

### **Ontwerp, scenario's en training**


Hieronder een opsomming van tips voor het veilig vluchten met betrekking tot het ontwerp van een magazijn, het opstellen van scenario's en training van de medewerkers:

- De keuze van het blussysteem / blusmedium moet afgestemd zijn op het ontwerp van het brandcompartiment, de aanwezigheid en eigenschappen van de stoffen, mensen en de omgeving. Ook kan overwogen worden om bestaande risicovolle systemen te vervangen door minder risicovolle systemen.
- Beperk de aanwezigheid van mensen in de ruimten tot een minimum en denk na over geautomatiseerde magazijnen.
- In het ontwerp moet specifiek rekening gehouden worden met omgevingsfactoren, zoals fietspaden, parkeergarages of uitpandige vluchtroutes. Zo kan uitstromend gas via overdrukluiken er toe leiden dat risico's ontstaan op andere plaatsen dan het brandcompartiment. Door luiken bijvoorbeeld niet in de zijwanden, maar op het dak of een andere zijde te plaatsen kan een extern risico wellicht verminderd worden. Zorg daarnaast voor veiligheidszones die in noodplannen terug komen.
- Door het toevoegen van citronella gaat een signaalfunctie uit dat er bijvoorbeeld een lekkage in het systeem zit.
- Door het aanbrengen van een CO<sub>2</sub>-detectie welke een alarm genereert en/of een zwaailicht (binnen dan wel buiten de ruimte) kan voorkomen worden dat een ruimte met CO<sub>2</sub> betreden wordt en kan er voor gezorgd worden dat men de ruimte veilig kan verlaten. Zorg dat voor de ruimte betreedt wordt deze lamp zichtbaar is, zodat je weet of je de ruimte kunt betreden. Bij voorkeur een normale kleur lamp



wanneer de waardes goed zijn en je de ruimte kunt betreden en een gekleurde, bijvoorbeeld rode lamp die aangeeft de ruimte niet te betreden.


- Vluchtwegen dienen van alle kanten in het brandcompartiment duidelijk zichtbaar te zijn.
- Het aantal vluchtwegen, het aantal personen maximaal in de ruimte aanwezig en de afstanden welke overbrugd moeten worden dienen afgestemd te zijn op wet- en regelgeving.
- Een key- of badge-systeem voor personeel en bezoekers kan er voor zorgen dat duidelijk is wie er zich binnen in een opslag bevindt. Door een beeldscherm bij de ingangen of bij de brandweeringang op te hangen kan duidelijk worden gemaakt wie er nog binnen is. Het gevaar is dan wel aanwezig dat onterechte conclusies getrokken worden (bijvoorbeeld door verlies of misbruik van de key of badge). De risico's hierop kunnen verkleind worden door een volledig hekwerk met draaideur te plaatsen waardoor slechts 1 persoon tegelijk naar binnen/buiten kan. Dit zorgt er wel voor dat de vluchttijd vergroot wordt en bij veel personeelsleden is deze oplossing niet werkbaar. De oplossing dient altijd afgestemd te worden op de vluchtkans en de hoeveelheid personeel. Een andere mogelijkheid is een scanpoortje waarbij automatisch geregistreerd wordt wie het magazijn in en uitgaat.
- Bij het ontwerp dienen de vertragingstijden volgens de norm in acht genomen te worden en dient waar mogelijk extra tijd ingebouwd te worden indien de scenario's dit verlangen en indien bevoegd gezag hiermee akkoord is.
- Het ontwerp dient 2 melders, ofwel 2 groepsafhankelijke aansturingen te hebben, alsmede de toepassing van een akoestisch- en optisch blus/ontruimingsalarm.
- Duidelijke signalen/signaalborden dienen te laten zien dat de installatie in gebruik is en men de ruimte niet mag betreden. Eventueel kan de noodorganisatie extra linten/ kettingen aanbrengen bij doorgangen buiten de ruimte.
- Bij het ontwerp van een brandcompartiment met een brandbeheers- of brandbestrijdingsinstallatie met een hoog risico dienen realistische scenario's opgesteld te worden waarbij het veilig vluchten vanuit alle hoeken en hoogten van de ruimte vastgelegd worden. De scenario's dienen akkoord bevonden te worden door de bevoegde autoriteit.
- De genoemde scenario's dienen terug te vinden te zijn in de binnen het bedrijf afgestemde noodscenario's waarbij rollen van hulpverleners zijn uitgeschreven.

- 
- A decorative header image showing the silhouettes of people in a dark environment with bright orange and red light, suggesting a fire or emergency situation.
- In het aannamebeleid van het bedrijf of de instelling dient vastgelegd te zijn dat in de ruimten waar hoge risico's bestaan uitsluitend personen aan het werk zullen zijn welke in staat zijn veilig te vluchten binnen de tijd van bovengenoemde scenario's. Daarnaast dient vastgelegd te zijn dat deze personen geïnformeerd zijn over deze risico's door middel van bijvoorbeeld een werkvergunning of poortinstructie.
  - Bij het in gebruik nemen van de installatie en bij het in dienst treden van medewerkers dient een cursus verzorgd te worden waarin zij duidelijk geïnstrueerd worden over alle risico's en procedures. Van de aanwezigheid is een registratie aanwezig. Iedere aanwezige in de ruimte dient aantoonbaar op de hoogte te zijn van de gevaren en risico's van de blusinstallatie.
  - Bovengenoemde scenario's dienen tenminste één keer per jaar aantoonbaar getraind te worden met de medewerkers die in de ruimtes werken.

### **Gebruik, onderhoud en ventilatieprocedure**

De volgende tips hebben betrekking op het gebruik van de ruimte, het onderhoud ervan en de ventilatieprocedure:

- Zorg dat er binnen het bedrijf geaudit wordt op het vrij houden van de vluchtwegen.
- Leg vluchtmaskers op intern materieel waarmee men ieder geval nog veilig kan vluchten.
- Extra maatregelen zoals omvalbeveiliging kunnen vroegtijdig duidelijk maken dat iemand op de grond ligt. Een melding dient wel geborgd te zijn in de noodprocedures.
- Bij voorkeur beschikt het bedrijf over vastgestelde camera's in de magazijnen welke op afstand kunnen laten zien wat de stand van zaken is voor, tijdens en na een blussing. Gezien blussing van onderaf aanvangt hangen de camera's bij voorkeur hoog. Effectief zou het zicht belemmerd kunnen worden door blusmiddel of rook.
- In toekomstige situaties zouden 'inspectierobots' ingezet kunnen worden die ter plaatse gaan kijken en warmte- en/of camerabeelden kunnen doorgeven of gasmetingen kunnen verrichten.

- 
- A decorative header image showing the silhouettes of people in a dark environment, possibly a fire, with bright orange and red light sources in the background.
- Bij noodsituaties dient de noodorganisatie naast de naleving van de noodprocedures ook rekening te houden met de omgeving door de eerder benoemde veiligheidszones af te zetten.
  - Bij het onderhoud dient een werkvergunning afgegeven te worden indien gebruik gemaakt wordt van derden.
  - Bij gebruik van derden moet zeker gesteld worden dat het om deskundig personeel gaat, welke bekend is met het desbetreffende systeem en de risico's van het medium.
  - Bij gebruik van derden moet zeker gesteld worden dat deze bekend zijn met de van toepassing zijnde noodprocedures binnen het bedrijf welke relevant zijn voor de werkzaamheden en het vluchten.
  - Onderhoudswerkzaamheden worden bij voorkeur uitgevoerd buiten de reguliere werkzaamheden of in ieder geval buiten de aanwezigheid van mensen.
  - Bij het uitschakelen van een alarm/meldingen dienen bevoegd gezag en de interne noodorganisatie in kennis gesteld te worden en mag er niemand in de te blussen ruimte aanwezig zijn.
  - Het bedrijf dient te beschikken over een ventilatieprocedure welke onderdeel uitmaakt van het noodplan. Hierin is geregeld welke stappen ondernomen moeten worden nadat de brand geblust is. Hierbij is van belang dat dit door aantoonbaar deskundig personeel uitgevoerd wordt en met zeer ruime veiligheidsafstanden.

### **Andere maatregelen**

Hoewel meer maatregelen denkbaar zouden zijn, gaan deze vaak ten koste van de veiligheid van de personeelsleden of wordt de verantwoordelijkheid van de 'leven of dood beslissing' neergelegd bij een collega, met eventueel alle gevolgen van dien. Daarnaast zorgen veel andere maatregelen er juist weer voor dat de situatie onveiliger wordt of dat de functionaliteit van de installatie aangetast wordt.



## PROJECTTEAM

Onderstaande personen werkten mee aan dit project. Hetgeen in dit rapport is opgenomen is geen weergave van een mening van deze personen.

Bernadine Kok (Projectcoördinator) - VNCW (bs@vncw.nl)

Jan de Bruin - Ansul Solutions BV (jdebruin@ansul.nl)

Pieter Bikker - Wagner (bikker@wagner-nl.com)

Kees de Kraker - Inspectie SZW (kdkraker@inspectieszw.nl)

Sander van Schie - De Rijke (sander.vanschie@derijke.com)

Erik Taal - Nijhof Wassink (erik.taal@nijhof-wassink.com)

Jaco Rietveld - ProDelta (j.rietveld@prodelta.nl)

Willem van Oppen - CCV (willem.vanoppen@hetccv.nl)

## BEGRIPPENLIJST

**ADR** Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route.

**Afblaastijd** De afblaastijd is de tijdsduur waarin 90 procent van de ontwerp-blusgasmassa in een beveiligde ruimte wordt afgeblazen.

**Automatisch blusinstallatie** Een automatische blusinstallatie is een samenstelling van blusstofopslag, distributiesysteem en eventueel sectie-afsluiters, waarbij het vrijkomen van blusstof, alarm voor ontruiming en afschakeling van hulpapparatuur automatisch geschiedt door middel van een branddetectie- en blusstuursysteem.

**Automatisch branddetectiesysteem** Een automatisch branddetectiesysteem is een branddetectie- en stuursysteem als bedoeld in NEN 2535.

**Beschermingsniveau** Het beschermingsniveau is de grootste hoogte boven de vloer van de in een beveiligde ruimte te beschermen goederen of apparatuur.

**Blusgas** Blusgas is een vluchtige stof of gas die bij een bepaalde concentratie een brand door fysische en/of chemische werking dooft.

**Blusgas, chemisch** Chemisch blusgas is een 'clean agent' die primair bestaat uit componenten van een of meer organische stoffen die een of meer elementen fluor of jodium bevatten. (Voorbeelden zijn fluorkoolwaterstoffen (HFC's), fluorjodiumkoolstoffen (FIC's) en (FK) gefluorideerde ketonen.)

**Blusgas, inert** Inert blusgas is een 'clean agent' die primair uit een of meer elementen helium, neon, argon of stikstof bestaat. (Een inert blusgas kan uit één of een mengsel van genoemde gasen bestaan, inclusief kooldioxide met een maximum van 8 V%.)

**'Clean agent'** Met 'clean agent' wordt bedoeld een elektrisch niet geleidende, vluchtige of gasvormige blusstof die geen residu achterlaat na verdamping.

**Expansievoud** Expansievoud is de verhouding tussen verkregen schuimvolume en premix. (= mengsel van schuimvormende vloeistof en water).


**Hi-Ex blusschuimininstallatie** High-Expansion blusschuimininstallatie, waarbij de expansievoud van het schuim/watermengsel meer dan 200 is (één liter premix geeft tenminste 200 liter schuim).

**LOAEL** LOAEL staat voor Lowest Observable Adverse Effect Level: de laagste concentratie van een gas waarbij nadelige effecten op personen waarneembaar kunnen zijn.

**NOAEL** NOAEL staat voor No Observed Adverse Effect Level: de hoogste concentratie van een gas waarbij nog géén nadelige effecten op personen waargenomen zijn.

**Netto-ruimtevolume** Het netto-ruimtevolume is het bruto volume van een omsloten ruimte, uitgedrukt in m<sup>3</sup>, verminderd met het volume van ondoordringbare bouwkundige constructies.





**Onderhoudsdeskundige** Een onderhoudsdeskundige is een persoon in dienst van de onderhouder dan wel de onderhouder zelf, die op grond van zijn vakopleiding, kennis en ervaring, alsmede zijn kennis van de desbetreffende voorschriften, de hem/haar toegewezen werkzaamheden zelfstandig kan beoordelen en uitvoeren (zie NEN 2654-1).

**Ontwerp-blusgasconcentratie** De ontwerp-blusgasconcentratie is de blusgasconcentratie, vermenigvuldigd met de materiaal gebonden factor en een toeslag voor omstandigheden (lekkage, temperatuur of peil boven zeespiegelniveau e.d.) die een blussing negatief kunnen beïnvloeden.

**RI&E** Risico-inventarisatie en evaluatie conform de Arbeidsomstandighedenwet


**Standtijd** De standtijd is de tijd waarin de ontwerp-blusgasconcentratie tot en met het vereiste beschermingsniveau niet onder een van tevoren vastgesteld minimum mag komen.

**UPD** Uitgangspuntendocument

**VBB-systeem** Vastopgestelde brandbeheersings- en brandblussysteem

## BRONNEN


- 1) PGS14
- 2) 29 CFR Part 1910.160 (b) (11). 1994. Vaste blusinstallaties. Code of Federal Regulations, 1 september.
- 3) 29 CFR 1910.162. 1994. Vaste blusinstallaties, gasvormig middel. Code of Federal Regulations, september.
- 4) 46 CFR deel 76.15. 1997. Ch. I - Kooldioxide-blussysteem, details. Code of Federal Regulations, 1 oktober.
- 5) <https://www.epa.gov/sites/production/files/201506/documents/co2report.pdf>
- 6) Consolazio, WV; Fisher, MB; Pace, N .; Pecora, LJ; Pitts, GC; Behnke, AR 1947. Effecten op de mens van hoge concentraties kooldioxide in relatie tot verschillende zuurstofdrukken tijdens blootstellingen van wel 72 uur. Ben. J. Physiol. 51: 479-503.
- 7) Lafaard, HW; Jones, GW 1952. "Grenzen van ontvlambaarheid van gassen en dampen." Bulletin 503, USDI Bureau of Mines: Pittsburgh, PA.
- 8) Dalgaard, JB; Dencker, G .; Fallentin, B .; Hansen, P .; Kaempe, B .; Steensberger, J .; Wilhardt, P. 1972. Dodelijke vergiftiging en andere gezondheidsrisico's die verband houden met industriële visserij. Br. J. Ind. Med. 29: 307-316.
- 9) Dripps, RD; Comroe, JH. 1947. De ademhalings- en bloedsomlooprespons van een normale man op inademing van 7,6 en 10,4 procent kooldioxide met een vergelijking van de maximale ventilatie geproduceerd door zware spieroefening, inademing van kooldioxide en maximale vrijwillige hyperventilatie. Ben. J. Physiol. 149: 43-51.
- 10) Friedman, R. 1989. Principles of Fire Protection Chemistry, 2e editie. Nationaal Bureau voor brandbeveiliging: Quincy, MA.
- 11) Friedman, R. 1992. Brandblustheorie. Fire Protection Handbook, 17e editie, Ed. A. Cote. Nationaal Bureau voor brandbeveiliging: Quincy, MA.
- 12) Gellhorn, E. 1936. Het effect van O<sub>2</sub>-gebrek, variaties in het koolstofdioxidegehalte van de ingeademde lucht en hyperpnoe op visuele intensiteitsdiscriminatie. Ben. J. Physiol. 115: 679-684.
- 13) Gellhorn, E .; Spiesman, I .. 1934. Invloed van variaties van O<sub>2</sub> en kooldioxide spanning in geïnspireerde lucht bij het horen. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 32: 46-47.
- 14) Gellhorn, E .; Spiesman, I .. 1935. Invloed van hyperpnoe en van variaties in O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>-spanning in de geïnspireerde lucht bij het horen. Ben. J. Physiol. 112: 519-528.
- 15) Gibbs, FA; Gibbs EL; Lennox, WG; Nims, LF 1943. De waarde van kooldioxide bij het tegengaan van de effecten van een laag zuurstofgehalte. J. Aviat. Med. 14: 250-261.
- 16) IRI. 1994. Informatiehandleiding 13.3.1-Kooldioxide-systeem. Juni 1994. Verzekeraars van industriële risico's: Chicago, IL.
- 17) <https://autoriteitspersoonsgegevens.nl>

- 
- 18) CCOHS. 1990. Carbon Dioxide Chemical Infogram. Canadees centrum voor gezondheid en veiligheid op het werk, Hamilton, Ontario. Oktober.
  - 19) Kety, SS en Schmidt, CG 1948. De effecten van veranderde arteriële spanningen van kooldioxide en zuurstof op de cerebrale bloedstroom en cerebrale zuurstofconsumptie van normale jonge mannen. J. Clin. Investeren. 27: 484-492.
  - 20) Lambertsen, CJ 1971. "Therapeutische gassen - zuurstof, kooldioxide en helium." Drill's farmacologie in de geneeskunde. Hoofdstuk 55, Ed. Door JR DiPalma. McGraw-Hill Book Co.: New York, NY.
  - 21) Lechtenberg-Autfarth. 1998. Bundesanstalt Für Arbeitsschutz en Arbeitsmedizin. (Federaal Instituut voor Veiligheid en Gezondheid op het werk), Dortmund, Duitsland, persoonlijke communicatie. NFPA 12. Standaard voor blusinstallaties met kooldioxide. Editie 1998. Nationale Vereniging voor Brandbeveiliging: Quincy, MA.
  - 22) NFPA 2001. Standaard voor brandblussystemen met schone agentia. Editie 1996. Nationale Vereniging voor Brandbeveiliging: Quincy, MA. Bijlage A, par. A-3-4.2.2.
  - 23) NIOSH. 1976. Criteria voor een aanbevolen norm: beroepsmatige blootstelling aan kooldioxide. HEW-publicatie nr. 76-194, Nationaal instituut voor veiligheid en gezondheid op het werk, augustus.
  - 24) OSHA. 1989. Kooldioxide, industriële blootstelling en controletechnologieën voor OSHA-gereguleerde gevaarlijke stoffen, deel I van II, stof A - I. Administratie voor veiligheid en gezondheid op het werk. Washington, DC: US Department of Labor, maart.
  - 25) Patterson, JL; Heyman, H.; Batterij, LL; Ferguson, RW 1955. Drempelwaarde voor de respons van de hersenvaten van de mens op verhogingen van kooldioxide in het bloed. J. Clin. Investeren. 34: 1857-1864.
  - 26) <https://federatieveilignederland.nl/nl/handige-informatie/downloads/svi-blad>

## NORMEN

Deze richtlijn is mede gebaseerd op nationaal en internationaal aanvaarde normen, wet- en regelgeving, waarvan steeds de laatst gepubliceerde versie van kracht is:

PGS-15 Richtlijn opslag van verpakte gevaarlijke stoffen  
PGS-14 VBB systemen Handreiking voor de toepassing bij PGS 15  
VdS 2093 CO2 Feuerlöschanlagen  
VdS 2380 Richtlinien für Feuerlöschanlagen mit nicht verflüssigten Inertgasen  
VdS 2381 Richtlinien für Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen - Planung und Einbau  
VdS 3188 Watermist sprinkler systems and Watermist Extinguishing Systems (High Pressure)  
VdS 3527 Oxygen Reduction Systems  
ISO 6183 Fire protection equipment - CO2 Fire Extinguishing Systems  
ISO 15779: 2011 Condensed aerosol fire extinguishing systems  
NFPA 11 Standard for Low-, Medium- and High Expansion Foam Systems  
NFPA 12 Standard on CO2 Extinguishing Systems  
NFPA 750 Standard on Watermist Fire Protection Systems  
NFPA 2001 Standard on 'clean agent' Fire Extinguishing Systems  
NFPA 2010 Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems  
Technisch Bulletin 48A (2017) Hi-Ex installaties  
Technisch Bulletin 61A (2011) Hi-Ex inside air systemen in PGS15 objecten  
Technisch Bulletin 64B (2012) Schuim bijmengsystemen  
Technisch Bulletin 81 (2019) Mengen van zwaarschuimconcentraten  
NEN 1010 Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties  
NEN 2535 Brandveiligheid van gebouwen - Brandmeldinstallaties  
Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen  
NEN 2575 Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsalarminstallaties Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen  
NEN 2654-1 Brandmeldinstallaties - Eisen voor het beheer, de controle en onderhoud  
NEN 2654-2 Ontruimingsalarminstallaties - Eisen voor het beheer, de controle en onderhoud  
NEN 3011 Veiligheidskleuren en -tekens in de werkomgeving en in de openbare ruimte  
NEN 3140 Laagspanningsinstallaties - Bepalingen voor veilige werkzaamheden, inspecties en onderhoud  
NEN-ISO 11014-1 Veiligheidsinformatieblad voor chemische producten.  
Deel 1 Inhoud en volgorde van rubrieken  
NEN-EN-12094-serie Vaste brandblusinstallaties - Onderdelen voor blusgassystemen  
NEN 3011 Veiligheidskleuren en -tekens



NEN-EN 13565-serie Vaste brandblusinstallaties - Schuimsystemen- eisen, beproevingsmethoden, ontwerp, constructie en onderhoud

NEN-EN1568-2 Blusmiddelen – Schuimconcentraten met hoge expansie voor gebruik op vloeistoffen die niet met water mengbaar zijn

Directive 97/23/EEG Pressure Equipment Directive (PED)

Directive 1999/36/EC Transportable Pressure Equipment Directive (TPED)

NEN-EN 1968 Periodieke keuring en beproeving van naadloze, stalen gasflessen

NEN-EN 1803 Periodieke keuring en beproeving van gelaste, stalen gasflessen

NEN-EN 15004-serie (NEN-ISO 14520-revised) Gaseous fire extinguishing systems (brandblus-systemen met gas; fysische eigenschappen en systeemontwerp)

EG nr. 517/2014 Verordening inzake bepaalde gefluoreerde broeikasgassen en bijbehorende uitvoeringsbesluiten

NEN-EN 15276 serie Vaste brandblusinstallaties – Aerosol blussystemen (beproeving componenten, ontwerp, installatie en onderhoud)

NEN-EN 16750 Vaste brandblusinstallaties – Beperkingsystemen voor zuurstof - Ontwerp, installatie, berekening en onderhoud

prEN 14972-1 Vaste brandblusinstallaties – Watermistssystemen – deel 1 – Ontwerp, installatie, inspectie en onderhoud



Contact:

VNCW / Postbus 4070 / 6803 EB / Arnhem / E. [info@vncw.nl](mailto:info@vncw.nl) / [www.vncw.nl](http://www.vncw.nl)