



Case study

Blusgas installatie in labo met biologisch risico

Case study - Copyright © 2014 by Fire Safety Engineering Consultants (FSEC) bvba

All rights reserved. No part of the content of this document and of the above mentioned report may be multiplied, stored electronically or made public, in any form or by any means, neither electronically, mechanically, by photocopies, recordings, or in any other way, without prior written permission of the author.

1 Inhoud

1	Inhoud	2
2	Inleiding	3
3	Gebruikskennmerken van de labs	4
4	Opstelplaats blusgas	4
5	Voorschriften	5
6	Ontwerp	6
7	Proefblussing	9
8	Kaderstuk blusgas IG55	11
9	Lijst figuren	14
10	Referenties	14

2 Inleiding



In dit artikel gaan we dieper in op het beveiligen tegen brand van labo's met biologisch risico.

De labo's, genaamd *MLIII labs*¹, bevinden zich in de recent opgerichte gebouwen van het Erasmus Medisch Centrum te Rotterdam (NL). Het betreft 5 separate labo's die in een groter, met sprinklers beveiligd, gebied gelegen zijn maar die omwille van het verspreidingsrisico van risicovolle biologische agentia, door afvloeiing van gecontamineerd bluswater, niet kunnen worden beschermd door de algemene sprinklerinstallatie. Rekening houdend met de maximaal optredende risico's voor de omgeving door een brand in de ruimte werd geopteerd voor een blusgasinstallatie.

De keuze valt op een mengsel van 2 inerte gassen, namelijk stikstof (N₂) en Argon (Ar), genaamd *IG55*². De aanduiding staat Inert Gas bestaande uit 50% stikstof en 50% argon. Dit mengsel is op de markt aanwezig onder een aantal commerciële benamingen van systeemleveranciers, met name *Argogen*[®], *Argonite*[®], *Proinert*[®] en anderen .

De installatie wordt geactiveerd door optische melders zodat een brand reeds in een vroeg stadium wordt gedetecteerd. Hierdoor wordt het aanvullend risico voor de omgeving door de uitwerking van de installatie geminimaliseerd. De installatie bestaat uit een centraal opgestelde blusgasbatterij ten behoeve van alle (5) labs. Op vraag van de overheid en de bouwheer dient de beveiligingsinstallatie voorzien te worden van een inspectiecertificaat, conform de eisen van het nationaal Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid (CCV). Deze eisen zijn door het CCV formeel vastgelegd in het inspectieschema "Vast opgestelde Brandbeheers- en Brandblussystemen"³. Na oplevering van de installatie dient het certificaat periodiek te worden hernieuwd door inspecties.

Voor dit project werd, voorafgaand aan het ontwerp, een uitgangspuntendocument (UPD) opgesteld dat aan de basis ligt van de inspectie bij oplevering. De bepalingen in het UPD geven aan alle partijen die bij het ontwerp en het beheer van de installatie zijn betrokken, inzicht in de brandbeveiligingsvoorzieningen die moeten gewaarborgd zijn. Het geeft weer welke keuzes zijn gemaakt, voor welke maatregelen werd gekozen en hoe deze later moeten worden beheerd.

Het UPD wordt finaal door alle stakeholders getekend voor akkoord. De stakeholders in dit project zijn de brandweercommissie Rotterdam, de verzekeraar, de eigenaar/gebruiker en de aangeduide inspectie instelling.

¹ Micro-organismen Laboratorium, inperking schaal 'ML-III' volgens EU-richtlijn 98/81/EG

² Benaming volgens ASHRAE code (American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning engineers)

³ VBB-systemen: kwaliteit systematiek door controle en certificering van professionals en installaties

3 Gebruikskenmerken van de labs



In de labs wordt onderzoek verricht naar risicovolle biologische agentia. Om verspreiding naar het omliggend gebied te verhinderen, is de toegang tot de ruimte voorzien van een sluis die zich bevindt binnen het met blusgas beveiligd gebied. Een onderdrukinstallatie houdt zowel de ruimte als de sluis op een permanent negatief drukniveau ten opzichte van de omgeving. De ventilatiekanalen die naar het lab leiden, zijn uitgerust met HEPA filtersystemen die een barrière vormen voor de gecontamineerde lucht.

Elk lab is uitgevoerd als een separaat brandcompartiment met een brandwerende scheiding van tenminste 60 minuten ten opzichte van de omliggende ruimten.



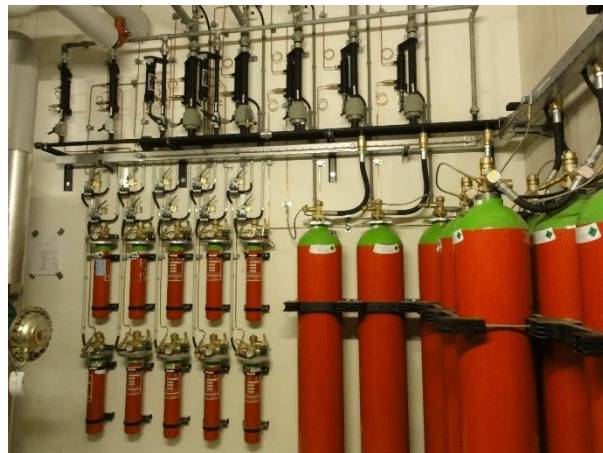
Figuur 1: toegang lab

4 Opstelplaats blusgas

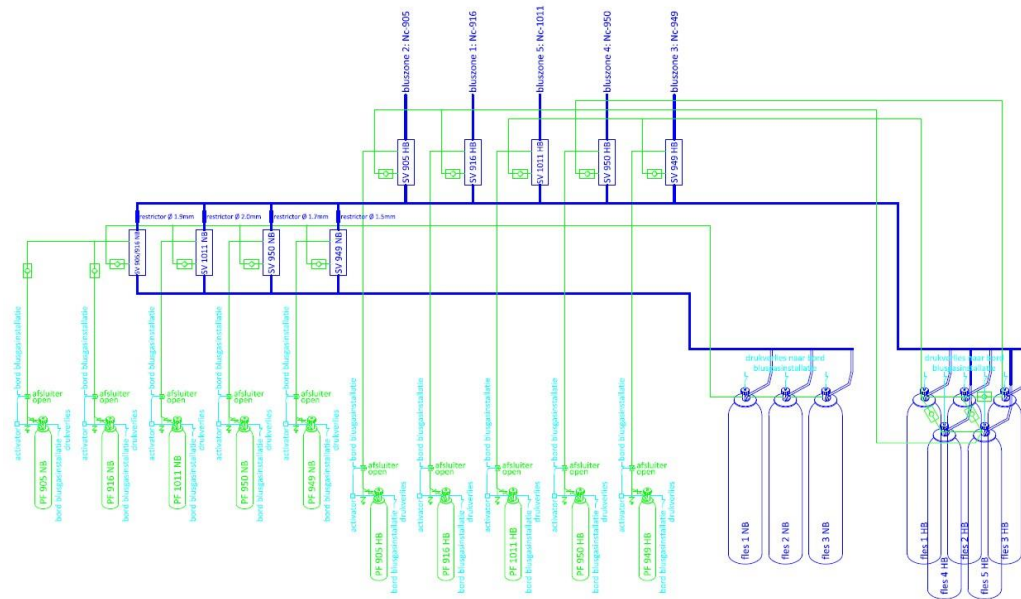
Het blusgas wordt onder hoge druk (300bar) opgeslagen in stalen cilinders met 80 liter volume. De batterij met cilinders staat opgesteld op de drie verdiepingen lager gelegen technische bouwlaag. De voorraad blusgas is gebaseerd op het grootste volume van de 5 aangesloten labs, inclusief hun sas. Voor de labs met een kleinere inhoud wordt een kleiner aantal cilinders geactiveerd door middel van een pneumatisch stuursysteem.

Met behulp van aparte pneumatische afsluiters voor elk beschermd lokaal wordt het blusgas vanaf een centrale collector

verdeeld naar de ruimte. Een secundaire batterij is opgesteld om de stand tijd te waarborgen (nablissing). De ventielen van de cilinders worden bediend door stikstof op 100bar druk, afkomstig van pilootflessen met 7 liter inhoud. De pilootflessen worden op hun beurt bediend door elektroventielen die worden aangestuurd door het brandmeldpaneel van de respectievelijke labo's. Voor elk lab zijn er twee pilootflessen, één voor de hoofdblissing en één voor de nablissing.



Figuur 2: batterij blusgas en pilootinstallatie



Figuur 3: pneumatisch schema

5 Voorschriften

In het UPD worden volgende voorschriften aangenomen:

Met betrekking tot het ontwerp van het hydraulisch gedeelte en de opslagruimte:

- NEN-EN 15004-9: Gaseous fire-extinguishing systems (IG55)
- SVI-informatiebladen: Branchennorm blusinstallaties, Veiligheidsaspecten⁴

Met betrekking tot het ontwerp van het brandmeld gedeelte:

- NEN 2535: Brandveiligheid van gebouwen – Brandmeldinstallaties – System- en kwaliteitseisen en projectierichtlijnen
- NEN 2654-1: Beheer, controle en onderhoud van brandbeveiligingsinstallaties – Deel 1: Brandmeldinstallaties
- NPR 2576: Functiebehoud bij brand – Richtlijn voor bekabeling, ophanging en montage van transmissiewegen

Met betrekking tot de componenten:

- Naast de verplichte CE markering dienen de componenten van de VBB gecertificeerde systemen voorzien te zijn van een kwaliteitsmerk van LPCB®, VdS®, FM Global®, UL® listing of gelijkwaardig.
- De meldapparatuur moet zijn goedgekeurd door een volgens NEN-EN45011 geaccrediteerde certificatie-instelling.

⁴ SVI: Veiligheidsinformatiebladen uitgegeven door de Stichting Veiligheidsinformatie, in samenwerking met de Vereniging van Beveiligingsondernemingen in Nederland (VEBON)

6 Ontwerp

Het ontwerp van de installatie is gebaseerd op bovenvermelde voorschriften. Deze zijn generiek toe te passen voor de meeste brandrisico's.

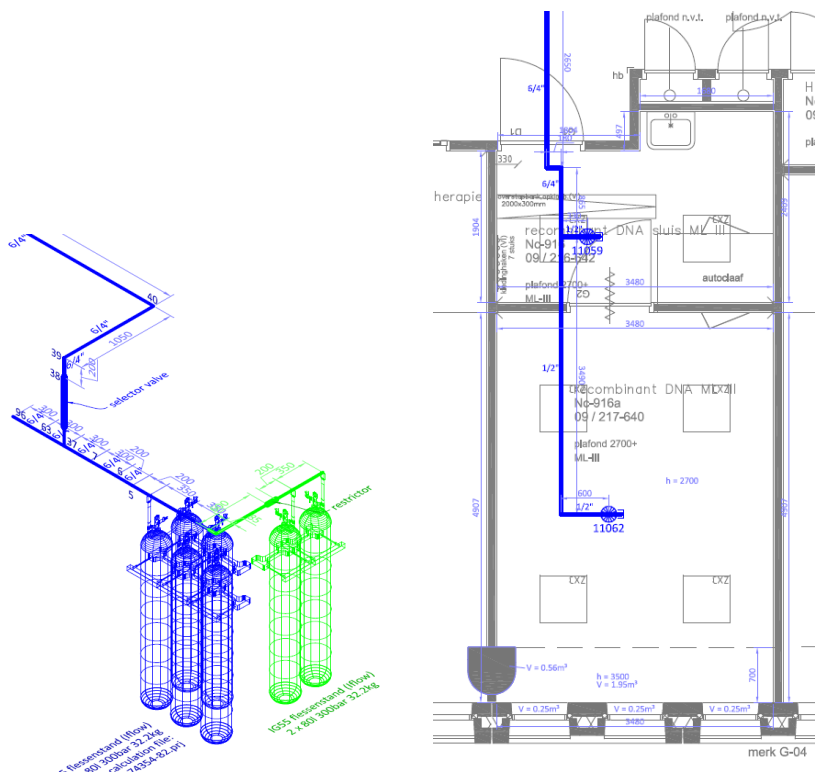
De formules in, en de hydraulische software overeenkomstig, de beschikbare normen (o.a. NFPA 2001, Vds2380, EN15004-9) zijn gebaseerd op correlaties die toepasselijk zijn object met een minimale permeabiliteit, en die voorzien zijn van overdrukopeningen die zichzelf sluiten wanneer de druk afneemt op het einde van de uitstroming.

Voor dit ontwerp kunnen de relaties uit de normen niet rechtstreeks worden toegepast omdat:

- geen situatie met overdruk mag ontstaan tijdens uitstroming van het blusgas
- aan de andere zijde van de overdruk opening ('buiten') geen atmosferische druk heerst
- de overdruk volledig dient te worden opgevangen door mechanische extractie
- tijdens de standtijd de blusconcentratie moet worden behouden in een situatie van permanente onderdruk

De uitdaging stelt zich dus in het onderling afstemmen van (1) de uitstroomtijd, (2) het debiet blusgas, (3) de extractie en (4) de pulsie, in zowel ruimte als sluis, om de vereiste concentratie tijdig te bereiken en voldoende lang te behouden terwijl er nooit een situatie met overdruk mag ontstaan.

Bijkomende uitdaging is dat de 5 labs gesitueerd zijn op verschillende locaties en een verschillend volume hebben, terwijl ze gevoed worden door een centrale blusgasbatterij. De nablissing en de hoofdblissing van een lab geschiedt via dezelfde leiding met eenzelfde hydraulische karakteristiek, terwijl het aantal geactiveerde cilinders bij respectievelijk hoofdblissing en nablissing verschillend zal zijn. Het volumedebiet van de cilinders kan niet worden geregeld door het ventiel. De hydraulische karakteristiek van het leidingnet zal dus moeten voldoen om zowel (1) bij de hoofdblissing een grote hoeveelheid gas er snel door te krijgen, als (2) bij de nablissing een kleine hoeveelheid gas gedurende een lange tijd te verdelen.



Figuur 4: hydraulische berekening systeem

De ontwerprijheid voor blusgas systeem en ventilatie systeem is beperkt:

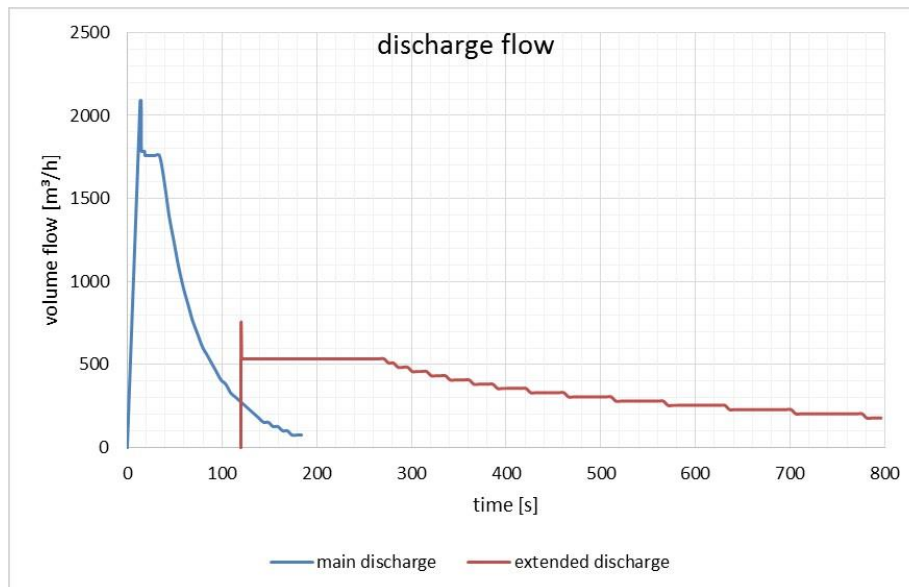
- **Blusgas:**
Het blusgas is gestockeerd in cilinders op een druk van 300bar, bij activatie worden de ventielen van de cilinders vol open gestuurd. Er is geen 'regeling' van het debiet mogelijk via de kraan, de stroming in de leiding (druk ifv tijd, debiet ifv tijd) wordt bepaald door de keuze van de binnendiameters van de leidingen en de doorstroomopening van de blaasmonden in het lab. Deze worden zodanig gekozen dat de druk in de leidingen niet boven 60bar uitkomt en dat de blustijd maximaal 60 seconden bedraagt. Wanneer de druk in de cilinders afneemt zal ook het debiet afnemen. Dit proces kan enkel met iteratieberekeningen op een computer gebeuren. De ontwerper kan dus 'spelen' met de piekdruk en de blustijd maar de vorm van de karakteristiek druk/tijd kan niet noemenswaardig worden beïnvloed.
- **Ventilatie:**
De ventilatie heeft limieten op vlak van maximale debieten (pulsie & extractie) en reactietijd van de regelkleppen.

Rekening houdend met de brandlast werd aangenomen dat brandbare vloeistoffen de meest ongunstige situatie creëren:

- minimale ontwerp concentratie: brand klasse B (heptane): 47.6%_{vol} IG55
- blustijd: 95% van de ontwerpconcentratie te bereiken binnen 60 seconden
- standtijd: minimaal 10 minuten

In overeenstemming met de mogelijkheden van de ventilatie wordt naar een hydraulische weerstand van het leidingnet gezocht die voldoende debiet geeft om de ontwerpconcentratie te bereiken binnen de blustijd terwijl de drukopbouw in het lokaal binnen de limieten blijft.

Hieruit resulteert een curve die aan de basis ligt van de ventilatie regeling:



Figuur 5: karakteristiek uitstroming blusgas ifv de tijd

Het spreekt voor zich dat de werking van dit relatief complex ontwerp moet worden aangetoond met een proefblussing.

7 Proefblussing

Met de proefblussing dient te worden aangetoond dat de installatie de ontwerpconcentratie haalt binnen de blustijd, deze voldoende lang behoudt, en de ventilatie in staat is om de onderdruk in het object ten allen tijde te waarborgen.



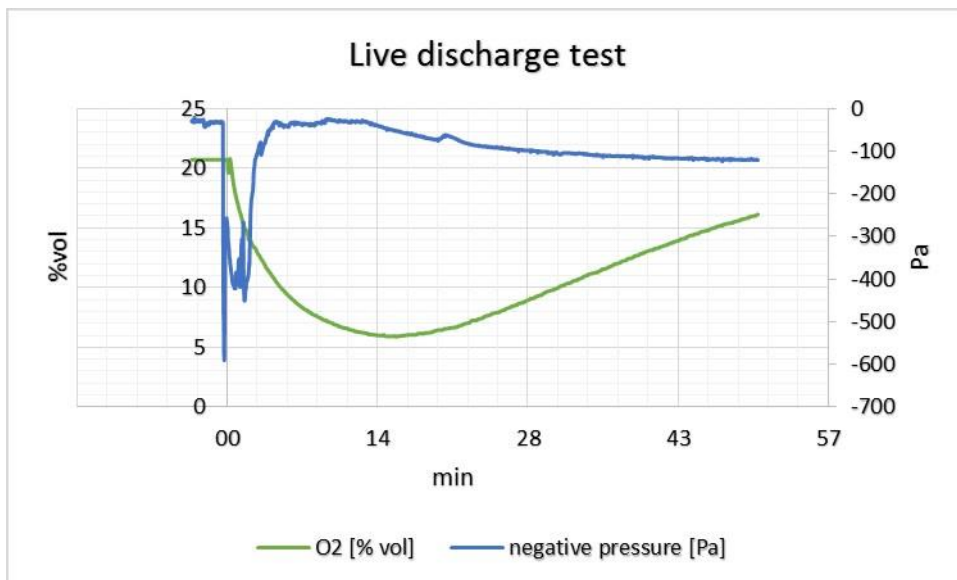
Figuur 6: opstelling meetcel zuurstofgehalte op halve hoogte

In zowel de ruimte als de sluis worden meetcellen geplaatst. Voor de opname van de zuurstof wordt een meetcel geplaatst op halve hoogte van het lokaal. Voor de opname van de overdruk en de onderdruk worden telkens 2 meetcellen geplaatst met verschillende resolutie (100Pa en 5000Pa). Dit om zowel de grote piekdrukken als de kleine variaties nauwkeurig te kunnen registreren.



Figuur 7: opstelling meetcellen relatieve druk

Na verwerking van de metingen resulteert de proefblussing in onderstaande grafiek:



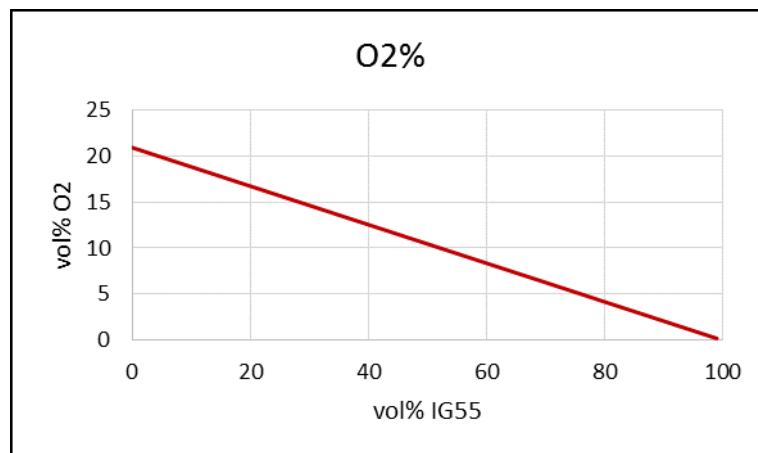
Figuur 8: grafiek metingen proefblussing

De standtijd wordt ruimschoots behaald terwijl de ventilatie in staat is om een onderdruksituatie te waarborgen.

8 Kaderstuk blusgas IG55

De werking van een inert blusgas is gebaseerd op de verstikking van de brandhaard. Een gedeelte van de lucht in een lokaal wordt vervangen door een gas. Lucht (op zeeniveau) bestaat voor ongeveer 21%_{vol} uit zuurstof. Door het deels vervangen van de lucht door een gas dat niet deelneemt aan de brand (inert) verdwijnt ook de zuurstof, volgens volgende lineaire relatie, met C de volumeconcentratie blusgas:

$$O_2\%_{vol} = 21\% \cdot (100 - C)/100$$



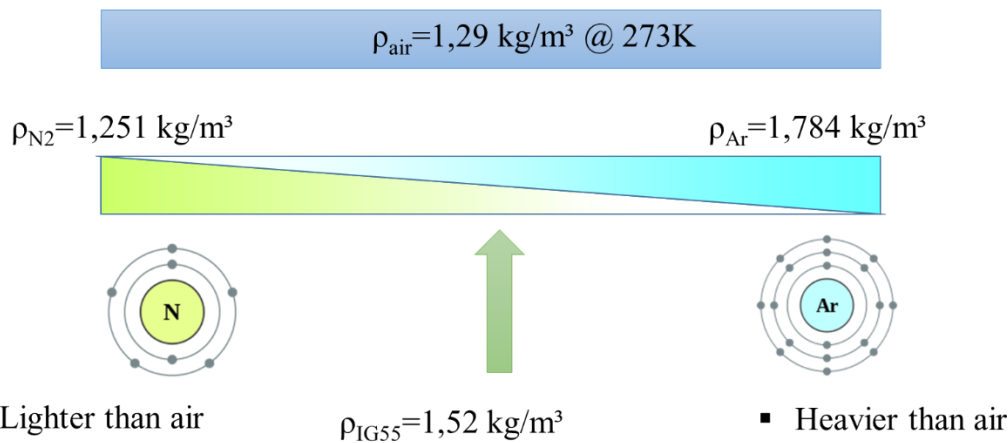
Figuur 9: volume concentratie zuurstof ifv volume concentratie inert gas

Men neemt uit de branddriehoek één van de drie elementen weg die nodig zijn om het oxidatieproces 'brand' te onderhouden.



Figuur 10: branddriehoek

De mate waarin de dichtheid van het blusgas verschilt van de omgevende lucht zal bepalen hoe snel het gas naar buiten lekt door kleine en grote openingen. De dichtheid van IG55 ligt iets hoger dan deze van lucht, waardoor de concentratie het langst behouden blijft in de lage regionen van het object. Dit is een voordeel omdat de meeste objecten die beveiligd worden met een blusgasinstallatie immers op de vloer staan, bijvoorbeeld elektrische schakelborden of servers.

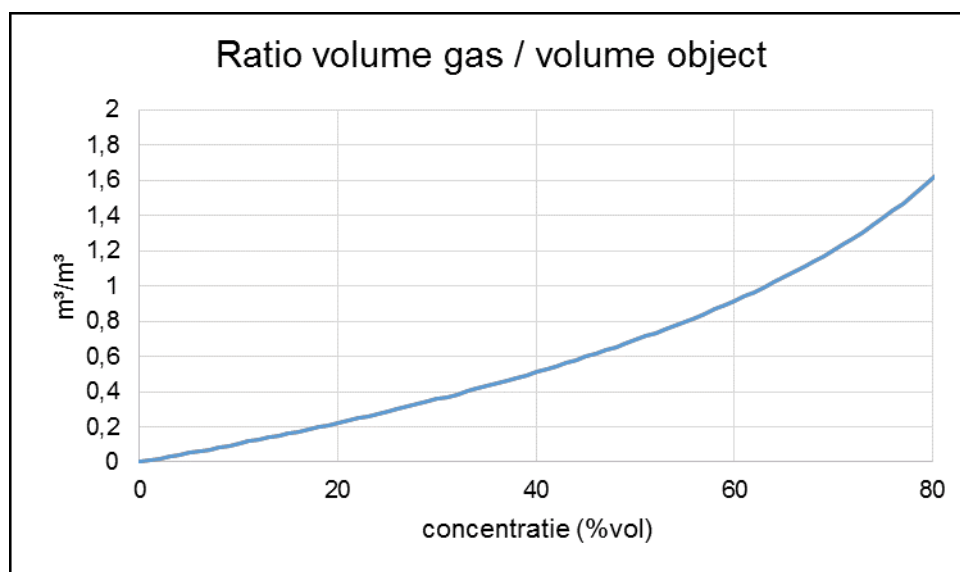


Figuur 11: densiteit IG55

Bij het ontwerp van een systeem moet men eerst de benodigde concentratie blusgas opzoeken die nodig is om het beschouwde brandrisico te kunnen blussen. Deze waarden resulteren uit experimenten uitgevoerd in het kader van een norm of door de fabrikant van de systemen. Niet elke norm reikt een waarde aan. In dit geval wordt da verwezen naar het ontwerphandboek van de fabrikant.

Voor de ontwerper komt het erop aan om, op basis van de gewenste concentratie, de hoeveelheid gas te bepalen die nodig is om dit te bereiken. Tijdens het inblazen van inert gas zal dit zich onmiddellijk intens mengen met de lucht, waardoor een deel van het gas verdwijnt via de overdruk ontlasting. Dit proces wordt **free efflux flooding** genoemd. Het benodigde volume blusgas in relatie tot het volume van de ruimte vertoont een logaritmsch verloop:

$$V_{gas} = V_{object} \cdot \ln \frac{100}{100-c}$$

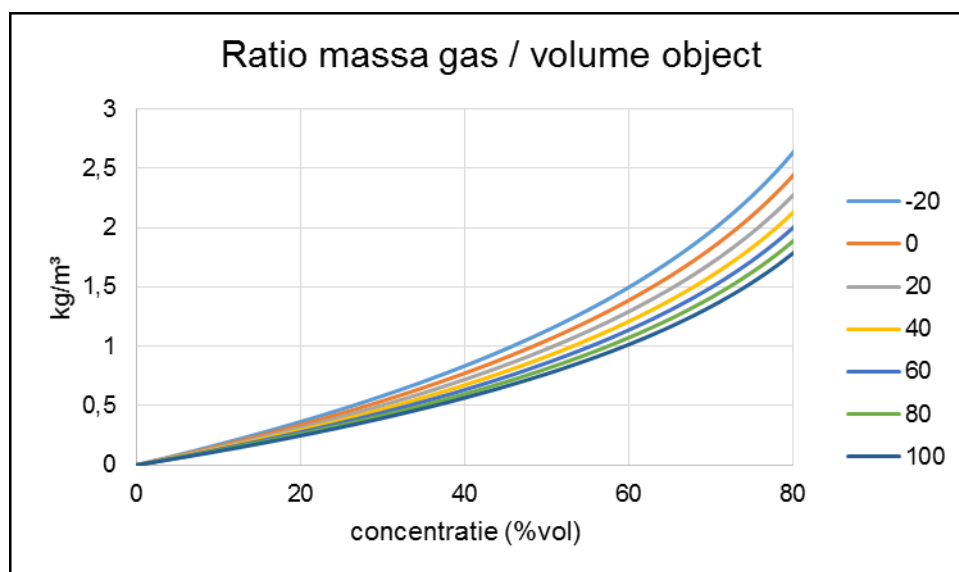


Figuur 12: ratio volume gas/volume object

Het volume van een gas staat in relatie tot zijn massa volgens de dichtheid, uitgedrukt in $[\text{kg}/\text{m}^3]$ of de omgekeerde verhouding, het specifiek volume, uitgedrukt in $[\text{m}^3/\text{kg}]$. Deze waarde is afhankelijk van de druk en de temperatuur. Inert blusgas wordt doorgaans gestockeerd in cilinders met een standaard inhoud 80 liter. Een vuldruk $300\text{bar}@15^\circ\text{C}$ geeft ongeveer 32kg blusgas per cilinder. De te installeren hoeveelheid blusgas, in termen van massa, zal doorgaans enkel afhankelijk zijn van de temperatuur in het object, omdat er atmosferische druk heerst in een lokaal.

De te installeren massa blusgas verhoudt zich tot het benodigd volume blusgas volgens:

$$m_{gas} = \frac{V_{gas} [\text{m}^3]}{s \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]} \text{ met } s_{IG55} = 0,6598 + 0,00242 \cdot T$$



Figuur 13: ratio massa gas/volume object, voor verschillende temperaturen

9 Lijst figuren

Figuur 1: toegang lab.....	4
Figuur 2: batterij blusgas en pilootinstallatie.....	4
Figuur 3: pneumatisch schema.....	5
Figuur 4: hydraulische berekening systeem.....	7
Figuur 5: karakteristiek uitstroming blusgas ifv de tijd.....	8
Figuur 6: opstelling meetcel zuurstofgehalte op halve hoogte.....	9
Figuur 7: opstelling meetcellen relatieve druk.....	10
Figuur 8: grafiek metingen proefblussing.....	10
Figuur 9: volume concentratie zuurstof ifv volume concentratie inert gas.....	11
Figuur 10: branddriehoek.....	11
Figuur 11: densiteit IG55.....	12
Figuur 12: ratio volume gas/volume object.....	12
Figuur 13: ratio massa gas/volume object, voor verschillende temperaturen.....	13

10 Referenties

- [1] CEN/TC191, „EN 15004-9 - Fixed firefighting systems - Gas extinguishing systems - part 9: Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG55-extinguishant,” NBN, 2008.
- [2] NFPA Technical Committee on Gaseous Fire Extinguishing Systems, „NFPA 2001 - Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems,” NFPA, 2008.
- [3] Normcommissie 351 086 , „NEN 2535 - Brandveiligheid van gebouwen - Brandmeldinstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projectierichtlijnen,” NEN, 2010.
- [4] „Inspectieschema Vastopgestelde Brandbeheersings- en Brandblussystemen - VBB:2008/2 - v2.0,” Utrecht, CCV, 2008.