



**NIRAS** Safety

NIRAS Safety  
Sortemosevej 19  
3450 Allerød  
Tlf. 4810 4200

[www.niras.dk](http://www.niras.dk)










SYDDANSK UNIVERSITET

# **ZONEKLASSIFIKATIONSRAPPORT** **FOR TYPE 2 LABORATORIUM**

Syddansk Universitet

April 2020

|                 |   |                    |  |  |   |
|-----------------|---|--------------------|--|--|---|
|                 | <b>Beskrivelse</b><br>Zoneklassifikationsrapport for Syddansk Universitet |                    |  | <b>Jobnummer</b><br>08.959.00.01   |   |
| <b>Revision</b> | <b>Dato</b>   | <b>Filnavn</b>     | Type 2 Laboratorier_xx-10-2011.doc   |  |   |
| <b>Udgave</b>   | 07/11/07  | <b>Beskrivelse</b> | Klassificering af områder med eksplosionsfarlig atmosfære i Type 2 Laboratorier.   |  |   |
|                 |   |                    | <b>Udfærdiget af</b>   | <b>Kontrolleret af</b>   | <b>Godkendt af</b>  |
|                 |   | <b>Navn</b>        | Ing. Lars Hetmar<br>Brandingeniør  | Civ.ing. Peter Bek<br>Brandingeniør  | Afd. leder Civ.ing<br>F.B Steffensen<br>Master of Fire Safety Engineering             |
|                 |   | <b>Underskrift</b> |  |  |   |
| <b>Rev.</b>     | 17/07/08  | <b>Beskrivelse</b> | <p>1) "Normal Risiko" er erstattet med "Type 2".</p> <p>2) Krav til faste opstillinger som benytter gas under tryk - herunder brandfarlige gasser - beskrives. De faste gasinstallationer skal trykprøves, og årligt efterses af installatøren.</p> <p>3) Grænsen for Type 2 Lab på 3 liter gælder for åbne beholdere. Det skal være muligt at have affaldsbeholderen stående i stinkskaftet og andre lukkede systemer hvor der ikke er risiko for udslip eller spild.</p> <p>4) "bægerglas" skal erstattes med "åbne beholdere" så det dækker alle typer at beholdere</p> <p>5) Bunsenbrændere skal kontrolleres inden brug. Defekte brændere skal øjeblikkeligt erstattes af nye. Ved svigt i ventilationen i laboratorierne hvor brænderne er opstillet skal gastilførslen automatisk stoppes. Dette sikres ved mindst to uafh. flowmålere centralt placeret i ventilationssystemet, som aktiverer en magnetventil på gastilførelsen.</p> |  |   |
|                 |   |                    | <b>Udfærdiget af</b>   | <b>Kontrolleret af</b>   | <b>Godkendt af</b>  |
|                 |   | <b>Navn</b>        | Civ.ing. Peter Bek<br>Brandingeniør  | Ing. Lars Hetmar<br>Brandingeniør  | Civ.ing. Peter Bek<br>Brandingeniør   |
|                 |   | <b>Underskrift</b> |   |  |  |
| <b>Rev.</b>     | 07/03/12  | <b>Beskrivelse</b> | Ændring af maksimal åben håndtering og maksimal størrelse af åbne beholdere fra 3 liter til 5 liter.   |  |   |
|                 |   |                    | <b>Udfærdiget af</b>   | <b>Kontrolleret af</b>   | <b>Godkendt af</b>  |
|                 |   | <b>Navn</b>        | Ing. Rasmus W. Møller<br>Brandingeniør   | Civ.ing. Peter Bek<br>Brandingeniør  | Ing. Rasmus W. Møller<br>Brandingeniør  |
|                 |   | <b>Underskrift</b> |   |  |  |

|      |            |             |  |  |   |
|------|------------|-------------|--|--|---|
| Rev. | 26-04-2019 | Beskrivelse | Dato opdateret<br>Generelle opdateringer vedr. nye tekniske forskrifter, standarder og vejledninger. |  |   |
|      |            |             | Udfærdiget af  | Kontrolleret af  | Godkendt af   |
|      |            | Navn        | Ing. Peter Mainz Bendsen<br>Brandingeniør  | Ing. Rasmus W. Møller<br>Brandingeniør   | Ing. Rasmus W. Møller<br>Brandingeniør  |
|      |            | Underskrift |  |  |  |

## Indholdsfortegnelse

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | SAMMENFATNING .....  | 5  |
| 2  | INDLEDNING .....   | 6  |
| 3  | LOVGRUNDLAG, STANDARDER OG DOKUMENTATIONSKRAV .....                            | 7  |
|    | 3.1 Lovgrundlag.....   | 7  |
|    | 3.2 Standarder og vejledninger.....  | 7  |
|    | 3.2.1 Harmoniserede standarder.....  | 8  |
|    | 3.2.2 Vejledninger og forskrifter.....   | 8  |
| 4  | BESKRIVELSE AF LABORATORIERNE .....  | 9  |
|    | 4.1 Indretning af laboratorier.....  | 9  |
|    | 4.2 Ventilationsforholdene i laboratorierne.....                               | 9  |
|    | 4.3 Forsøgsopstillinger .....  | 10 |
|    | 4.4 Opbevaring af brandfarlige væsker på laboratorierne .....                  | 11 |
|    | 4.4.1 Inddeling af brandfarlige væsker i klasser og oplagsenheder .....        | 11 |
|    | 4.4.2 Oplagsgrænser i laboratorierne på SDU.....                               | 11 |
| 5  | MATERIALEDATA.....   | 13 |
|    | 5.1 Begrænsninger i laboratoriet.....  | 14 |
| 6  | ZONEKLASSIFIKATION.....  | 15 |
|    | 6.1 Generelt.....  | 15 |
|    | 6.2 Laboratoriets udslipsskilder .....   | 16 |
|    | 6.3 Fortyndingsgrad i stinkskebe .....   | 16 |
|    | 6.4 Klima på laboratorierne.....   | 18 |
|    | 6.5 Ventilationsforhold .....  | 19 |
|    | 6.5.1 Generel beskrivelse.....   | 19 |
|    | 6.5.2 Ventilation af stinkskebe.....   | 19 |
|    | 6.5.3 Processug .....  | 19 |
|    | 6.5.4 Procedure ved ventilationssvigt.....                                     | 19 |
|    | 6.6 Manuel intervention ved ventilationssvigt.....                             | 19 |
|    | 6.7 Zoneklassifikation og udstrækning efter DS/EN 60079-10-1 .....             | 20 |
|    | 6.8 Afmærkning af klassificerede områder.....                                  | 21 |
|    | 6.9 Tændkilder i de klassificerede områder .....                               | 21 |
|    | 6.10 Beskyttelsesforanstaltninger for begrænsning af virkning af eksplosion .. | 21 |
| 7  | KONKLUSION .....   | 22 |
| 8  | REFERENCER.....  | 23 |
| 9  | BILAG A: PRODUKTDATABLAD.....  | 24 |
| 10 | BILAG B: BEREGNING AF FORTYNDINGSGRAD IHT. DS/EN 60079-10-1.....               | 33 |

11 BILAG D: SKEMA OVER UDGLIPSKILDER ..... 36

## 1 SAMMENFATNING

For laboratorier, der indrettes som "Type 2 Laboratorier" gælder nedenstående vilkår, som er fastlagt ud fra en konkret vurdering iht. bekendtgørelse nr. 590 af 26. juni 2003 om zoneklassifikation af eksplosionsfarlige områder [BRS-BEK-590, 2003].

### Type 2 Laboratorier:

#### *Generelle vilkår:*

- Åben håndtering af brandfarlige væsker må kun ske i stinkskab.
- Der må kun forefindes brandfarlige væsker i forbindelse med igangværende forsøgsopstillinger.
- Brandfarlige væsker skal opbevares i velventilerede kemikalieskabe (zone 2)
- Faste gasforbrugende apparater (fx. gaskromatografer) skal tilsluttes en af Teknisk Service godkendt trykfast gasinstallation.
- Bunsenbrændere skal efterses inden brug.
- Oplagring af trykflasker (fx. reserveflasker) skal ske i dertil indrettede depotrum i henhold til bestemmelserne i [BRS-TF-GAS-BEK-1444, 2010].
- Trykflasker, som hyppigt er i brug på laboratoriet, kan opbevares på laboratoriet. Benyttes trykflaskerne med større intervaller end 2 uger, skal de opbevares i dertil indrettede depotrum i henhold til bestemmelserne i [BRS-TF-GAS-BEK-1444, 2010].

#### *Særlige vilkår for arbejde i Type 2 laboratorier*

- Der må maksimalt foregå åben håndtering af 5 liter brandfarlig væske pr. forsøg
- Max størrelse af åbne beholdere er 5 liter.
- Brandfarlig gas må kun anvendes ved:
  - Midlertidig manuel aftapning af max 1,0 l brandfarlig gas ved 1 atm. til beholder/ballon i stinkskab. Gassen skal forbruges umiddelbart efter aftapningen så den eksplosionsfarlige atmosfære fjernes så hurtigt som muligt. .
- Ved ventilationssvigt standses forsøget og udslip begrænses (fx. ved at lægge låg på beholder og lukke stinkskabslåge så meget som muligt). Strømmen til stinkskabets udtag afbrydes manuelt ved nødstop der er placeret ved udgangen fra det laboratorium, som stinkskabet er placeret i. Den forsøgsansvarlige eller en af denne instruerede person skal overvåge forsøget – også nætter og weekender!

#### *Zoneklassificering:*

Uklassificeret i hele laboratoriet.

Kemikalieskabe klassificeres til zone 2 inden for skabet.

#### **Generelt om Zone 2- områder**

I et zone 2 område er der kun sjældent og i korte perioder en farlig eksplosiv atmosfære. Ofte dannes den farlige atmosfære pga. spild, utætheder i samlinger ol. Atmosfæren er i form af gas, dampe eller tåger dannet pga. afdampning og gasudslip.

Tændkilder skal fjernes i zone 2-områder.

Dette sikres ved at elektrisk udstyr er EX-mærket med  II 3 G.

Indgangen til zone 2 områder mærkes med



## 2 INDLEDNING

Syddansk Universitet driver uddannelse og forskning og har til huse flere steder i Danmark. På SDU's institutter er der flere steder laboratorier og øvelsesfaciliteter for såvel fastansatte forskere som studerende. I de fleste laboratorier er der opstillet et kemikalieskab til opbevaring af de kemikalier, der anvendes i laboratoriet.

Derudover er der i tilknytning til laboratorierne en række decentrale depoter til opbevaring af forskellige væsker, gasser og faste stoffer. Det kan enten være kemikalier der ikke anvendes ofte, eller kemikalier der ønskes et større oplag af.

Denne zoneklassifikationsrapport omfatter de laboratorier som betegnes "Type 2 Laboratorier".

I Type 2 laboratorier er der begrænsninger på stofmængder og forsøgsopstillinger, så der kun arbejdes med begrænsede mængder under rimelige forhold. Der stilles vilkår til mængder af brandfarlige væsker, der håndteres i åbne beholdere og krav om opsynspligt ved gennemførelsen af forsøg.

Ud over "Type 2 Laboratorier" vil der også være indrettet "Type 1 Laboratorier".

I **Type 1 laboratorier** er der begrænsninger på stofmængder og forsøgsopstillinger således, at der kun arbejdes med meget små mængder under rimelige forhold. Dette medfører, at der stilles krav til udstyr og arbejdsprocedure i forhold til gennemførelsen af forsøg.

Denne zoneklassifikation dækker alle stoftyper, og dermed også stoffer med meget varierende flammepunkter. For at gøre brugen af standardzoneklassifikationsrapporterne så enkel som mulig, skelnes der ikke imellem de enkelte stoffers flammepunkter. En eksplosiv atmosfære vurderes derfor at kunne opstå, hvis der anvendes brandfarlige væsker med et flammepunkt under 40 °C eller som opvarmes til indtil 10 °C under flammepunktet, samt ved anvendelse af alle typer brandfarlige gasser.

Depotrum forefindes nogle steder på institutterne, men også i forbindelse med universitetets fællesadministration, og der er i de fleste laboratorier, hvor der anvendes brandfarlige væsker, også et kemikalieskab til opbevaring af de brandfarlige væsker. Depotrum og kemikalieskabe er ikke omfattet af denne zoneklassifikationsrapport, men en særskilt rapport – "Zoneklassifikationsrapport for kemikaliedepot". På SDU er der også risiko for dannelse af eksplosionsfarlig atmosfære fra særlige installationer, som fx. ethanolomhældning ved større anlæg ved eksempelvis Institut for Molekylær Medicin, værksteder med sprøjtemaling, gasoplag og affaldsrum. Disse områder er ikke medtaget i denne rapport, men omfattet af en særskilt zoneklassifikationsrapport – "Zoneklassifikationsrapport for specialområder".

De lokationer hvor der er laboratorier type 2 på SDU er bl.a.:

- Odense
- Kolding
- Svanninge Bakker, Fåborg
- Sønderborg

### 3 LOVGRUNDLAG, STANDARDER OG DOKUMENTATIONSKRAV

#### 3.1 Lovgrundlag

Virksomheder der er omfattet af Arbejdstilsynets bekendtgørelse om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære skal, jf. Indenrigs- og Sundhedsministeriets bekendtgørelser nr. 590 af 26. juni 2003 om klassifikation af eksplosionsfarlige områder [BRS-BEK-590, 2003]/, udarbejde en zoneklassifikationsrapport.

For virksomheder omfattet af beredskabslovgivningen, hvilket vil sige tekniske forskrifter, gælder det endvidere, at zoneklassifikationsplanen skal godkendes af Kommunalbestyrelsen (Redningsberedskabet).

Oplag af brandfarlige væsker etableret og evt. godkendt inden den 15. januar 2010 er omfattet af Statens Brandinspektions (nu Beredskabsstyrelsen) "Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker" fra 1985 [TF-BV, 1985], samt efterfølgende opdateringer.

Oplag af brandfarlige væsker etableret og evt. godkendt efter den 15. januar 2010 er omfattet af Beredskabsstyrelsens "Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker" fra 2010 [BRS-TF-BV-BEK-28, 2010], samt efterfølgende opdateringer.

Oplag af brandfarlige væsker etableret og evt. godkendt i perioden mellem den 15. januar 2010 og 31. december 2016 er omfattet af Beredskabsstyrelsens "Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker" fra 2010 [BRS-TF-BV-BEK-28, 2010], samt efterfølgende opdateringer.

Oplag af brandfarlige væsker etableret og evt. godkendt efter den 1. januar 2017 er omfattet af Beredskabsstyrelsens "Tekniske forskrifter for brandfarlige og brandbare væsker" fra 2017 [BRS-TF-BV-BEK-1639, 2016], samt efterfølgende opdateringer.

Oplag og opbevaring af transportable beholdere er med sammentrykkede, fordråbete eller under tryk opløste luftarter etableret og evt. godkendt inden den 23. december 2010 er omfattet af Bekendtgørelse nr. 305 af 30. december 1944 vedrørende "opbevaring af transportable beholdere er med sammentrykkede, fordråbete eller under tryk opløste luftarter" [BRS-BEK-305, 1944].

Oplag af gasser etableret og evt. godkendt efter 23. december 2010 er omfattet af Beredskabsstyrelsens "Tekniske forskrifter for gasser" [BRS-TF-GAS-BEK-1444, 2010].

Virksomheder med arbejdstagere der arbejder i eksplosionsfarlige områder skal, jf. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 478 af 10. juni 2003 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære [AT-BEK-478, 2003] udarbejde en skriftlig arbejdspladsvurdering af sikkerheds- og sundhedsforholdene på arbejdspladsen (en udvidet arbejdspladsvurdering, APV).

Den udvidede APV skal kortlægge følgende:

- Sandsynligheden for, at eksplosiv atmosfære kan forekomme samt varighed heraf.
- Sandsynligheden for, at antændelseskilder, herunder elektrostatiske udladninger, vil være til stede og vil kunne blive aktive og fungere som tændkilde.
- Anlæggene, de anvendte stoffer, processerne og deres mulige vekselvirkning.
- De forventede konsekvensers omfang.

Tekniske hjælpemidler som opstilles i eksplosionsfarlig atmosfære skal opfylde kravene i Beskæftigelsesministeriets bekendtgørelse nr. 1305 af 23. november 2015 [AT-BEK-1305, 2015]

#### 3.2 Standarder og vejledninger

I forbindelse med udarbejdelsen og revidering af denne zoneklassifikationsrapport er nedenstående vejledninger og forskrifter anvendt. Zoneklassifikation af nye anlæg eller væsentlige ændringer af eksisterende anlæg skal udføres efter, på tidspunktet, gældende standarder og vejledninger.



### **3.2.1 Harmoniserede standarder**

DS/EN 60079-10-1 Elektriske apparater til eksplosive atmosfærer – Del 10: Klassifikation af farlige områder [DS/EN-60079-10-1, 2015].

### **3.2.2 Vejledninger og forskrifter**

- At-vejledning C.0.9 Arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære af august [AT-ATEX-C09, 2005].
- Beredskabsstyrelsens vejledning om klassifikation af eksplosionsfarlige områder, [BRS-ATEX, 2003].
- Ikke-bindende vejledning for god praksis med henblik på gennemførelse af direktiv 1999/92/EF, udsendt den 25. august 2003 af Kommissionen for europæiske fællesskaber. [1999/92/EF, 2000].
- Svenska Elektriska Kommissionen, SEK Handbok 426 Klassning av explosionsfarliga områden (SEK 426), 3. udgave, 2004[SEK-HB426, 2004].

## 4 BESKRIVELSE AF LABORATORIERNE

Herunder beskrives laboratorierne og de arbejdsprocesser, som vil kunne medføre dannelse af en eksplosionsfarlig atmosfære.

### 4.1 Indretning af laboratorier

På SDU er der mange laboratorier hvor der anvendes brandfarlige gasser og væsker. Laboratorierne størrelse varierer meget i størrelse, fra mindre laboratorier med en størrelse svarende til et enkeltmandskontor med et enkelt stinkskab, til større undervisningslaboratorier hvor der kan være flere stinkskabe og kemikalieskabe hvor der opbevares brandfarlige væsker. Derudover kan der være opstillet en gasflaske med brandfarlig gas, eller der kan være udtag med brandfarlige gasser.

I denne rapport er et laboratorium et lokale hvor der foregår forsøg og/eller undervisning med begrænsede mængder kemikalier herunder brandfarlige væsker eller gasser.

### 4.2 Ventilationsforholdene i laboratorierne

Ventilationsanlægget som betjener laboratorierne er koblet på stinkskabe, kemikalieopbevaringsskabe og punktsug. Ventilationen er centralt styret og stinkskabene kører kontinuerligt. Punktsug tilkobles manuelt til det centrale ventilationsanlæg. Udsugning er centralt styret og trykket i kanalerne reguleres med tryktransducere. Ventilationskanalerne er fritliggende på taget og hertil føres alle ventilations rør i bygningen lodret op gennem taget.

Det tilstræbes, at der med den mekaniske ventilation indblæses og udsuges lige store luftmængder i de enkelte lokaler. Dette gælder uanset om ventilationens generelle formål er komfort eller personbeskyttelse. Det er forudsat, at der er en lufthastighed på 0,5 m/s over lugeåbningen på stinkskabe. En hastighed på 0,5 m/s i åbningen vil ikke medføre-, at der alle steder i stinkskabet kan regnes med en lufthastighed på 0,5 m/s. Derfor er den gennemsnitlige lufthastighed inde i stinkskabet sat til 0,3 m/s, som er den hastighed, der anvendes til at beregne bl.a. afdampning af frie væskeoverflader.

### 4.3 Forsøgsopstillinger

Alle forsøgsopstillinger skal som udgangs opstilles og håndteres i stinkskab.

Hvis det ikke er muligt at arbejde i stinkskab, skal der arbejdes med anden form for procesventilation der sikrer en effektiv ventilation, eksempelvis punktsug.

Yderligere information vedrørende forsøgsopstillinger kan indhentes hos den laboratorieansvarlige på SDU.



Figur 2 Forsøgsopstilling



Figur 3 Anvendelse af trykflasker

Brandfarlige gasser anvendes alene i faste opstillinger, hvor trykflaskerne er fastmonteret ved en regulatorstation, eller med en regulator fastmonteret på gasflasken.

Bunsenbrænder bruges i begrænset omfang, hvor brugeren altid er til stede og lukker for gassen efter brug.

Der kan aftappes mindre mængder gas, op til 1 liter gas (1 atm.), i stinkskalet i forbindelse med forsøg. Aftapningen foregår manuelt, så der lukkes for gassen ved flaskeventilen efter aftapning. Der må, ved anvendelse af brandfarlige gasser, ikke være åben ild eller varme overflader i stinkskalet, og ventilationen skal køre ved fuld styrke.



Figur 4 Oplag i laboratorier i ventilerede skabe

Der opbevares og anvendes et større antal kemikalier i uanbrudte og anbrudte, lukkede beholdere til forsøgsopstillingerne i laboratorierne. Samtlige lokale kemikalieoplag placeres i ventilerede skabe. Det skal tilstræbes, at der kun opbevares de kemikalier der anvendes, mens kemikalier, der ikke længere anvendes, fjernes til et centralt depot.

#### 4.4 Opbevaring af brandfarlige væsker på laboratorierne

Kravene til opbevaring af brandfarlige væsker skal følge, der var gældende på etableringstidspunktet, se evt. afsnit 3.1.

##### 4.4.1 Inddeling af brandfarlige væsker i klasser og oplagsenheder

Brandfarlige væsker inddeles efter flammepunkt i tre klasser I, II og III. Hver klasse har en underklasse -1 eller -2, hvor -1 er for væsker, der ikke er vandblandbare, og -2 er for væsker der er vandblandbare.

Mængden af brandfarlige væsker opgøres ved at omregne væskerne til oplagsenheder, som tælles sammen. Følgende er definitionen af 1 Oplagsenhed (OE):

|       |                         |   |
|-------|-------------------------|---|
| 1 OE: | 1 liter af klasse I     | Klasse I: flammepunkt < 23 °C           |
| eller | 5 liter af klasse II    | Klasse II: 23 °C ≤ flammepunkt ≤ 60 °C  |
| eller | 50 liter af klasse III. | Klasse III: 60 °C < flammepunkt ≤ 93 °C |

Væsker med flammepunkt over 93 °C kaldes *brandbare* væsker og regnes ikke for *brandfarlige*.

##### 4.4.2 Oplagsgrænser i laboratorierne på SDU

Der er to krav til opbevaringsgrænserne:

I hvert laboratorium må der opbevares op til 50 OE, når laboratoriet er en selvstændig brandcelle, dvs. et selvstændigt rum adskilt fra gang og andre rum med en massiv dør.

Flere laboratorier, der er i åben forbindelse regnes i denne henseende som et laboratorium. Dette gælder også laboratorier der strækker sig over to etager, hvor der er en åben trappeforbindelse mellem, eller flere laboratorier, der er forbundet via et åbent gangforløb.

Ved nyindretning af laboratorier, enten i eksisterende bygninger, eller i nybyggeri, skal bestemmelserne i [BRS-TF-BV-BEK-28, 2010] vedr. laboratorier følges.

Der må højst opbevares 800 OE i hver brandsektion.

Depotrum for opbevaring af brandfarlige væsker, der er placeret i forbindelse med eller i laboratorierne regnes også med i den totale mængde på 800 OE. Oplag i centrallagre er ikke medtaget i denne rapport, da de er beliggende i selvstændige brandsektioner.

## 5 MATERIALEDATA

På SDU anvendes en lang række forskellige produkter, hvoraf en del vil kunne medføre dannelse af en eksplosiv atmosfære. For at definere nogle grænseværdier for stofmængder, anvendes Carbondisulfid samt Diethylether som værende repræsentativt for de mest eksplosive stoffer som kan blive anvendt i laboratorierne.

| Eksplosionsgruppe | Benchmark      | Farenummer | CAS-nr.   | MESG       | Formel   |
|-------------------|----------------|------------|-----------|------------|--|
| IIB               | Diethylether   | 33         | 60-29-7   | ca. 0,9 mm | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> |
| IIC               | Carbondisulfid | 336        | 75-15-0   | ca. 0,2 mm | CS <sub>2</sub>  |
| IIC               | Hydrogen       | 23         | 1333-74-0 | 0,28       | H <sub>2</sub>   |

Figur 6: Benchmark

Under normale omstændigheder betragtes en sammenhængende eksplosiv atmosfære på mere end 10 liter altid som værende farlig jf. punkt 2.2.4 i [2003/515/KOM, 2003]. Mindre volumener kan negligeres, såfremt forholdene i øvrigt taler herfor.

| Brandfarlige materialer |                     |                   |                                       |                            |  |                             |                                      |                          |              |
|-------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Nr                      | Brandbare materiale | Flammepunkt<br>°C | LEL <sub>m</sub><br>kg/m <sup>3</sup> | LEL <sub>v</sub><br>vol. % | Relativ<br>massefylde<br>gas/luft<br>ρ <sub>gas</sub> /ρ <sub>luft</sub> | Antænd.<br>temperatur<br>°C | Gruppe<br>og<br>temperatur<br>klasse | Flygtighed               |              |
|                         |                     |                   |                                       |                            |  |                             |                                      | damptryk<br>kPa v<br>20C | Kogep.<br>°C |
| 1                       | Carbondisulfid      | -30               | 0,019                                 | 1,3                        | 2,60   | 90                          | IICT6                                | 34,6                     | 46           |
| 2                       | Diethylether        | -45               | 0,050                                 | 1,9                        | 2,60   | 180                         | IIBT4                                | 59,0                     | 35           |
| 3                       | Hydrogen            | -                 | 4                                     | 4                          | 0,07   | 399-574                     | IICT1                                |                          | -253,15      |

Figur 7 Materialedata for mest kritiske materiale anvendt som benchmark

For yderligere oplysninger om produkterne se bilag A. For oplysninger om øvrige produkter som anvendes på institutterne, henvises til de laboratorieansvarlige på SDU.

Zoneklassifikationen dækker alle stoftyper og dermed også stoffer med meget varierende flammepunkter. For at gøre brugen af standardzoneklassifikationsrapporterne så enkel som mulig, skelnes der ikke imellem de enkelte stoffers flammepunkter. En eksplosiv atmosfære vurderes derfor at kunne opstå, hvis der anvendes brandfarlige væsker med et flammepunkt under 40 °C eller som opvarmes til indtil 10 °C under flammepunktet, samt ved anvendelse af alle typer brandfarlige gasser.

## 5.1 Begrænsninger i laboratoriet

Der er i Type 2 laboratorierne ikke nogen begrænsninger for brugen af stoftyper. For at reducere eksplosionsfare og dermed klassificering af lokalerne, og det tilhørende udstyr, er der sat en grænse for åbne beholderes størrelse på 5,0 liter. For at kunne stoppe udslip, såfremt ventilationen i stinkskaftet svigter, eller der sker andre utilsigtede hændelser, stilles der krav om, at den forsøgsansvarlige eller en af denne udpeget kompetent person, skal overvåge forsøgsgennemførelsen. Det vil så være denne persons opgave, at begrænse udslip ved f.eks. at lægge låg på udslipsskilder, rejse væltede beholdere op, og afbryde strømmen til elektriske udtag i stinkskaftet og lukke lugen så meget som muligt. Mængdebegrænsningen og opsynspligten medfører, at laboratoriet er uklassificeret, og derfor ikke behøver backup på ventilationen eller EX-sikret udstyr.

Brandfarlige gasser anvendes alene i faste opstillinger hvor trykflaskerne er fastmonteret ved en regulatorstation. Fra regulatorstationen føres gassen i trykfaste rør til analyseapparatet. Hvis analyseapparatet registrer en fejl i gastilførslen, fx trykfald, skal apparatet automatisk lukke for gastilførslen ved apparatet. Hvis analyseapparatet ikke har en funktion, så den kan detektere lækager i apparatet, skal der opstilles en gasdetektor, som ved detektering af brandfarlig gas i rummet afbryder for gastilførslen. Opstilling af gasflaske med brandfarlig gas uden for stinkskaftet skal klassificeres særskilt.

De trykfaste installationer efterses og trykprøves af montøren årligt eller efter installationsfirmaets forskrifter. Teknisk service kontaktes, hvis der er tvivl om gasinstallationen lever op til kravene.

Brug af bunsenbrænder tilkoblet det centrale gasanlæg kan ske, når bunsenbrændere efterses inden ibrugtagning. Defekte brændere skal øjeblikkeligt bortskaffes og erstattes af nye. Ved svigt i ventilationen i laboratorierne, hvor brænderne er opstillet skal gastilførslen automatisk stoppes. Dette sikres ved mindst to uafhængige flowmålere centralt placeret i ventilationssystemet som aktiverer en magnetventil på gastilførslen.

Der kan ske aftapning af maksimalt 1,0 liter (ved 1 atm.) brandfarlig gas til ballon/beholder, når aftapningen sker manuelt og i stinkskaft. Gassen skal forbruges umiddelbart efter aftapningen så den eksplosionsfarlige atmosfære fjernes så hurtigt som muligt. Anvendelse af brandfarlig og brandnærende gas skal ske under opsyn.

Trykflasker, som er i brug, kan opbevares i laboratoriet. Benyttes trykflaskerne med større intervaller end 2 uger, skal de opbevares i dertil indrettede depotrum, i henhold til bestemmelserne i [BRS-TF-GAS-BEK-1444, 2010].

Brug af brandfarlig gas ud over ovennævnte mængder må kun ikke forekomme.

Der må ikke arbejdes med kar og lignende udenfor stinkskaft.

Det kan ikke tillades, at forsøg forløber uden opsyn i type 2 laboratorierne.

Der må ikke arbejdes med åbne beholdere større end 5,0 liter.

## 6 ZONEKLASSIFIKATION

Zoneklassifikation er udført på baggrund af oplysninger fra SDU samt egen inspektion af laboratorierne.

### 6.1 Generelt

Nedenfor er virkningen af ventilation og udslipshyppigheden på zonetyper listet i tabel. Tabellen er en gengivelse af tabel B.1 i DS/EN 60079 –10-1 [DS/EN-60079-10-1, 2015].

Tabellen er iht. standarden brugt som praktisk rettesnor til klassificering af zoner.

| Ventilationsgrad            |  |  |                                    |        |                       |                       |  |
|-----------------------------|--|--|------------------------------------|--------|-----------------------|-----------------------|--|
| Udslipsgrad                 | Høj  |  |                                    | Middel |                       |                       | Lav                                      |
|                             | Tilgængelighed   |  |                                    |        |                       |                       |  |
|                             | God  | Acceptabel   | Dårlig                             | God    | Acceptabel            | Dårlig                | God, Acceptabel eller dårlig             |
| <b>Kontinuerlig</b>         | (Zone 0 NE)<br>Intet klassificeret område <sup>a</sup> | (Zone 0 NE)<br>Zone 2 <sup>a</sup>                     | (Zone 0 NE)<br>Zone 1 <sup>a</sup> | Zone 0 | Zone 0<br>+<br>Zone 2 | Zone 0<br>+<br>Zone 1 | Zone 0                                   |
| <b>Primær</b>               | (Zone 1 NE)<br>Intet klassificeret område <sup>a</sup> | (Zone 1 NE)<br>Zone 2 <sup>a</sup>                     | (Zone 1 NE)<br>Zone 2 <sup>a</sup> | Zone 1 | Zone 1<br>+<br>Zone 2 | Zone 1<br>+<br>Zone 2 | Zone 1<br>eller<br>Zone 0 <sup>c</sup>   |
| <b>Sekundær<sup>b</sup></b> | (Zone 2 NE)<br>Intet klassificeret område <sup>a</sup> | (Zone 2 NE)<br>Intet klassificeret område <sup>a</sup> | Zone 2                             | Zone 2 | Zone 2                | Zone 2                | Zone 1<br>og evt.<br>Zone 0 <sup>c</sup> |

<sup>a)</sup> Zone 0 NE, 1 NE eller 2 NE angiver en teoretisk zone med meget lille udstrækning (NE, negligible extent) under normale forhold.

<sup>b)</sup> Zone 2 området som opstår som følge af en sekundær udslipsskilde kan blive større end det zone 2 område, der opstår som følge af en primær eller kontinuerlig udslipsskilde. I sådanne tilfælde skal den største afstand anvendes.

<sup>c)</sup> Zone 0 kravet er gældende i de tilfælde, hvor ventilationsgraden er så lav og udslippet så stort, at en eksplosiv gasblanding praktisk taget vil være til stede kontinuerligt (forholdene nærmer sig en uventileret situation).

Note "+" angiver "omgivet af".

**Figur 9 Virkning af ventilation og udslipsgrad på zonetyper.**



## 6.2 Laboratoriets udslipsskilder

I forbindelse med gennemgangen, er der fastlagt følgende udslipsskilder:

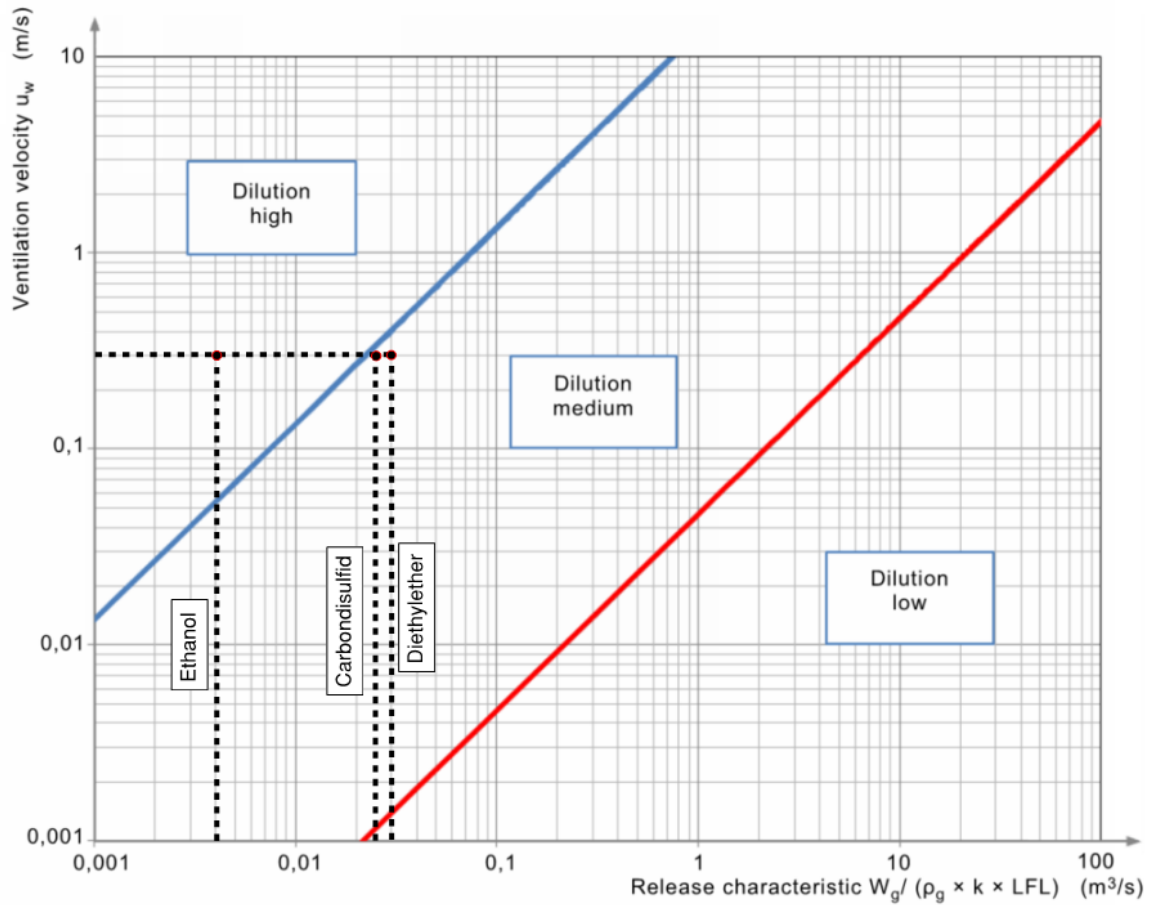
| Område  | Udslipsskilde   |
|---|---|
| <b>I Stinkskab</b>  |   |
| Opsamlingsbeholder for affaldsstoffer i beholdere                                   | Spild fra 5 liters affaldsdunk<br>Afdampning af brandfarlige væsker |
| Forsøgsopstillinger med åbne beholdere  | Afdampning fra fri væskeoverflade                                   |
| Forsøgsopstilling med bunsenbrænder   | Opvarmning ved brug af F-gas  |
| Forsøgsopstilling hvor der aftappes og bruges max. 1,0 l brandfarlig gas ved 1 atm. | Håndtering af brandfarlig gas                                       |
| Forsøgsopstillinger med lukkede kredsløb  | Samlinger i procesudstyr.   |
|   | Åbning og lukning af udstyr   |
| <b>Oplag i ventilerede skabe</b>  |   |
| Væskebeholdere  | Lukkede anbrudte beholdere  |
| <b>Procesudstyr uden for stinkskabe</b>   |   |
| Lukket procesudstyr   | Samlinger   |
|   | Åbning og lukning af udstyr   |
| Åbent procesudstyr under punktsug   | Samlinger   |
|   | Åbning og lukning af udstyr   |
| Flasker til ethanol   | Lille åbning  |

Figur 10 Udslipsskilder

## 6.3 Fortyndingsgrad i stinkskabe

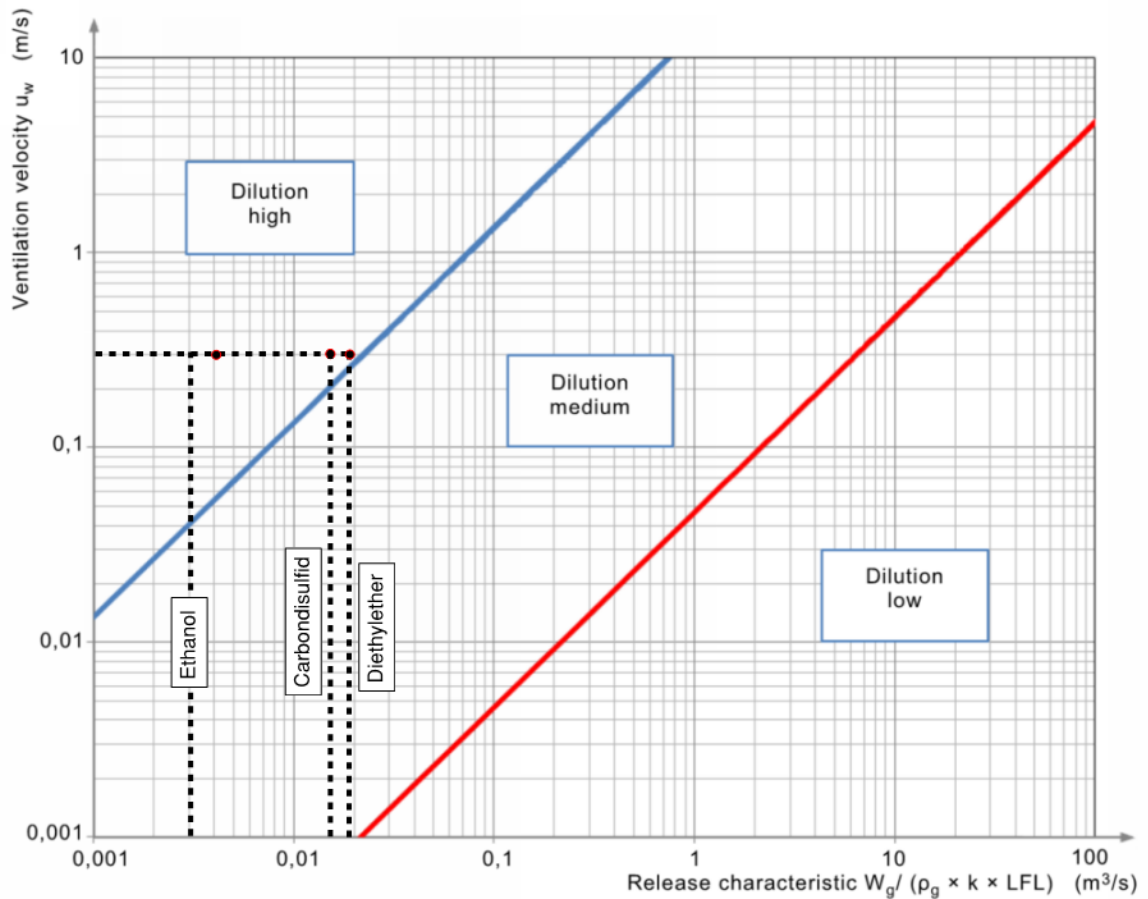
I bilag 1 er der foretaget en beregning, der viser hvad fortyndingsgraden bliver i et stinkskab med dimensionerne 1,8 m x 0,85 m og for et spild i et stinkskab på 1 m<sup>2</sup>.

Ved at sætte det karakteristiske udslip ind i figur C.1 fra [DS/EN-60079-10-1, 2015] ses det i figur 6.1 at fortyndingsgraden for diethylether og carbondisulfid vil være middel, hvilket vil medføre en klassifikation som Zone 2 ved et spild, der dækker bunden af et stinkskab med dimensionerne 1,8 m x 0,85 m (1,3 m<sup>2</sup>).



**Figur 6.1** Fortyndingsgrad for spild i hele stinkskaftet

For et udslip hvor det kun er et areal på 1 m<sup>2</sup> der spildes på, vil fortyndingsgraden være høj som det ses i figur 6.2, hvilket vil medføre at stinkskaftet er uklassificeret.



Figur 6.2 Spild på 1 m<sup>2</sup> i stinkskab

#### 6.4 Klima på laboratorierne

Laboratorierne er ventileret vha. procesanlæg. Disse anlæg er ikke forsynet med køling. Anlæggene etablerer dels et luftskifte i laboratoriet og sørger for erstatnings luft til stinkskabe og procesudsugning. Anlæg leverer filtreret og opvarmet luft.

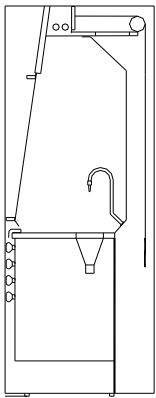
## 6.5 Ventilationsforhold

### 6.5.1 Generel beskrivelse

Det er forudsat at ventilationssystemet på SDU's bygninger, hvor der indrettes type 2 laboratorier er opbygget som centrale udsugningsanlæg uden backup på ventilering af laboratorierne.

### 6.5.2 Ventilation af stinkskabe

Generelt vil der i stinkskabe være en **høj fortyndingsgrad** og ventilationens pålidelighed vil være **acceptabel**.

| Stinkskabe  |            |                   |                    |
|---|------------|-------------------|--------------------|
|  | Lugeåbning | Volumenstrøm      | Hastighed i åbning |
|   | mm         | m <sup>3</sup> /h | m/s                |
|   | 100        | 250               | 0,5                |
|   | 200        | 500               | 0,5                |
|   | 300        | 750               | 0,5                |
|   | 400        | 1000              | 0,5                |
|   | 500        | 1250              | 0,5                |
|   | 700        | 1750              | 0,5                |

Figur 11: Volumenstrøm og hastighed i lugeåbning

### 6.5.3 Processug

Der arbejdes ikke med åbne kar eller lignende forsøgsopstillinger udenfor stinkskab, med mindre der anvendes procesventilation der sikrer en effektiv ventilation. I disse tilfælde skal der foretages en særlig vurdering af arbejdet, inden det påbegyndes.

### 6.5.4 Procedure ved ventilationssvigt

I tilfælde af tilsigtet eller utilsigtet ophør af ventilering af laboratorierne, skal samtlige processer i berørte laboratorier ophøre. Forsøgsopstillinger skal lukkes så afdampning forhindres i videst muligt omfang, ligesom lugen på stinkskabet skal lukkes så meget som muligt.

## 6.6 Manuel intervention ved ventilationssvigt

I Type 2 laboratorier, er der opsynspligt for, hurtigt og effektivt, at kunne gribe ind i tilfælde af ventilationssvigt, spild eller anden utilsigtet hændelse. Opsynspligten gør det muligt at arbejde med stofmængder på op til 5,0 liter i åbne beholdere i modsætning til Type 1 laboratorierne, hvor grænsen er 1,0 liter.

Ved ventilationssvigt, spild eller andre utilsigtede hændelser, skal følgende foretages:

- Forsøget stoppes.
- Åbne, afdampende overflader lukkes med låg eller lignende således at udslip af brændbare dampe stoppes.
- Lugen på stinkskabet lukkes så meget som muligt.
- Strømmen til stinkskabets udtag fjernes, manuelt ved at aktivere afbryderen .
- Trykflasker lukkes på flaskeventilen.

## 6.7 Zoneklassifikation og udstrækning efter DS/EN 60079-10-1

Zonerne er fastlagt ved ingeniørmæssige vurderinger af anerkendte klassifikationseksempler for lignende laboratorier opstillet i Beredskabsstyrelsens vejledning [BRS-ATEX, 2003], DS/EN 60 079-10-1 [DS/EN-60079-10-1, 2015] samt SEK Handbok 426 [SEK-HB426, 2004]. Se også bilag B og C.

Hvis der foretages forsøg med åbne beholdere under 1,0 liter, kan forsøgene udføres i et Type 1 laboratorie. Hvis der anvendes over 5,0 liter skal der foretages en særskilt risikovurdering og ATEX-klassificering af opstillingen. Ved anvendelse af op til 5,0 liter kan forsøgene udføres i et Type 2 laboratorium såfremt vilkår og procedure opfyldes i henhold til afsnit 5.1.

Der er, som nævnt tidligere, ikke nogen restriktioner hvad angår stoftype. Dette skyldes kravet om opsynspligt og fastsættelsen af stofmængdegrænse på 5,0 liter i åbne beholdere, som vil kunne risikere at vælte, samt en maksimal åbne beholderstørrelse på 5,0 liter. Opsynspligten sikrer, at en kompetent person kan gribe ind ved utilsigtede hændelser og minimere afdampning fra brandfarlige væsker. Der kan samtidigt anvendes max. 1,0 liter brandfarlig gas ved 1 atm ved forsøg. Aftapningen af gassen skal ske manuelt. Gassen skal forbruges umiddelbart efter aftapningen, så den eksplosionsfarlige atmosfære fjernes så hurtigt som muligt. Hvis der anvendes over 5,0 liter skal der foretages en særskilt risikovurdering og ATEX-klassificering af opstillingen. Der må ikke være åben ild eller varme overflader i stinkskalet, og ventilationen skal køre ved fuld styrke.

| <b>Stinkskalet</b>   |   |
|--|---|
| Opsamlingsbeholder   | Uklassificeret område   |
| Forsøgsopstilling med bunsenbrænder  | Uklassificeret område, pga. ventilationskontrol og brug under opsyn   |
| Forsøgsopstilling hvor der aftappes og derefter bruges max. 1,0 l brandfarlig gas ved 1 atm. | Uklassificeret, da medarbejderen manuelt håndterer aftapningen og brugen. Brugen af gassen finder kun sted under opsyn. Hvis ventilationen svigter, stoppes brugen af gassen. |
| Forsøgsopstilling med åbne beholdere   | Uklassificeret område   |
| Forsøgsopstilling med lukkede kredsløb   | Uklassificeret område   |
| <b>Ventilerede kemikalieskabe</b>  |   |
| Oplag af væskebeholdere  | Zone 2: I selve skabet<br>Uklassificeret område udenom skabet   |
| <b>Udslipsskilder udenfor stinkskalet</b>  |   |
| Procesudstyr under processug   | Der skal foretages en særskilt vurdering  |
| Sprøjteflasker med ethanol   | Uklassificeret  |

Tabel 1 Zonetype og udstrækning.

Zoneklassifikationen for Type 2 laboratoriets udslipsskilder er ligeledes opstillet i bilag D.

## 6.8 Afmærkning af klassificerede områder

Indgange til eksplosionsfarlige områder skal, jf. bilag 2 i [BRS-BEK-590, 2003] markeres med nedenstående advarselsskilt:

Skiltets særlige kendetegn er:

Trekantet form,

Sorte bogstaver på gul bund og sort kant (gule farve dække > 50 % af overflade)

Teksten "EX"



Udvendigt ved indgangen til områder, der klassificeres som zone 0, 1, 20 og 21, skal der ud over ovennævnte advarselsskilte opsættes tydelige og holdbare skilte med forbud mod tobaksrygning og brug af åben ild. Skiltningen skal være udført i overensstemmelse med Arbejdstilsynets bestemmelser om sikkerhedsskiltning.

Ligeledes vil der skulle afmærkes på låger og lign. til skabe med oplag af stoffer.

## 6.9 Tændkilder i de klassificerede områder

Tændkilder i de zoneklassificerede områder skal kortlægges og risikovurderes med henblik på at minimere risikoen for en antændelse af et eventuelt udslip af brændbare gasser. I nedenstående tabel er kravene til materiel for anvendelse i ex-områder opstillet.

| Zoneklassifikation | Materiel omfattet af ATEX 94/9/EF direktivet:<br>Kategori vælges som | Øvrige tekniske hjælpemidler:<br>Tændkilder skal undgås ved  |
|--------------------|--|--|
| 0                  | II 1 G   | problemfri drift (normal drift) forudsigelige forstyrrelser og sjældent forekommende driftsforstyrrelser |
| 1                  | II 1 G eller II 2 G  | problemfri drift (normal drift) og forudsigelige forstyrrelser   |
| 2                  | II 1 G, II 2 G eller II 3 G  | problemfri drift (normal drift)  |

Figur 13 Omfanget af beskyttelsesforanstaltninger på grundlag af zoneklassifikationen.

Tabellen gælder for alle former for tændkilder. Kategorien af tekniske hjælpemidler, elektriske såvel som ikke-elektriske, der tages i brug første gang i virksomheden efter 30. juni 2003 skal vælges på baggrund af zoneklassifikationen som vist i ovenstående tabel, medmindre en konkret risikovurdering viser noget andet.

## 6.10 Beskyttelsesforanstaltninger for begrænsning af virkning af eksplosion

SDU udarbejder en udvidet APV. Se uddrag fra [AT-BEK-1305, 2015] om indretning af tekniske hjælpemidler herunder:

### 3.1.5 Trykaflastningsanordninger

Sikringssystemer, som kan forventes at blive udsat for påvirkninger ud over deres belastningsevne, skal ved konstruktionen forsynes med passende trykaflastningsanordninger, som ikke medfører fare for personale i nærheden.

### 3.1.6 Systemer til standsning af eksplosioner

Systemer til standsning af eksplosioner skal planlægges og konstrueres således, at de reagerer tidligst muligt efter en begyndende eksplosion og modvirker den optimalt under hensyntagen til maksimal trykstigningshastighed og maksimal eksplosionstryk.

### 3.1.7 Eksplosionsafkoblingssystemer

Afkoblingssystemer, hvormed bestemt materiel i tilfælde af begyndende eksplosion med kort varsel kan isoleres ved hjælp af passende anordninger, skal planlægges og konstrueres således, at ild ikke kan brede sig inden i dem, og at de bevarer deres mekaniske styrke under normale driftsforhold.

## 7 KONKLUSION

NIRAS Safety har for Syddansk Universitet udarbejdet, og revideret, denne zoneklassifikationsrapport for laboratorier, der indrettes som "Type 2 Laboratorier". For laboratorier af denne type er der opstillet nedenstående vilkår for arbejde i og indretning af laboratoriet. Vilkårene er fastlagt ud fra en konkret vurdering iht. [BRS-BEK-590, 2003] om zoneklassifikation af eksplosionsfarlige områder.

Det kan umiddelbart konkluderes, at der i forbindelse med Type 2 laboratorierne ikke dannes eksplosiv atmosfære i normal drift, for så vidt angår stinkske og processer under punktsug. Dette skyldes kravet om opsynspligt i forbindelse med et hvert forsøg. Opsyn med forsøgsgangen er medvirkende til hurtig indgriben og begrænsning af et eventuelt udslips omfang, således at der ikke dannes en farlig eksplosiv atmosfære.

SDU udarbejder den udvidede arbejdspladsvurdering for Type 2 laboratorier.

### Type 2 Laboratorier:

#### *Generelle vilkår:*

- Åben håndtering af brandfarlige væsker må kun ske i stinkske.
- Der må kun forefindes brandfarlige væsker i forbindelse med igangværende forsøgsopstillinger.
- Brandfarlige væsker skal opbevares i velventilerede kemikalieskabe (zone 2).
- Faste gasforbrugende apparater (f.eks. gaskromatografer) skal tilsluttes en af Teknisk service godkendt trykfast gasinstallation.
- Bunsenbrændere skal efterses umiddelbart inden brug.
- Oplagring af trykflasker (fx reserveflasker) skal ske i dertil indrettede depotrum.
- Trykflasker, som hyppigt er i brug på laboratoriet, kan opbevares på laboratoriet. Benyttes trykflaskerne med større intervaller end 2 uger, skal de opbevares i dertil indrettede depotrum.

#### *Særlige vilkår for arbejde i Type 2 laboratorier*

- Der må maksimalt foregå åben håndtering af 5 liter brandfarlig væske pr. forsøg.
- Max størrelse af åbne beholdere er 5 liter.
- Brandfarlig gas må kun anvendes ved:
  - Midlertidig manuel aftapning af max 1,0 l brandfarlig gas ved 1 atm. til beholder/ballon i stinkske. Gassen skal forbruges umiddelbart efter aftapningen så den eksplosionsfarlige atmosfære fjernes så hurtigt som muligt.
  - Ved ventilationssvigt standses forsøget og udslip begrænses (fx. ved at lægge låg på beholder og lukke stinkskeblåge). Strømmen til stinkskebets udtag afbrydes (manuelt ved afbryder).
- Den forsøgsansvarlige eller en af denne instruerede person skal overvåge forsøget – også nætter og weekender!

#### *Zoneklassificering:*

Uklassificeret i hele laboratoriet.

Kemikalieskabe klassificeres til zone 2 inden for skabet.

## 8 REFERENCER

[1?] "tf\_gas\_2010" not found in database

[1999/92/EF, 2000] 1999/92/EF. 2000. EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 1999/92/EF af 16. december 1999 om minimumsforskrifter vedrørende forbedring af sikkerhed og sundhedsbeskyttelse for arbejdstagere, der kan blive udsat for fare hidrørende fra eksplosiv atmosfære (femtende særdirektiv i henhold til artikel 16, stk. 1, i direktiv 89/391/EØF). *Den Europæiske Unions Tidende*, L23(Januar), 57–64.

[2003/515/KOM, 2003] 2003/515/KOM. 2003. *Ikke-bindende vejledning for god praksis med henblik på gennemførelsen af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 1999/92/EF om minimumsforskrifter vedrørende forbedring af sikkerhed og sundhedsbeskyttelse for arbejdstagere, der kan blive udsat for fare hidrørende fra eksplosiv atmosfære*. Europa-Kommissionen.

[AT-ATEX-C09, 2005] AT-ATEX-C09. 2005. *Vejledning C.0.9 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære*. Arbejdstilsynet.

[AT-BEK-1305, 2015] AT-BEK-1305. 2015. *Bekendtgørelse om Indretning mv. af materiel og sikringsystemer til anvendelse i en potentielt eksplosiv atmosfære*. Arbejdstilsynet.

[AT-BEK-478, 2003] AT-BEK-478. 2003. *Arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære*. Arbejdstilsynet.

[BRS-ATEX, 2003] BRS-ATEX. 2003. *Vejledning om klassifikation af eksplosionsfarlige områder*. Beredskabsstyrelsen.

[BRS-BEK-305, 1944] BRS-BEK-305. 1944. *Bekendtgørelse om Opbevaring af transportable Beholdere med sammentrykkede, fordraabede eller under Tryk opløste Luftarter*. Justitsministeriet.

[BRS-BEK-590, 2003] BRS-BEK-590. 2003. *Klassifikation af eksplosionsfarlige områder*. Indenrigs- og Sundhedsministeriet.

[BRS-TF-BV-BEK-1639, 2016] BRS-TF-BV-BEK-1639. 2016. *Bekendtgørelse om tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker*. Beredskabsstyrelsen.

[BRS-TF-BV-BEK-28, 2010] BRS-TF-BV-BEK-28. 2010. *Bekendtgørelse om tekniske forskrifter for brandfarlige væsker*. Beredskabsstyrelsen.

[BRS-TF-GAS-BEK-1444, 2010] BRS-TF-GAS-BEK-1444. 2010. *Bekendtgørelse om tekniske forskrifter for gasser*. Beredskabsstyrelsen.

[DS/EN-60079-10-1, 2015] DS/EN-60079-10-1. 2015. *Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres*. Danish Standards Association.

[SEK-HB426, 2004] SEK-HB426. 2004. *SEK Handbok 426 - Klassning av explosionsfarliga områden*. 3. edn. Svenska Elektriska Kommissionen (SEK).

[TF-BV, 1985] TF-BV. 1985. *Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker*. Beredskabsstyrelsen.



## 9 BILAG A: PRODUKTDATABLAD



### Carbondisulfid



336

1131

Svagt gullig til farveløs væske med gennemtrængende lugt af rådne æg.

#### Farlige egenskaber

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <i>Brandfare</i>             | <b>Meget brandfarlig.</b> Dampene kan fjernantændes.  |
| <i>Eksplodingsfare</i>       | Dampene kan danne antændelige blandinger med luft.  |
| <i>Indåndingsfare</i>        | <b>Giftig.</b> Ved brand kan dannes giftig og ætsende svovldioxid - se indsatskortet.   |
| <i>Sundhedsfare</i>          | <b>Giftig.</b>  |
| <i>Forhold over for vand</i> | Væsken er uopløselig i vand og synker til bunds.  |
| <i>Miljøfare</i>             | -   |
| <i>Specielle risici</i>      | Væsken reagerer voldsomt med oxidationsmidler som fx salpetersyre. Væsken opløser fedtbelægninger og angriber visse kunststoffer samt materialer af gummi, der indgår i fx pakninger. Væsken kan forårsage kroniske sundhedsskader. |

#### Personlig beskyttelse

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <i>Inden for sikkerhedsafstanden</i>  | Normal indsatsbeklædning og fuld åndedrætsbeskyttelse.  |
| <i>Direkte kontakt</i>                | Kemikalieindsatsdragt, som ifølge producenten er egnet til beskyttelse mod stoffet. Dragten yder kun begrænset beskyttelse mod varmepåvirkning ved brand. |
| <i>Rensning eller dekontaminering</i> | Forurenet personligt beskyttelsesudstyr renses med vand og sæbe.  |

| <b>Indsats</b>           |  |
|--------------------------|--|
| <i>Sikkerhedsafstand</i> | Mindst 50 m.<br>Benyt gnistfrit værktøj og eksplosionssikret udstyr.   |
| <i>Spild på land</i>     | Tildæk afløb. Inddæm med sand eller jord. Afdampning kan mindskes ved dækning med skum. Stands udstrømningen. Anvend opsugningsmateriale eller pump/øs spildet op. Opsaml i tætlukkede, egnede beholdere. Rens afløb med store mængder vand. Udluft afløb og lavtliggende områder. Ved spild i afløb underrettes kloakvæsenet og miljømyndigheden. Ved spild på jord underrettes miljømyndigheden. |
| <i>Spild i vand</i>      | Stands udstrømningen. Væsken synker og eventuel oppumpning skal ske fra bunden. Opsaml i tætlukkede, egnede beholdere. Underret miljømyndigheden.  |
| <i>Brand</i>             | Sluk brand med vand. Afkøl lukkede beholdere med vand.   |
| <i>Slukningsvand</i>     | Væsken synker til bunds. Afhængig af koncentrationen af stoffet i slukningsvandet er dette enten farligt affald, eller det kan ledes til afløb/hav.  |
| <i>Miljøsanering</i>     | Miljøsanering foregår i samarbejde med miljømyndigheden. Fjern forurenede jord.  |
| <i>Materielrengøring</i> | Materiel rengøres med vand og sæbe. Skyllenvand opsamles. Afhængig af koncentrationen af stoffet er skyllenvandet farligt affald. Eftersyn og eventuel smøring af metaldele.   |

| <b>Symptomer</b>               |   |
|--------------------------------|---|
| <i>Carbondsulfid</i>           | virker berusende og bedøvende.  |
| <i>Farlige koncentrationer</i> | Det umiddelbart farlige niveau i luft for liv og helbred er 500 ppm.<br>AEGL-2 (30 minutter): 200 ppm.<br>AEGL-3 (30 minutter): 600 ppm.<br>Indtagelse af 15 ml Dødeligt. |
| <i>Indånding</i>               | Svie i næse og mund. Utilpashed, hovedpine og svimmelhed. Kvalme og opkastning. Forvirrethed, bevidstløshed og eventuelt krampe.  |
| <i>Hud</i>                     | Svie. Affedter huden og giver rødme og revnedannelse. Kan optages gennem huden.   |
| <i>Øjne</i>                    | Svie og tåreflåd.   |
| <i>Indtagelse</i>              | Symptomer som ved indånding.  |

| <b>Førstehjælp</b>      |   |
|-------------------------|---|
| <i>Generelt</i>         | Tilskadekomne anbringes i frisk luft. Ved vejrtrækningsstop påbegyndes hjerte-lunge redning. Bevidstløse med bevaret vejrtrækning lejres i stabilt sideleje og holdes varme. Fremkald ikke opkastning og indgiv ikke væske til bevidstløse personer. Ved bevidstheds- eller kredsløbspåvirkning gives oxygenbehandling. |
| <i>Indånding</i>        | Ikke-bevidstløse personer lejres varmt og bekvemt halvsiddende. Lægehjælp.  |
| <i>Hud</i>              | Forurenede beklædning samt smykker og ure fjernes hurtigt. Forurenede hud skylles længe og grundigt med vand, efterfulgt af sæbevask. Lægehjælp.  |
| <i>Øjne</i>             | Skyl straks med vand og fortsæt, indtil læge overtager behandlingen. Spil øjet grundigt op. Fjern kontaktlinser.  |
| <i>Indtagelse</i>       | Skyl munden med vand og giv vand til ikke-bevidstløse personer. Fremkald om muligt opkastning. Skyl atter munden med vand og giv vand. Lægehjælp.   |
| <i>Forslag til læge</i> | Stoffet inhiberer monoaminoxidase (MAO) og påvirker centralnervesystemet.<br>Symptomatisk behandling. Pyridoxin i.v. og N-acetylcystein i.v. kan overvejes ved svær organpåvirkning.<br>Ved brand dannes svovldioxid. Cave: Kemisk lungebetændelse og lungeødem.  |

**Mærkning***Brugermærkning*

Fare. Meget brandfarlig væske og damp. Mistænkes for at skade forplantningsevnen. Mistænkes for at skade det ufødte barn. Forårsager organskader ved længerevarende eller gentagen eksponering. Forårsager alvorlig øjenirritation. Forårsager hudirritation.

*Transportmærkning*

UN 1131, klasse 3, emballagegruppe I. Fareseddel 3 og 6.1.

**Data**

|                       |                        |                                   |   |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|---|
| <i>Formel</i>         | CS <sub>2</sub>        | <i>Flammepunkt</i>                | -30 °C                                  |
| <i>Molekylvægt</i>    | 76,1                   | <i>Antændelsestemperatur</i>      | 90 °C                                   |
| <i>Cas-nummer</i>     | 75-15-0                | <i>Antændelsesgrænser</i>         | 1,3 - 50,0 v/v %                        |
| <i>Farenummer</i>     | 336                    | <i>Brandfareklasse</i>            | I-1                                     |
| <i>UN-nummer</i>      | 1131                   | <i>Opløselighed i vand</i>        | uopløselig                              |
| <i>Smeltepunkt</i>    | -112 °C                | <i>Grænseværdi</i>                | 5 ppm (15 mg/m <sup>3</sup> )           |
| <i>Kogepunkt</i>      | 46 °C                  | <i>Lugtgrænse</i>                 | 0,03 ppm                                |
| <i>Massefylde</i>     | 1,3 (vand = 1)         | <i>LD<sub>50</sub></i>            | 0,4 mg/kg (oral-rotte) , vedtagen værdi |
| <i>Dampmassefylde</i> | 2,6 (luft = 1)         | <i>LC<sub>50</sub></i>            | -                                       |
| <i>Damptryk</i>       | 34,6 kPa               | <i>Ioniseringsenergi (eV)</i>     | 10,1                                    |
| <i>Flygtighed</i>     | 1.080 g/m <sup>3</sup> | <i>PID korr. faktor (10,6 eV)</i> | 1,2 - 1,4                               |



## Diethylether



33

1155

Farveløs væske med sødlig og gennemtrængende lugt.

### Farlige egenskaber

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <i>Brandfare</i>             | <b>Meget brandfarlig.</b> Dampene kan fjernantændes.   |
| <i>Eksplodingsfare</i>       | Dampene kan danne antændelige blandinger med luft, men i lukkede rum overskrides øvre antændelsesgrænse let.       |
| <i>Indåndingsfare</i>        | -  |
| <i>Sundhedsfare</i>          | Sundhedsskadelig.  |
| <i>Forhold over for vand</i> | Væsken er moderat opløselig i vand.  |
| <i>Miljøfare</i>             | -  |
| <i>Specielle risici</i>      | Væsken opløser fedtbelægninger og angriber visse kunststoffer samt materialer af gummi, der indgår i fx pakninger. |

### Personlig beskyttelse

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <i>Inden for sikkerhedsafstanden</i>  | Normal indsatsbeklædning. Ved højere koncentrationer tillige fuld åndedrætsbeskyttelse.  |
| <i>Direkte kontakt</i>                | Beskyttelsesdragt som ifølge producenten er egnet til beskyttelse mod stoffet. Dragten yder kun begrænset beskyttelse mod varmepåvirkning ved brand. Ved brand eller i lukkede rum eller ved højere koncentrationer tillige fuld åndedrætsbeskyttelse. |
| <i>Rensning eller dekontaminering</i> | Forurenede personligt beskyttelsesudstyr renses med vand og sæbe.  |

| <b>Indsats</b>           |   |
|--------------------------|---|
| <i>Sikkerhedsafstand</i> | Mindst 50 m.<br>Benyt gnistfrit værktøj og eksplosionssikret udstyr.  |
| <i>Spild på land</i>     | Tildæk afløb. Inddæm med sand eller jord. Afdampning kan mindskes ved dækning med skum (alkoholbestandigt). Dampene kan slås ned med vandtåge. Stands udstrømningen. Anvend opsugningsmateriale eller pump/øs spildet op. Opsaml i tætlukkede, egnede beholdere. Rens afløb med store mængder vand. Udluft afløb og lavtliggende områder. Ved spild i afløb underrettes kloakvæsenet og miljømyndigheden. Ved spild på jord underrettes miljømyndigheden. |
| <i>Spild i vand</i>      | Stands udstrømningen. Væsken er moderat opløselig i vand og flyder indledningsvis oven på vand. Ved hurtig indsats: Inddæm og anvend lette, vandskyende opsugningsmaterialer eller pump/øs spildet op. Opsaml i tætlukkede, egnede beholdere. Underret miljømyndigheden.  |
| <i>Brand</i>             | Sluk brand med skum (alkoholbestandigt). Afkøl lukkede beholdere med vand.  |
| <i>Slukningsvand</i>     | Udledes under fortynding til afløb/hav.   |
| <i>Miljøsanering</i>     | Miljøsanering foregår i samarbejde med miljømyndigheden. Fjern forurenede jord.   |
| <i>Materielrengøring</i> | Materiel rengøres med vand og sæbe. Eftersyn og eventuel smøring af metaldele.  |

| <b>Symptomer</b>               |  |
|--------------------------------|--|
|                                | Diethylether virker berusende og bedøvende.  |
| <i>Farlige koncentrationer</i> | Det umiddelbart farlige niveau i luft for liv og helbred er 1.900 ppm (LEL).<br>Udsættelse for 200 ppm i 5 minutter: Irritation af næse.<br>Udsættelse for 2.000 ppm kortvarigt: Symptomer på forgiftning.<br>Indtagelse af 30 - 60 ml Dødeligt. |
| <i>Indånding</i>               | Irritation af slimhinder. Svimmelhed, ildebefindende og opkastning. Ved stor udsættelse: Åndedrætsbesvær og bevidstløshed.   |
| <i>Hud</i>                     | Affedter huden og giver rødme og revnedannelse.  |
| <i>Øjne</i>                    | Svie.  |
| <i>Indtagelse</i>              | Mavesmerter og udspilet mave. I øvrigt: Symptomer som ved indånding. Fare for at væsken kommer i den gale hals med symptomer som hoste, åndedrætsbesvær og senere feber.   |

| <b>Førstehjælp</b>      |   |
|-------------------------|---|
| <i>Generelt</i>         | Tilskadekomne anbringes i frisk luft. Ved vejrtrækningsstop påbegyndes hjerte-lunge redning. Bevidstløse med bevaret vejrtrækning lejres i stabilt sideleje og holdes varme. Fremkald ikke opkastning og indgiv ikke væske til bevidstløse personer. Ved bevidstheds- eller kredsløbspåvirkning gives oxygenbehandling. |
| <i>Indånding</i>        | Ikke-bevidstløse personer lejres varmt og bekvemt halvsiddende. Lægehjælp.  |
| <i>Hud</i>              | Forurenede beklædning samt smykker og ure fjernes hurtigt. Forurenede hud skylles længe og grundigt med vand.   |
| <i>Øjne</i>             | Skyl straks med vand og fortsæt, indtil læge overtager behandlingen. Spil øjet grundigt op. Fjern kontaktlinser.  |
| <i>Indtagelse</i>       | Skyl munden med vand og giv vand eller mælk til ikke-bevidstløse personer. Fremkald ikke opkastning. Lægehjælp.   |
| <i>Forslag til læge</i> | Stoffet påvirker centralnervesystemet.<br>Efter indtagelse bør ventrikelaspiration overvejes. Ved indtagelse er der fare for aspiration med kemisk lungebetændelse til følge. Generelt er der fare for hjerterytmeforstyrrelser.  |

**Mærkning**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <i>Brugermærkning</i>    | Fare. Yderst brandfarlig væske og damp. Farlig ved indtagelse. Kan forårsage sløvhed eller svimmelhed. Kan danne eksplosive peroxider. Gentagen kontakt kan give tør eller revnet hud. |
| <i>Transportmærkning</i> | UN 1155, klasse 3, emballagegruppe I. Fareseddel 3.  |

**Data**

|                       |                        |                                   |                                  |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Formel</i>         | $C_2H_5OC_2H_5$        | <i>Flammepunkt</i>                | -45 °C                           |
| <i>Molekylvægt</i>    | 74,1                   | <i>Antændelsestemperatur</i>      | 180 °C                           |
| <i>Cas-nummer</i>     | 60-29-7                | <i>Antændelsesgrænser</i>         | 1,9 - 36 v/v %                   |
| <i>Farenummer</i>     | 33                     | <i>Brandfareklasse</i>            | I-1                              |
| <i>UN-nummer</i>      | 1155                   | <i>Opløselighed i vand</i>        | 70 g/l                           |
| <i>Smeltepunkt</i>    | -116 °C                | <i>Grænseværdi</i>                | 100 ppm (303 mg/m <sup>3</sup> ) |
| <i>Kogepunkt</i>      | 35 °C                  | <i>Lugtgrænse</i>                 | 100 ppm                          |
| <i>Massefylde</i>     | 0,7 (vand = 1)         | <i>LD<sub>50</sub></i>            | 1.215 mg/kg (oral-rotte)         |
| <i>Dampmassefylde</i> | 2,6 (luft = 1)         | <i>LC<sub>50</sub></i>            | -                                |
| <i>Damptryk</i>       | 59 kPa                 | <i>Ioniseringsenergi (eV)</i>     | 9,51                             |
| <i>Flygtighed</i>     | 1.798 g/m <sup>3</sup> | <i>PID korr. faktor (10,6 eV)</i> | 0,9 - 1,1                        |



## Hydrogen



23  
1049

Farveløs gas uden lugt.  
Transporteres i komprimeret tilstand.  
Der findes også indsatskort for Hydrogen, kølet og flydende.

### Farlige egenskaber

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <i>Brandfare</i>             | <b>Meget brandfarlig.</b> Hydrogen brænder med en næsten usynlig blålig flamme.                             |
| <i>Eksplisionsfare</i>       | Gassen kan danne antændelige blandinger med luft, men i lukkede rum overskrides øvre antændelsesgrænse let. |
| <i>Indåndingsfare</i>        | -   |
| <i>Sundhedsfare</i>          | -   |
| <i>Forhold over for vand</i> | Stoffet er uopløseligt i vand.  |
| <i>Miljøfare</i>             | -   |
| <i>Specielle risici</i>      | Stoffet reagerer voldsomt med oxidationsmidler. Gassen fortrænger luftens oxygen.                           |

### Personlig beskyttelse

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <i>Inden for sikkerhedsafstanden</i>  | Normal indsatsbeklædning. Ved højere koncentrationer tillige fuld åndedrætsbeskyttelse.                                     |
| <i>Direkte kontakt</i>                | Normal indsatsbeklædning. Ved brand eller i lukkede rum eller ved højere koncentrationer tillige fuld åndedrætsbeskyttelse. |
| <i>Rensning eller dekontaminering</i> | -   |

| <b>Indsats</b>           |   |
|--------------------------|---|
| <i>Sikkerhedsafstand</i> | Mindst 100 m.<br>Under personredning: Mindst 50 m.<br>Ved gasudvikling som følge af kemisk reaktion fx ved sammenblanding eller brand: Mindst 50 m<br>Benyt gnistfrit værktøj og eksplosionssikkert udstyr.   |
| <i>Spild på land</i>     | Udluft forurenede områder. Forsøg at kontrollere udstømningen af komprimeret gas. Gasskyen kan forsøges styret med spredte vandstråler.   |
| <i>Spild i vand</i>      | -   |
| <i>Brand</i>             | Stop gasudstrømningen inden brand slukkes, ellers er der fare for genantændelse og eksplosion. Små brande slukkes med kulsyresne eller pulverslukningsmiddel. Ellers kontroller afbrændingen og sluk brand i omgivelserne med vand. Afkøl lukkede beholdere med vand. |
| <i>Slukningsvand</i>     | -   |
| <i>Miljøsanering</i>     | -   |
| <i>Materielrengøring</i> | -   |

| <b>Symptomer</b>               |   |
|--------------------------------|---|
|                                | Hydrogen fortrænger luftens oxygen og virker kvælende.                        |
| <i>Farlige koncentrationer</i> | -   |
| <i>Indånding</i>               | Ved stor udsættelse: Hjerteranken. Døsighed, kvalme og mathed. Bevidstløshed. |
| <i>Hud</i>                     | -   |
| <i>Øjne</i>                    | -   |
| <i>Indtagelse</i>              | -   |

| <b>Førstehjælp</b>      |   |
|-------------------------|---|
| <i>Generelt</i>         | Tilskadekomne anbringes i frisk luft. Ved vejtrækningsstop påbegyndes hjerte-lunge redning. Bevidstløse med bevaret vejtrækning lejres i stabilt sideleje og holdes varme. Fremkald ikke opkastning og indgiv ikke væske til bevidstløse personer. Ved bevidstheds- eller kredsløbspåvirkning gives oxygenbehandling. |
| <i>Indånding</i>        | Ikke-bevidstløse personer lejres varmt og bekvemt halvsiddende. Eventuelt lægehjælp.  |
| <i>Hud</i>              | -   |
| <i>Øjne</i>             | -   |
| <i>Indtagelse</i>       | -   |
| <i>Forslag til læge</i> | Stoffet displacerer oxygen i indåndingsluften.<br>Forgiftningstilfælde forekommer sjældent. Efter indånding af høje koncentrationer er der fare for oxygenmangel.   |

| <b>Mærkning</b>          |   |
|--------------------------|---|
| <i>Brugermærkning</i>    | Fare. Yderst brandfarlig gas.                         |
| <i>Transportmærkning</i> | UN 1049, klasse 2, emballagegruppe -. Fareseddel 2.1. |



| <b>Data</b>           |                           |                                   |                  |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------|
| <i>Formel</i>         | H <sub>2</sub>            | <i>Flammepunkt</i>                | -                |
| <i>Molekylvægt</i>    | 2,01                      | <i>Antændelsestemperatur</i>      | 560 °C           |
| <i>Cas-nummer</i>     | 1333-74-0                 | <i>Antændelsesgrænser</i>         | 4,0 - 77,0 v/v % |
| <i>Farenummer</i>     | 23                        | <i>Brandfareklasse</i>            | -                |
| <i>UN-nummer</i>      | 1049 (komprimeret)        | <i>Opløselighed i vand</i>        | 0,09 g/l         |
| <i>Smeltepunkt</i>    | -259 °C                   | <i>Grænseværdi</i>                | -                |
| <i>Kogepunkt</i>      | -253 °C                   | <i>Lugtgrænse</i>                 | -                |
| <i>Massefylde</i>     | 0,07 (-253 °C )(vand = 1) | <i>LD<sub>50</sub></i>            | -                |
| <i>Dampmassefylde</i> | 0,07 (luft = 1)           | <i>LC<sub>50</sub></i>            | -                |
| <i>Damptryk</i>       | 1.295 kPa (-240 °C )      | <i>Ioniseringsenergi (eV)</i>     | 15,43            |
| <i>Flygtighed</i>     | gas                       | <i>PID korr. faktor (10,6 eV)</i> | -                |

## 10 BILAG B: BEREGNING AF FORTYNDINGSGRAD IHT. DS/EN 60079-10-1

Spild i stinkskab med dimensioner på hhv. L=1500; D=850 og udslip på 1 m<sup>2</sup>

Der tages udgangspunkt i følgende solventer: diethylether, carbondisulfid, ethanol

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Lufthastighed:         | $u_w := 0.3$                         |
| Pøl areal i stinkskab: | $A_{p1} := 1.0 \cdot 1.0 = 1$        |
| Pøl areal i stinkskab: | $A_{p1800} := 1.8 \cdot 0.85 = 1.53$ |
| Temperatur væske:      | $T_w := 293$                         |
| Temperatur omgivelser: | $T_a := 293$                         |
| Gaskonstant:           | $R := 8314$                          |
| Atmosfærisk tryk:      | $p_a := 101325$                      |

### Egenskaber for diethylether

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Damptryk:                | $p_{v,DEE} := 59$   |
| Molvægt:                 | $M_{DEE} := 74.1$   |
| Damp densitet:           | $\rho_{g,DEE} := \frac{p_a \cdot M_{DEE}}{R \cdot T} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 3.082 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ |
| Nedre eksplosionsgrænse: | $LEL_{DEE} := 1.9\%$  |

### Egenskaber for carbondisulfid

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Damptryk:                | $p_{v,cds} := 34.6$   |
| Molvægt:                 | $M_{cds} := 76.1$   |
| Damp densitet:           | $\rho_{g,cds} := \frac{p_a \cdot M_{cds}}{R \cdot T} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 3.165 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ |
| Nedre eksplosionsgrænse: | $LEL_{cds} := 1.3\%$  |

### Egenskaber for ethanol

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Damptryk:                | $p_{v,EtOH} := 8$   |
| Molvægt:                 | $M_{EtOH} := 46.1$  |
| Damp densitet:           | $\rho_{g,EtOH} := \frac{p_a \cdot M_{EtOH}}{R \cdot T} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.918 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ |
| Nedre eksplosionsgrænse: | $LEL_{EtOH} := 3.3\%$   |

Afdampning stinkskabslængde 1500 mm:

$$W_{c,DEE} := \frac{6.55 \cdot u_w^{0.78} \cdot A_p 1800 \cdot P_{v,DEE} \cdot M_{DEE}^{0.667}}{R \cdot T} \cdot \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad W_{c,DEE} = 0.0017 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$W_{c,cds} := \frac{6.55 \cdot u_w^{0.78} \cdot A_p 1800 \cdot P_{v,cds} \cdot M_{cds}^{0.667}}{R \cdot T} \cdot \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad W_{c,cds} = 0.001 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$W_{c,EtOH} := \frac{6.55 \cdot u_w^{0.78} \cdot A_p 1800 \cdot P_{v,EtOH} \cdot M_{EtOH}^{0.667}}{R \cdot T} \cdot \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad W_{c,EtOH} = 0.0002 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

LEL usikkerhed:  $k := 1$

Karakteristisk udslip diethylether:  $W_{k,DEE} := \frac{W_{c,DEE}}{\rho_{g,DEE} \cdot k \cdot LEL_{DEE}} \quad W_{k,DEE} = 0.029 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Karakteristisk udslip carbondisulfid:  $W_{k,cds} := \frac{W_{c,cds}}{\rho_{g,cds} \cdot k \cdot LEL_{cds}} \quad W_{k,cds} = 0.024 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Karakteristisk udslip ethanol:  $W_{k,EtOH} := \frac{W_{c,EtOH}}{\rho_{g,EtOH} \cdot k \cdot LEL_{EtOH}} \quad W_{k,EtOH} = 0.003 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Min. ventilation i stinkskab:  $Q_{SSmin} := 300 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$

Maksimal afdampning:  $W_{c1} := \frac{W_{c,DEE}}{\rho_{g,DEE}} = 1.9583 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$

Gennemsnitskonc.:  $f_{DEE} := \frac{W_{c1}}{Q_{SSmin}} = 0.653 \cdot \%$

Gennemsnitskoncentrationen er mindre end nedre eksplosionsgrænse

Afdampning spild på 1 m<sup>2</sup>

$$W_{e,DEE} := \frac{6.55 \cdot u_w^{0.78} \cdot A_{p1} \cdot P_{v,DEE} \cdot M_{DEE}^{0.667}}{R \cdot T} \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad W_{e,DEE} = 0.0011 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$W_{e,cds} := \frac{6.55 \cdot u_w^{0.78} \cdot A_{p1} \cdot P_{v,cds} \cdot M_{cds}^{0.667}}{R \cdot T} \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad W_{e,cds} = 0.0007 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$W_{e,EtOH} := \frac{6.55 \cdot u_w^{0.78} \cdot A_{p1} \cdot P_{v,EtOH} \cdot M_{EtOH}^{0.667}}{R \cdot T} \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad W_{e,EtOH} = 0.0001 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

LEL usikkerhed:  $k := 1$

Karakteristisk udslip diethylether:  $W_{k,DEE} := \frac{W_{e,DEE}}{\rho_{g,DEE} \cdot k \cdot LEL_{DEE}} \quad W_{k,DEE} = 0.019 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Karakteristisk udslip carbondisulfid:  $W_{k,cds} := \frac{W_{e,cds}}{\rho_{g,cds} \cdot k \cdot LEL_{cds}} \quad W_{k,cds} = 0.016 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Karakteristisk udslip ethanol:  $W_{k,EtOH} := \frac{W_{e,EtOH}}{\rho_{g,EtOH} \cdot k \cdot LEL_{EtOH}} \quad W_{k,EtOH} = 0.002 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Min. ventilation i stinkskab:  $Q_{SSmin} := 300 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$

Maksimal afdampning:  $W_{elw} := \frac{W_{e,DEE}}{\rho_{g,DEE}} = 1.2799 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$

Gennemsnitskonc.:  $f_{DEE} := \frac{W_{el}}{Q_{SSmin}} = 0.427 \cdot \%$

Gennemsnitskoncentrationen er mindre end nedre eksplosionsgrænse

## 11 BILAG D: SKEMA OVER UDSLIPSKILDER

| Udslipsskilder i stinkskab            |  |                 |                          |                     |                            |     |                       |                   |                   |                             |                         |                |                          |                   |         |  |
|---------------------------------------|--|-----------------|--------------------------|---------------------|----------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|---------|--|
| Nr.                                   | Udslipsskilde  |                 |                          | Brændbart materiale |                            |     |                       | Ventilation       |                   |                             |                         | Farligt område |                          |                   |         |  |
|                                       | Beskrivelse  | Sted            | Udslipsgrad <sup>a</sup> | Ref. <sup>b</sup>   | Driftstemperatur og - tryk |     | Tilstand <sup>c</sup> | Type <sup>d</sup> | Grad <sup>e</sup> | Tilgængelighed <sup>f</sup> | Ref. <sup>g</sup>       | Zone-type      | Zone- udstrækning        | Ref. <sup>h</sup> | Tegning | Bemærkninger   |
|                                       |  |                 |                          |                     | °C                         | bar |                       |                   |                   |                             |                         |                | m                        |                   |         |  |
| 1                                     | Opsamlingsbeholder                                   | Stinkskab       | C                        | 1,2                 | 20                         | 1   | L                     | A                 | H                 | G                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Uklas.         | Uklas. Omkring stinkskab | SEK 426           | -       | Beholdere placeres så væltning undgås.   |
| 2                                     | Forsøgsopstilling med åbne beholdere                 | Stinkskab       | C                        | 1,2                 | 20                         | 1   | L                     | A                 | H                 | G                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Uklas.         | Uklas. Omkring stinkskab | SEK 426           | -       | -  |
| 3                                     | Forsøgsopstilling med bunsenbrænder                  | Stinkskab       | C                        | 3                   | 20                         | 1   | G                     | A                 | H                 | G                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Uklas.         | Uklas. Omkring stinkskab | -                 | -       | Bunsenbrændere kontrolleres før brug. Defekte brændere udskiftes øjeblikkeligt. Mindst to uafh. flowmålere i ventilationssystemet sikrer, at ved ventilationssvigt afbrydes gastilførslen fra gastanken.<br>Bunsenbrænderen bruges kun manuelt. Brugeren vil hele tiden være til stede mens gassen benyttes, og vil kunne gribe ind og slukke for gassen.  |
| 4                                     | Forsøgsopstilling med max. 1,0 liter brandfarlig gas | Stinkskab       | C                        | 3                   | 20                         | 1   | G                     | A                 | H                 | G                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Uklas.         | Uklas. Omkring stinkskab | -                 | -       | Aftapningen af gas sker i stinkskabet manuelt, så ved ventilationssvigt vil tilførslen af gas stoppes af medarbejderen. Når gassen er aftappet, skal den umiddelbart derefter bruges i forbindelse med forsøget. Brugen foregår manuelt. Det vurderes, at den kortvarige brug af gassen sammenholdt med den begrænsede risiko for ventilationssvigt gør, at der i normal drift ikke er væsentlig risiko for dannelse af en farlig eksplosiv atmosfære. Svigter ventilationen afbrydes forsøget. Tilstedeværelsen af den forsøgsansvarlige sikrer, at der kan gribes ind, hvis der sker en utilsigtet hændelse. Der findes ingen varme overflader eller åben ild i stinkskabet. |
| 5                                     | Forsøgsopstillinger med lukkede kredsløb             | Stinkskab       | S                        | 1,2                 | 20                         | 1   | L/G                   | A                 | H                 | G                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Uklas.         | Uklas. Omkring stinkskab | SEK 426           | -       | -  |
| Oplag i velventilerede kemikalieskabe |  |                 |                          |                     |                            |     |                       |                   |                   |                             |                         |                |                          |                   |         |  |
| 6                                     | Væskebeholdere                                       | Ventileret Skab | S                        | 1                   | 20                         | 1   | L                     | A                 | M                 | A                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Zone 2.        | Indenfor skab            | SEK 426           | -       | Der er ingen back-up på ventilationen og der kan forventes større oplag i anbrudte beholdere.  |
| 7                                     | Sprøjteflasker                                       | Lokalt          | P                        |                     | 20                         | 1   | L                     | A                 | H                 | A                           | DS/EN 60079-10-1 til. B | Uklass         |                          |                   |         | Det er vurderet at udslippet er så lavt, at der ikke kan dannes en eksplosiv atmosfære i lokalet.  |

<sup>a</sup> Udslipsgrad: C – Kontinuerlig; P – Primær; S – Sekundær

<sup>b</sup> Nummer i kemikalieliste kapitel 5

<sup>c</sup> Materialetilstand: G – Gas; L – Væske; LG – Flydende gas; S – Fast stof

<sup>d</sup> Ventilationstype: N – Naturlig; A – Kunstig

<sup>e</sup> Ventilationsgrad: H – Høj; M – Middel; L – Lav

<sup>f</sup> Ventilationstilgængelighed: G - God; A - Acceptabel; D - Dårlig (Udendørs = G)

<sup>g</sup> Reference mht. beregning af ventilationsgrad

<sup>h</sup> Reference mht. udstrækning og type