

# Opbevaring af laboratoriekemikalier



Lene Hjerrild  
Hanne Troen  
Jørgen Stage Johansen



# Opbevaring af laboratoriekemikalier

Lene Hjerrild

Hanne Troen

Jørgen Stage Johansen

## Opbevaring af laboratoriekemikalier

### 2. udgave, 1. oplag

© Lene Hjerrild, Hanne Troen, Jørgen Stage Johansen 2014

Forlagsredaktør: Christina Mørkholm, cm@ef.dk

Omslag: Erhvervsskolernes Forlag

Omslagsfoto: Hanne Loop, www.hanneloop.dk

Modeller: Susanne Hermansen og Janne Colding, Københavns Universitet

Grafisk tilrettelæggelse og dtp: Erhvervsskolernes Forlag

Tryk: Narayana Press, www.narayanapress.dk

ISBN: 978-87-7881-730-3

Bogen er sat med Palatino Roman

Bogen er trykt på 115 g Silk

Mekanisk, fotografisk, elektronisk eller anden gengivelse af denne bog eller dele heraf er ikke tilladt ifølge gældende dansk lov om ophavsret. Alle rettigheder forbeholdes.

Fotos:

Jesper Munck: side 7 (nederst), 8 (nederst), 9 (nederst), 37 (nederst)

JRV Jørgen Rasmussens Ventilation: side 46

Robert S. Coleman: side 48

Øvrige billeder er leveret af forfattergruppen

Tilladelser:

Side 18 øverst: Gengivet med tilladelse fra DTU

Side 37 graf: Gengivet med tilladelse fra Beredskabsstyrelsen

Side 46: Gengivet med tilladelse fra JRV Jørgen Rasmussens Ventilation

Side 48: Gengivet med tilladelse fra Professor Robert S. Coleman, The Ohio State University, USA

Erhvervsskolernes Forlag

Munkehatten 28

5220 Odense SØ

info@ef.dk

www.ef.dk

Tlf. +45 63 15 17 00

Fax +45 63 15 17 28

Publikationen kan rekvireres ved henvendelse til:



Dansk Laborant-Forening

Weidekampsgade 8

Postboks 470

0900 København C

dlf@hk.dk

www.dl-f.dk

Tlf. +45 33 3044 74

Bestillingsnummer: 4418054518

# Forord

Arbejdet i laboratorier er kendetegnet ved, at der håndteres mange forskellige kemikalier. I forskningslaboratorier kan det være op til flere tusinde.

Forfatterne har – med baggrund i hverdagens konkrete sager – konstateret et behov for en vejledning om, hvordan kemikalier skal opbevares.

Vejledningen er primært rettet mod personalet på kemiske forskningslaboratorier, men indholdet vil også være brugbart for andre typer af laboratorier. Forhåbentlig kan vejledningen ligeledes være inspirationskilde for rådgivere og de mange myndigheder, som stiller krav til kemikalieopbevaring.

Vejledningen er udarbejdet af arbejdsmiljøkonsulent Jørgen Stage Johansen (Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet), risikokoordinator Hanne Troen (FEF Chemicals) og OHS Manager Lene B. Hjerrild (Novozymes).

Denne udgave er opdateret i forhold til ny lovgivning herunder nye mærkningsregler (CLP). Samtidig er afsnittet om trykflasker udvidet, der er tilføjet et nyt bilag 5 om kemikalieaffald, og der er foretaget en lang række mindre ændringer.

Forfatterne takker alle, der har kommenteret og givet gode ideer undervejs i skriveprocessen.

En særlig tak til Ulla Klíxbüll samt en række myndigheds personer, som har medvirket ved fortolkning af lovgivningen.

Endelig takker forfatterne Dansk Laborant-Forenings bestyrelse og faglig sekretær Jens Klingenberg Rasmussen for meget stor velvillighed og økonomisk støtte i forbindelse med publicering af vejledningen.



**Vejledningen er primært rettet mod personalet på kemiske forskningslaboratorier, men indholdet vil også være brugbart for andre typer af laboratorier**

*Skygger fra en fortidig kemikalieopbevaring*

# Indholdsfortegnelse

Indledning.....	5
<b>1. Fra virkelighedens verden .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Inden etablering af et kemikalielager.....</b>	<b>11</b>
Ansvar .....	11
Kemisk APV og ATEX APV .....	11
Indsamling af oplysninger.....	12
Inddragelse af arbejdsmiljøorganisationen.....	12
<b>3. Generelle krav og drift.....</b>	<b>13</b>
Opbevaring i laboratoriet .....	13
Indendørs lager .....	13
Udendørs lager.....	13
Vægge, gulve og afløb .....	14
Ventilation .....	14
Kemikalieskabe .....	15
Køleskabe og fryserne.....	16
Adgang .....	16
Skiltning .....	16
Indkøb.....	16
Modtagelse.....	17
Registrering og lagerstyring.....	18
Mærkning.....	18
Emballering.....	19
Kemikalieuheld .....	19
Intern transport .....	19
Oprydning og rengøring.....	20
Kontrol af holdbarhed .....	20
Vedligeholdelse .....	21
<b>4. Specifikke krav og myndigheder .....</b>	<b>23</b>
Brandfarlige faste stoffer.....	23
Brandfarlige væsker.....	23
Eksplosive stoffer .....	26
Giftige stoffer .....	27
Ætsende stoffer.....	29
Radioaktive isotoper .....	29
Euforiserende stoffer .....	30
Trykflasker .....	32
Kemikalieaffald .....	33
<b>Bilag 1</b> Tjekliste ved etablering og drift af kemikalielager.....	<b>35</b>
<b>Bilag 2</b> Risici ved opbevaring .....	<b>36</b>
<b>Bilag 3</b> Krav til emballering af farlige kemikalier .....	<b>39</b>
<b>Bilag 4</b> ATEX og zoneklassificering .....	<b>44</b>
<b>Bilag 5</b> Kemikalieaffald – opsamling, sortering og mærkning.....	<b>50</b>
<b>Referencer og litteratur .....</b>	<b>53</b>

# Indledning

Antallet af kemikalier på forskningslaboratorier er stort, men mængderne af de enkelte kemikalier er ofte små.

De største emballager vil normalt være 1-5 liter af hyppigt anvendte syrer, baser og opløsningsmidler.

Opbevaring af kemikalier sker i laboratoriet, i kemikalielagre tæt på laboratorierne og på fjernlagre.

Kemikalielagre kan være placeret udendørs eller indendørs, og kemikalierne kan være opbevaret ved stuetemperatur, i køleskab eller i fryser.

I lokaler, der anvendes til oplagring af kemikalier, kan der forekomme andre arbejdsprocesser end selve oplagringen, såsom omhældning og afvejning af kemikalier.

Afsnittet *Inden etablering af et kemikalielager* giver inspiration til, hvordan beslutningsgrundlaget for etablering af et kemikalielager tilvejebringes, og hvem der skal inddrages i processen.

Afsnittet *Generelle krav og drift* omhandler krav til den fysiske indretning af lageret samt arbejdsprocesserne omkring opbevaring.

Afsnittet *Specifikke krav og myndigheder* beskriver krav til opbevaring af særlige typer af kemikalier fx brandfarlige væsker og giftige kemikalier.

En række emner er sammenfattet eller uddybet i 5 bilag: *Tjekliste ved etablering og drift af kemikalielager*, *Risici ved opbevaring*, *Krav til emballering af farlige kemikalier*, *ATEX og zoneklassificering* samt *Kemikalieaffald*.

Vejledningen afsluttes med *Referencer og litteratur* opdelt efter ministerier.



*Antallet af kemikalier på forskningslaboratorier er stort, men mængderne af de enkelte kemikalier er ofte små*



# Fra virkelighedens verden

I de seneste år har der været fokus på opbevaring af kemikalier på grund af uheld, tilløb til uheld eller fordi myndighederne har påtalt forhold. Nedenfor er givet eksempler på episoder fra forskningsinstitutioner.

## Mørnet plastbeholder med salpetersyre

En laboratorietekniker tog en 1 liters plastflaske indeholdende 65 % salpetersyre fra en hylde i et kemikalieum. Pludselig gik flasken fra hinanden, og laboratorieteknikeren fik salpetersyre på brystet og den ene arm. Plastflasken var en original emballage, der havde stået på lageret 10-15 år.

## Overtryk i glasflaske med koncentreret myresyre

En glasflaske med koncentreret myresyre eksploderede spontant, da en ph.d.-studerende ville tage flasken. Vedkommende fik ætsninger på den ene arm og halsen. Koncentreret myresyre kan – afhængig af opbevaringsbetingelserne – spaltes til carbonmonoxid og vand, og der var dannet kraftigt overtryk i flasken. Politiet fandt, at leverandøren havde overtrådt klassificeringsbekendtgørelsen, fordi flasken ikke var forsynet med sikkerhedsventil.

## Mørnet plastbeholder med pentachlorphenol

En medarbejder tog en beholder med pentachlorphenol for at læse, hvad der var i beholderen. Emballagen bristede ved berøringen og sendte en sky af hvidt pulver ud i hovedet på personen. Kemikaliet, som er meget giftigt, stod i et ulåst kemikalieskab. Beholderen var den originale gule plastbeholder, der på grund af ælde var blevet porøs.

## Formamid leveret i knust emballage

En forsendelse med 1 liter formamid blev leveret til en sekretær på et kontor i en forskningsafdeling. Emballagen havde været tabt og var gået i stykker. Formamid kom på tøjet og blev spredt ud på bordet, på gulvet og i en stor del af et fælles gangareal uden for laboratorieområdet og måtte efterfølgende opsamles af laboratoriepersonalet. Et større antal sko blev indsmurt i formamid, og flere, herunder vagtpersonalet, var bekymret for deres sikkerhed og risikoen for følgeskader.

## Vandfri picrinsyre er et eksplosiv

Flere forskningsinstitutioner har i forbindelse med sanering af kemikalie-lagre fundet gamle emballager med picrinsyre, som man frygtede var blevet tørt efter mange års oplagring. Picrinsyre er klassificeret som eksplosiv, når vandindholdet er mindre end 10 %. Forsvarets Ammunitionsrydnings-tjeneste har flere gange været involveret i bortskaffelse og sprængning af emballager med picrinsyre.

# 1



65 % salpetersyre i plast-emballage



Koncentreret myresyre i glas-emballage uden sikkerheds-ventil





Paracetamol forkert mærket som gift – men giftmærknin-gen betyder, at kemikalieskabet skal være aflåst og skiltet

## Manglende skiltning af giftmærket stof

I et skab med kemikalier var opbevaret en emballage med lægemiddelstof-fet paracetamol, som leverandøren forkert havde mærket giftig. Politiet kom af anden grund på besøg og bemærkede den giftmærkede emballage. Universitetet fik en bøde, fordi kemikalieskabet burde være mærket med giftskilt og aflåst, når det indeholdt et giftmærket stof.

## Overbelastet transportvogn med ubeskyttede glasflasker

På et laboratorium benyttede personalet en vogn til transport af kemikalier. Før transport af en stor mængde opløsningsmidler fjernede en laborant den beskyttende emballage omkring glasflaskerne, således at vognen kunne rumme det dobbelte antal flasker. Under transporten brød vognen sammen, og flaskerne blev knust mod gulvet. Laboranten faldt i blandingen af opløsningsmidler og knust glas, men kom ikke alvorligt til skade. Fire medarbejdere blev sendt på sygehus med mistanke om forgiftning efter indånding af opløsningsmiddeldampe.

## Lækage fra dunk med koncentreret salpetersyre

En laborant opdagede, at 68 % salpetersyre lækkede fra en kun 2 år gammel 5 liters plastdunk. Emballagen stod i et drivhus, hvor opbevaringsbe-tingelserne ikke var helt optimale, men hverken kemikaliebrugsanvisnin-gen eller etiketten foreskrev tydelige opbevaringskrav. For koncentreret salpetersyre stiller ADR-reglerne krav om, at plastdunke skal være UN-godkendt af mindst Y-kvalitet, og at dunken til transport højst må anvendes i 2 år fra fremstillingsdato (3, se også bilag 3). Leverandøren havde anvendt en ikke godkendt dunk og angivet en holdbarhed på 5 år og sendt det i en UN-godkendt papkasse.

## Lunefuldt reagens med eksplosivt manganheptoxid

En sparsomt mærket flaske med formodet indhold af koncentreret svovlsyre og kaliumpermanganat blev fundet i et køleskab, hvor det havde været efterladt i måske 10 år. Flere eksperter angav, at en sådan blanding kunne indeholde eksplosivt manganheptoxid, og Forsvarets Ammuniti-onsrydningstjeneste blev tilkaldt for at fjerne flasken. Universitetet fik en bøde for at have opbevaret et eksplosiv uden politiets tilladelse.

## Utæt emballage med hydrogenperoxid

En laborant opdagede en utæt emballage med 30 % hydrogenperoxid (UN 2014). Med den oplyste holdbarhed burde beholder og indhold være kasseret ét år før, utætheden blev opdaget. Restindholdet på 200 ml valgte laboranten at hælde i affaldsbeholder, som blev anvendt til opsamling af fortyndede mængder af affald med indhold af hydrogenperoxid. Kort tid efter, at skruelåget blev påsat, eksploderede plastdunken – heldigvis uden personska-de.



Ammunitionsrydningstjene-stens "humane rullemarie" gør klar til at flytte flaske, der indeholder eksplosivt mangan-heptoxid

Hydrogenperoxid spaltes let til vand og ilt, og det dannede ilt gav kraftigt overtryk. Transportreglerne for UN2014 har som følge af den egenskab en særlig emballeringsbestemmelse (PP10) om, at "emballage skal forsynes med udluftningsanordning".

### Udtræksskuffe i kemikaleskab årsag til uheld

Gennemgang af kemikalier og oprydning på kemikalielager endte med besøg på skadestue og en større regning for oprydning. Baggrunden for uheldet var en udtræksskuffe, der kunne trækkes så langt ud, at den fik "overbalance" og tippede ud af skabet. Alle emballager på hylden faldt på gulvet, hvor mange blev knust, og kemikalierne flød ud på gulvet. Da der var tale om temmelig farlige og reaktive kemikalier som methanolsulfonfylchlorid, var det nødvendigt med omgående evakuering af området og særlig indsatspersonale for oprydning. Efterfølgende er monteret stopklodser på lignende udtræksskuffer for at forhindre en gentagelse.

### Peroxiddannere – travlhed hos myndighederne

En del laboratorier har stået i den situation, at de måtte rekvirere Forsvarets Ammunitionsrydningstjeneste til at hjælpe med bortskaffelse af peroxiddannere, fx ethere, som de frygtede havde dannet eksplosive peroxider efter lang tids opbevaring. Typisk har årsagen været en dårlig lagerstyring. Standardindsatsen med opbud af mange udrykningskøretøjer er ressourcekrævede, men skal ses som en sikkerhedsforanstaltning.

### Beredskabsstyrelsens opfølgning

Beredskabsstyrelsen har efter flere af de omtalte sager udarbejdet elektroniske vejledninger om peroxiddannere, koncentreret myresyre og eksplosionsfarligt kemikalieaffald (24, 25, 26).



*Knuste reaktive kemikalier. Uheldet skete, da udtræksskuffe med kemikalier tippede*



*Mange laboratorier har været nødt til at rekvirere Forsvarets Ammunitionsrydningstjeneste til bortskaffelse af eksplosivt affald*



# Inden etablering af et kemikalielager

Processen indledes med indsamling af oplysninger om de forhold, som skal danne grundlag for beslutning om placering og indretning af kemikalielageret.

Når kemikalielageret er etableret, skal myndighedskravene være overholdt, og hensyn til disse krav er en vigtig del af planlægningen. Både opbevaring og brug af visse kemikalier kan kræve godkendelse fra myndighederne.

De specifikke myndighedskrav er reguleret af Miljøstyrelsen, Arbejdstilsynet, Beredskabsstyrelsen, Justitsministeriet, Statens Institut for Strålebeskyttelse og Sundhedsstyrelsen (se afsnittet *Specifikke krav og myndigheder*).

Enkelte normer indeholder også retningslinjer for opbevaring af kemikalier.

I etableringsfasen er det vigtigt samtidig at gennemtænke den fremtidige drift af lageret.

## Ansvar

Ledelsen har ansvaret for at etablere og drive kemikalielagre på en sikkerhedsmæssig forsvarlig måde.

I praksis varetages opgaven ikke alene af ledelsen, ofte sker planlægningen og etableringen med bistand fra rådgivere, og en række opgaver udføres af medarbejderne.

Det kan være en god ide allerede ved projektets start at gøre sig klart, hvem der skal stå for den daglige drift af kemikalielageret, når det er etableret.

Det vil ofte være hensigtsmæssigt, at en praktisk og systematisk medarbejder bliver driftsansvarlig. Vedkommende bør inddrages tidligt i processen og have den nødvendige viden og opbakning fra ledelsen til at udføre opgaven.

## Udpegning af ansvarlige for opbevaring

Der findes næppe nogle laboratorier, som vil være undtaget fra kravet om udpegning af giftansvarlige. Opbevares der over 125 ml methanol – som seks personer har adgang til – skal der udpeges en giftansvarlig.

I stedet for at udpege personer, som kun er ansvarlige for "giftmærkede stoffer", kan det være hensigtsmæssigt at udpege personer, som er ansvarlige for alle kemikalier. Vær dog opmærksom på, at der er særlige krav til ansvarlige for radioaktive isotoper og euforiserende stoffer.

## Kemisk APV og ATEX APV

Hvis der findes farlige stoffer og materialer på arbejdspladsen, skal der foretages en særlig risikovurdering, som populært kaldes Kemisk APV (6).

Risikovurderingen skal bl.a. omfatte farlige egenskaber ved alle kemikalier – mængden, eksponeringsgraden og eventuelle farer ved blanding

# 2

**Kendskab til myndighedskrav er vigtigt ved planlægning af kemikalielageropbevaring**

**Det vil ofte være hensigtsmæssigt, at en praktisk og systematisk medarbejder bliver driftsansvarlig**

**Alle kemiske laboratorier er omfattet af krav om kemisk APV og ATEX APV**

## Andre funktioner i kemikalierummet?

- Afvejning
- Omhældning
- Opsamling af kemikalieaffald

## Placering af lager?

- Selvstændig bygning
- Selvstændigt rum
- Udendørs
- Indendørs
- Kælder
- Laboratoriet

## Særlige opbevaringskrav eller emballager?

- Køleskab
- Fryser
- Mørke
- Trykflasker
- Aflåselighed

## Kemikaliernes egenskaber?

- Brandfarlige
- Eksplosive
- Ætsende
- Giftige
- Radioaktive
- Miljøfarlige
- Euforiserende

med andre stoffer.

Hvis der er risiko for dannelse af eksplosionsfarlig atmosfære – fx ved oplagring af brandfarlige væsker – skal risikoen kortlægges, herunder om eksplosiv atmosfære kan forekomme, om antændelseskilder er til stede og de forventede konsekvensers omfang (11, 12, 13). Denne risikovurdering kaldes populært en ATEX APV og skal resultere i en zoneklassificering (22). ATEX og zoneklassificering er uddybet i *bilag 4*.

En risikovurdering skal løbende revideres, hvis der sker væsentlige ændringer eller senest hvert 3. år.

## Indsamling af oplysninger

Ved indretning af kemikalielageret skal der tages hensyn til de enkelte kemikaliers egenskaber og opbevarede mængder.

Sikkerhedsdatablade og etiketter kan give mange af de nødvendige oplysninger, og en række sikkerhedssætninger (P-sætninger) oplyser også om krav til opbevaring.

Det skal overvejes, om kemikalielageret skal anvendes til andre formål som fx omhældning, afvejning eller opsamling af kemikalieaffald.

I rum indrettet til opbevaring af brandfarlige væsker må der ikke ske omhældning.

Placeringen af kemikalielageret er vigtig for brugerne, når de i det daglige skal have mulighed for at opbevare kemikalier på lageret i stedet for i laboratoriet. Lagerets placering har også stor betydning i forbindelse med modtagelsen af kemikalier fra eksterne leverandører.

## Inddragelse af arbejdsmiljøorganisationen

Arbejdsmiljøorganisation og medarbejdere skal inddrages i processen (5).

Det er vigtigt at udnytte erfaringer og tilgodese brugerønsker. Bed arbejdsmiljøgruppen om at gennemgå det gamle kemikalielager og aflæg et inspirationsbesøg på andre tilsvarende arbejdspladser.

Nogle vigtige punkter i forløbet kunne være:

- Kortlæg eksisterende problemer
- Besigtigelse af andre lagre
- Planlæg den nye oplagring
- Diskuter løsningsforslag med rådgiver
- Få udarbejdet en tegning eller 3D-model af det nye kemikalielager
- Indkald alle involverede parter og diskuter løsningsforslag
- Træf beslutning på grundlag af den indsamlede viden.

# Generelle krav og drift

Ved opbevaring af kemikalier er der en række forhold ved indretningen, som skal opfyldes, uanset hvilke kemikalier der skal opbevares.

Kemikalier skal opbevares i særlige lokaler og må aldrig opbevares i kontorer eller lignende.

Når kemikalielageret er etableret, skal der tages vare på den daglige drift.

## Opbevaring i laboratoriet

Opbevaring af kemikalier i laboratoriet skal begrænses mest muligt og bør kun omfatte de kemikalier, der benyttes dagligt.

Kemikalierne skal opbevares i ventilerede skabe.

Laboratoriets stinks skabe er ikke beregnet til opbevaring af kemikalier. De optager dyr stinks kabsplads og forringer stinks kabets funktion, idet de forstyrrer luftstrømmene.

## Indendørs lager

Store mængder kemikalier – eller kemikalier der ikke benyttes i det daglige – skal opbevares på et kemikalielager. Lageret bør af hensyn til transport have let og niveaufri adgang.

Sikkerhedsmæssige hensyn kan betyde, at nogle kemikalier skal opbevares adskilt fra andre kemikalier, fx kan det være nødvendigt at opbevare større mængder af brandfarlige væsker, syrer eller baser i hver sit rum eller i en selvstændig bygning.

En laboratoriebygning har ofte flere nærlagre, som er praktisk placeret for brugerne.

## Udendørs lager

Udendørs lagre har den fordel, at de er ventilerede fra naturens side. Lageret skal være skiltet og aflåst. Endvidere skal der være indrettet spildopsamling.

Emballager må kun fyldes ca. 90 %, og de skal kunne tåle temperatursvingningerne i et udendørs lager, hvor temperaturen kan variere fra -20 til 45 °C.

Udendørs lagre er velegnede til kemikalieaffald, gasser og større oplag af opløsningsmidler.



*Niveaufri adgang til kemikalielager*



*Udendørs kemikalielager*



*Spildbakker begrænser spredning af spild*

## Vægge, gulve og afløb

Vægge og gulve bør være let afvaskelige og kunne tåle spild af kemikalier.

Kemikalielageret skal være indrettet, så der ikke løber kemikalier ud fra lageret i tilfælde af brud på emballager. Spildopsamling kan ske ved afløb til opsamlingstank, der som minimum kan rumme indholdet af den største emballageenhed på lageret. Alternativt kan der anvendes en spildbakke, eller selve lageret kan have en opkant.

Det skal overvejes, hvortil slukningsvandet kan afledes eller opsamles i tilfælde af en større brand i kemikalielageret.

## Ventilation

Kemikalier skal normalt opbevares under ventilerede forhold.

Nogle kemikalier, fx mange uorganiske salte, vil ikke afgive luftformige forureninger, og faste stoffer i ubrudte emballager vil ikke afgive støv. I sådanne tilfælde er der ikke krav om opbevaring under sug. Af praktiske årsager anbefales, at alle kemikalier opbevares under sug, da man på den måde undgår at foretage en konkret vurdering for hvert enkelt kemikalie, og samtidig er kemikalierne samlet.

Procesventilation kan være kombineret med rumventilation, men den bedste udnyttelse af ventilationskapaciteten sker ved, at der kun er procesventilation og ingen rumventilation (se dog *Brandfarlige væsker*). Procesventilationen består normalt af ventilerede kemikalieskabe med konstant sug.

Ventilationen skal overvåges af kontrolanordninger med lys og/eller lyd (9, 10).

Rummet skal tilføres erstatningsluft, og ventilationen skal reguleres, så der dannes et svagt undertryk i forhold til omgivelserne, og eventuelle udslip af forureninger ikke spredes til omgivelserne.

Hvis der foregår afvejning eller omhældning i lageret, skal der være sugeboks eller stinkskab.



*Kemikalier skal normalt opbevares under ventilerede forhold*

### Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning (9)

§ 35. Hvis det ikke kan hindres, at der ved en arbejdsproces sker udvikling af luftarter, støv eller lignende, der er sundhedsskadelige eller eksplosive, eller udvikling af røg, mikroorganismer, aerosoler, ildelugt eller anden generende luftforurening, skal der etableres en mekanisk udsugning, der så vidt muligt fjerner forureningen på det sted, hvor den udvikles. Samtidig skal der tilføres frisk erstatningsluft af passende temperatur.

Stk. 2. Hvis forureningen ikke kan fjernes effektivt på udviklingsstedet, skal arbejdsprocessen henlægges til et særligt rum, kabine eller lignende, hvor der ikke udføres andet arbejde, og som er udstyret med tilstrækkelig mekanisk ventilation.

### Bekendtgørelse om arbejdets udførelse (5)

§ 16 Unødig påvirkning fra stoffer og materialer skal undgås. Påvirkningen fra stoffer og materialer under arbejdet skal derfor nedbringes så meget, som det er rimeligt under hensyntagen til den tekniske udvikling, og fastsatte grænseværdier skal overholdes.

## Kemikalieskabe

Skabe skal være ventilerede, og hylder bør være monteret med en lille skiftevis afstand fra bag- og forkant, hvilket giver den mest effektive udsugning.

Hylder skal kunne bære vægten af kemikalierne, og de skal kunne tåle spild. Hylderne bør være beskyttet med en glasplade.

Farlige stoffer skal opbevares under øjenhøjde, normalt ca. 160 cm (14).



*Reoler forsynet med skydelåger og ventilation*



Hængsler og hyldeholdere skal være af "bestandigt" materiale såsom syrefast stål eller belagt med beskyttende belægning for at undgå rustdannelse. Problemer med rust er størst ved opbevaring af stærke syrer, især saltsyre.

Lille skabsdybde (30 cm) er ofte bedre end stor dybde (60 cm). Udtræksskabe er kun egnet til lette små beholdere.

Hvis kemikalier står på almindelige reoler, kan opbevaringen forbedres ved, at reolerne indrettes med skydelåger og sug.

Beholderne skal placeres, således at risikoen for at tabe dem på gulvet eller ned over sig ved håndtering er minimeret, fx bør store emballager opbevares tæt på gulvet.

## Køleskabe og fryser

Køleskabe med kemikalier bør være indrettet med særligt sug. Uden sug vil ophobede dampe frigives til omgivelserne ved åbning af lågen. Omvendt er det ikke muligt blot at tilslutte konstant sug, fordi kompressoren så bryder sammen. Suget kan indrettes, så brugeren inden åbning skal aktivere en låse- og sugaanordning, som ventilerer køleskabet 15-30 sekunder, inden lågen åbnes.

Ventilationsspjældet skal slutte tæt, når skabet er lukket, ellers kan der opstå problemer med kondensvand og stort energiforbrug.

Indretning af sug på fryser er vanskeligere, og normalt er behovet for sug også mindre udtalt.

Vær opmærksom på, om der er behov for eksplosionssikring af køleskabe og fryser (se *Brandfarlige væsker* og *Bilag 4*).



Køleskab indrettet med sug, der aktiveres inden åbning af lågen

## Adgang

Vær opmærksom på, at mange stoffer kan misbruges fx til fremstilling af eksplosiver og euforiserende stoffer.

Det skal være klart, hvem der har adgang til kemikalielageret, fx kan det fremgå af en laboratorieinstruks.

Generelt må der ikke være adgang for uvedkommende, og det anbefales, at kemikalier opbevares i aflåselige skabe eller kemikalielagre.

## Skiltning

Et skilt med teksten "Kemikalier" kan med fordel benyttes ved oplag af mange kemikalier i små emballager og med forskellig farlighed.

Indeholder lageret større mængder af kemikalier med akutte farer – gifte, brandfarlige og ætsende stoffer – skiltes for denne fare.

## Indkøb

Inden indkøb skal man altid overveje, om der kan anvendes mindre farlige kemikalier. Hvis substitution ikke kan foretages, skal dette kunne dokumenteres på Arbejdstilsynets forlangende (6).



Hvis kemikalielageret er underlagt godkendelse fra myndigheder, skal betingelserne løbende overholdes og indarbejdes ved indkøb. Det kan fx være mængden af brandfarlige opløsningsmidler.

For nogle stoffer kan alder, opbevaringstemperatur, lyspåvirkning og luftadgang være afgørende for stabiliteten. Det er vigtigt, at disse stoffer ikke indkøbes og lagres i større mængder.

Der kan være forbud mod brug af kemikalier eller krav om ansøgning inden brug fx for visse giftige eller kræftfremkaldende stoffer.

Endelig skal det ved indkøb sikres, at der medfølger et sikkerhedsdata-blad på dansk (6).

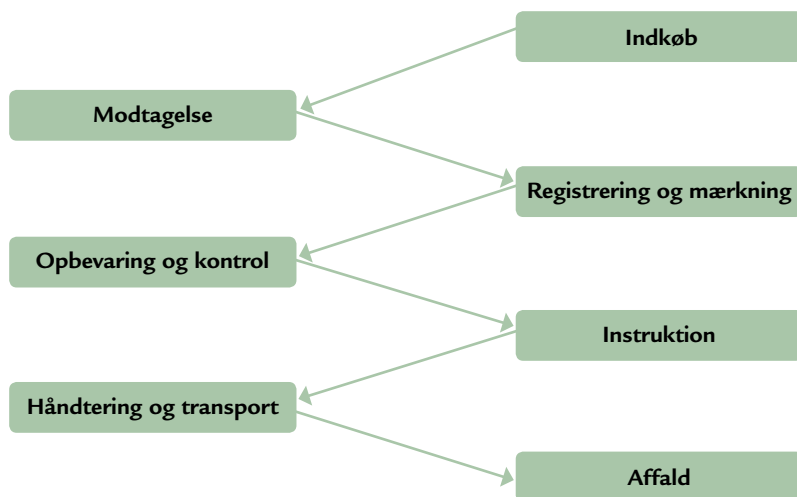
## Modtagelse

Når indkøbte kemikalier kommer til virksomheden, skal der være vejledning til chauffører om, hvor kemikalierne skal afleveres. Det er vigtigt, at kemikalierne modtages af en kyndig person. Hvis varerne afleveres i en reception, skal personalet instrueres, og der skal foretages en modtagekontrol:

- Er varen den bestilte?
- Er emballagen intakt og korrekt mærket?
- Har leverandøren medsendt brugsanvisning?

Samtidig skal det overvejes, om der skal tages særlige hensyn ved opbevaringen:

- Skal emballagen oplagres ved stuetemperatur, i køleskab, i fryser eller udendørs?
- Er kemikaliet særligt reaktivt, eller kan der opstå farlige situationer ved anbringelse sammen med de øvrige kemikalier?
- Kemikaliets holdbarhed?
- Hvor skal kemikaliet anbringes?



*Ved modtagelse af kemikalier skal personalet instrueres, og modtagestedet skal være fornuftigt indrettet. Undgå tilfældige leverancer som vist på billedet*

## Registrering og lagerstyring

Virksomheden skal have en fortegnelse over de anvendte farlige kemikalier (6). Det anbefales at registrere samtlige kemikalier i en database, så man undgår individuelle vurderinger af registreringspligten. Det giver samtidig mulighed for en almindelig god lagerstyring.

Virksomhederne skal have en fortegnelse over kemikalier. Det sker mest hensigtsmæssigt i et elektronisk kemikaliestyrrings-system, her [www.kemibrug.dk](http://www.kemibrug.dk)



Forskellige programmer er designet til at registrere oplysninger om kemikaliernes placering, mængder, elektronisk link til kemikaliebrugsanvisninger m.m. Med anvisninger fra den driftsansvarlige kan brugerne styre det via netværk, og ofte vil det være hensigtsmæssigt med en PC placeret i eller ved kemikalielageret.

## Mærkning

CLP-forordningen fastsætter kravene til mærkning (1, 2), og indkøbte kemikalier må forventes at være mærket korrekt af leverandøren.

Selv fremstillede stoffer eller blandinger, der ikke bruges samme dag, skal opfylde samme krav til emballering og mærkning, som de indkøbte kemikalier.

Emballagen bør derudover angive, hvem der har fremstillet det og hvornår? Og eventuelt andre væsentlige oplysninger. Hvis etiketten bliver beskadiget, skal den fornyes.

Ikke farlige kemikalier bør også være mærket. Det kan anbefales at påføre sætningen: "Stoffet er ikke mærkningspligtigt."

På forskningslaboratorier og på laboratorier der undersøger prøver hvis indhold ikke er kendt, kan det være nødvendigt med en generel mærkning som fx. "forsigtig - stoffet er ikke undersøgt - betragt derfor stoffet som om det har alle sundhedsfarlige egenskaber". Mærk med faresymbol for alle farekategorier (giftig, ætsende, brandfarlig, miljøfarlig).



Prøver til studerendes identifikationskurser kan ikke opfylde alle mærkningskrav

Universiteterne gennemfører øvelser for studerende, og i den forbindelse afvejes kemikalier til mange små emballager. Nogle af disse indgår måske i identifikationskurser og må i sagens natur ikke kunne identificeres umiddelbart. I sådanne tilfælde instrueres de studerende i at overholde strenge krav til håndtering.

## Emballering

Det er meget vigtigt, at emballagen er egnet til både transport, brug, opbevaring eller opsamling af affald. Dette gælder især ved opbevaring over lang tid og især for de meget aggressive kemikalier.

Kravene til emballage er reguleret af flere myndigheder. Miljøstyrelsens regler indeholder krav til emballager ved opbevaring (1, 2). For mange kemikalier stilles krav om godkendt emballage jf. reglerne for transport af farligt gods (3). Emballagekrav er uddybet i *bilag 3*.

Flere af de uheld, som er forekommet på forskningslaboratorier skyldes, at leverandørerne ikke har overholdt emballagekravene.

Ved sammenblanding, omhældning af stoffer eller opsamling af affald skal brugeren selv være opmærksom på, om emballagen er egnet til forsvarlig opbevaring.

## Kemikalieuheld

Lageret skal være indrettet med nødhjælpsudstyr, så det er muligt at håndtere følgerne af kemikaliespild og uheld:

- Opsugningsmidler til kemikaliespild (fx vermiculite)
- Åndedrætsværn (fx med kombinationsfilter ABEK-P)
- Handsker (fx 4H- eller Barrier handsker)
- Nødbruser
- Øjenskyller
- Håndildslukker
- Instrukser i tilfælde af kemikaliespild og ulykke

## Intern transport

Der skal tages hensyn til en sikker intern transport af kemikalier – ved modtagelse fra leverandørerne og ved transport til og fra kemikalielageret. Tænk på, at transporten godt kan ske gennem områder, der ikke er indrettet til at håndtere kemikaliespild.

Den interne transport skal foregå i lukkede beholdere.

Der bør være plads til transportudstyr i eller tæt på kemikalielageret. Transportudstyr kan være en plastspand til enkelte beholdere, et rullebord med kanter eller egentlige transportkasser og vogne.

For transport i elevator skal der være instruks og skilte, som sikrer, at personer ikke ledsager transporten og udsættes for påvirkning fra kemikalier, affald m.m.



*Forsvarlig spildopsamling*



*Rullebord med kanter og gummihjul er velegnet til transport af mange emballager*



*Transportbeholder til enkelt-emballager*



Rengøringspersonalet bør ikke håndtere kemikalier



Diisopropylether kan danne det primære sprængstof triacetontri-peroxid (TATP). Den viste 40 år gamle flaske blev fjernet af et ammunitions-rydningsfirma

## Oprydning og rengøring

Et kemikalielager skal holdes ryddeligt og passende rengjort for at kunne fungere.

Den driftsansvarlige skal sørge for procedurer, der opretholder orden og ryddelighed fx ved opslag i kemikalielageret. Hvis rengøring foretages af andre end laboratoriets personale, skal der gives en særlig instruktion. Rengøringspersonale bør ikke håndtere kemikalier.

Sædvanligvis gøres der ikke dagligt rent i et kemikalielager. Det er derfor en god ide at foretage en årlig hovedrengøring, efter at laboratoriepersonalet har gennemgået og ryddet op i kemikaliesamlingen.

## Kontrol af holdbarhed

Almindeligvis garanterer kemikalieleverandøren en holdbarhed på 5 år for kemikalier. Vær særlig opmærksom, hvis der bestilles ikke-stabiliserede kemikaliekvaliteter, som kan have holdbarhed på ned til få måneder. Radioaktive isotoper kan have korte halveringstider.

Visse kemikalier kan ved længere tids henstand danne farlige peroxider, polymerisere eller skabe overtryk.

Enkelte peroxiddannere kan danne eksplosive peroxidniveauer uden opkoncentrering. Det gælder fx for diisopropylether, som kun bør anvendes og opbevares i særlige tilfælde (24).

Mange af de mere almindeligt anvendte etherer er i ADR-reglerne klassificeret som klasse 3, brandfarlige væsker. Stoffer i klasse 3, der let danner peroxider, må transporteres på landevej, når peroxidindholdet ikke overstiger 3000 mg/l (3). Så højt et peroxidindhold vil meget sjældent forekomme på et laboratorium, og brugerne bør ved mistanke om – eller konstateret – højt peroxidindhold, have retningslinjer om destruktion og bortskaffelse. Beredskabsstyrelsen anviser flere metoder til peroxidtest (24).

Holdbarheden bør fremgå af emballagen, og det anbefales generelt at påføre indkøbsdato og udløbsdato. Dette gælder særligt for ustabile stoffer. Overvej, om det for regelmæssig kontrol af ustabile stoffer er hensigtsmæssigt at opbevare disse samlet.

Da laboratoriekemikalier ofte opbevares mange år, skal brugerne være opmærksomme på, at emballagens holdbarhed ikke altid svarer til kemikaliets holdbarhed. Specielt plastemballage kan have begrænset holdbarhed, jf. det nævnte eksempel med koncentreret salpetersyre i kapitlet *Fra virkelighedens verden*.

Mindst én gang årligt bør lagerbeholdninger af kemikalier, reagenser m.m. gennemgås. En gennemgang skal omfatte både vurdering af kemikaliet og emballagen.

Ved gennemgangen vurderes, om placeringen af de enkelte kemikalier er korrekt, og betænkelige beholdere bortskaffes.

## Vedligeholdelse

På et kemikalielager er der en række tekniske hjælpemidler og nødhjælpsudstyr, som skal kontrolleres og vedligeholdes jævnligt:

- Ventilation og overvågningssystemer
- Nødbruser
- Øjenskylleflaske
- Skiltning
- Aflåsning
- Brandslukningsudstyr
- Varslingsanlæg
- Automatisk branddørlukningsanlæg (ABDL) eller dørpumper.

### Norm for forholdsregler mod brande og eksplosioner i laboratorier indeholder en række generelle krav og vejledninger vedrørende opbevaring af kemikalier (29)

- Kemikalier, der kan indgå i farlige indbyrdes reaktioner, skal opbevares i en indbyrdes afstand, der sikrer mod sammenblanding i tilfælde af uheld.
- Kemikalier skal opbevares i egnet emballage, som er udformet under hensyn til den påtænkte anvendelse, fx bør reagensflasker kunne håndteres med én hånd.
- Emballagen skal være mærket med tydelig angivelse af indholdets art.
- Emballage og mærkning skal være bestandig såvel over for indholdet som over for omgivelserne.
- Mærkning og emballering af farlige kemikalier skal foretages i henhold til Miljøstyrelsens bekendtgørelse om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af farlige kemiske stoffer og produkter.
- Mængden af kemikalier i laboratoriet skal begrænses mest muligt.
- Opbevaring af kemikalier, der normalt ikke benyttes dagligt skal ske i særligt aflukke. Aflukket skal hyppigt efterses og unødvendige mængder og typer af kemikalier skal fjernes.
- Lagerrum skal være forsynet med vand og gulv afløb. Gulvet skal have fald til afløbet, ellers skal døråbninger være forsynet med tætte tærskler. Gulv afløbet skal føres til en opsamlings tank.
- Lagerrum skal indrettes, så udflydning af væske fra rummene forhindres.
- Oplagring af kemikalier, der ikke er i brug, skal ske i specielt indrettede lagre.
- Opbevaring af stærke syrer og baser i større mængder bør ske i separat særligt indrettet rum.
- Emballager med større mængder væske bør opbevares i spildbakker.



*Der skal være adgang til nødhjælpsudstyr på lageret, og det skal også kontrolleres*



*Kemikalielagre skal jævnligt gennemgås*



# Specifikke krav og myndigheder

For de enkelte kemikalietyper kan der – udover de generelle krav – være specifikke krav, som afhænger af stoffernes egenskaber.

Flere myndigheder stiller krav til opbevaring. Myndighedskravene er oftest rettet mod enkelte typer af kemikalier:

- Beredskabsstyrelsen – brandfarlige stoffer
- Justitsministeriet – eksplosive stoffer
- Statens Institut for Strålebeskyttelse – radioaktive stoffer
- Sundhedsstyrelsen – euforiserende stoffer

Miljøstyrelsen og Arbejdstilsynet regulerer kemikalielovgivningen mere bredt:

- Miljøstyrelsen (mærkning, emballage, opbevaring m.m.)
- Arbejdstilsynet (skiltning, ventilation, intern transport, håndtering).

For kemikalier, hvis egenskaber ikke er kendte, må man tage alle forholdsregler, såvel specifikke som generelle.

## Brandfarlige faste stoffer

For visse brandfarlige faste stoffer, der ikke betegnes som eksplosiver, stilles særlige krav. Dette gælder visse former for nitrocellulose, chlorater, perchlorater og ammoniumnitrat holdige produkter (19, 20, 21).

Stofferne kan bringes til at eksplodere, fx ammoniumnitrat holdige produkter, hvis nitrogenindhold afledt af ammoniumnitrat overstiger 28 vægtprocent.

### Tilladelse

Opbevaring af mere end 5 kg af disse stoffer kræver bygninger godkendt af Beredskabsstyrelsen.

Opbevaring af højst 5 kg af stofferne i kemiske laboratorier er tilladt, hvis opbevaringen sker forsvarligt og under lås, og i den oprindelige emballage med et indhold på højst 1 kg pr. emballageenhed (19, 20, 21).

## Brandfarlige væsker

Både EU's klassificeringsforordning CLP og Beredskabsstyrelsen klassificerer væsker for brandfare. Bemærk, at de to regelsæt ikke helt har sammenfaldende klassifikationskriterier (2, 15, 16, 17, 18) – se eksempler i tabellerne.

# 4



Skiltning ved oplag af brandfarlige væsker






Stort oplag af brandfarlige opløsningsmidler





Acetone med kogepunkt 56 °C og flammepunkt -19 °C er "Flam.liq. 1".  
1 liter svarer til 1 oplagsenhed

### Brandklassificering efter CLP forordningen

Væske	Kogepunkt, Kp.	Flammepunkt, Fp.	Klassificeringsgrænser	Farekategori	GHS symbol og signalord
Diethylether	35 °C	-45 °C	Fp. < 23 °C Kp. ≤ 35 °C	Flam.liq. 1	 Fare
Ethanol	78 °C	13 °C	< 23 °C Kp. > 35 °C	Flam.liq. 2	 Fare
p-Xylen	138 °C	25 °C	23 °C ≤ Fp. ≤ 60 °C	Flam.liq. 3	 Advarsel

### Tilladelse

Ved opbevaring af brandfarlige væsker er risikoen for brand forøget, og der kan være risiko for dannelse af eksplosiv atmosfære ved udslip eller ved håndtering af de brandfarlige væsker.

Ved vurdering af brandrisikoen indgår antallet af oplagsenheder. 1 liter brandfarlig væske klasse I (klassificeret Flam. Liq. 1 eller 2) er 1 oplagsenhed, mens 5 liter væske klasse II (klassificeret Flam. Liq. 2 eller 3) er 1 oplagsenhed. 50 liter klasse III væske er 1 oplagsenhed (klassificeret Flam. Liq. 3 eller 4). CLP har ikke klasse flam.liq. 4, men det findes i de globale mærkningsregler GHS med flammepunktsinterval >60 °C og <93 °C.

Der må oplagres indtil 50 oplagsenheder i et enkelt laboratorium eller lager, der brandmæssigt adskilles i overensstemmelse med de tekniske forskrifter (15), og op til 800 oplagsenhed i et laboratorieområde.

Opbevaring af mere end 800 oplagsenheder kræver godkendelse fra brandmyndighederne (15).

### Beregning af oplagsenheder efter Beredskabsstyrelsens kriterier

Væske	Flammepunkt, Fp.	Klassificeringsgrænser	Klasse	1 oplagsenhed 1 O.E. =
Diethylether	-45 °C	Fp. < 21 °C	Klasse I-1	1 liter
Ethanol	13 °C	Fp. < 21 °C	Klasse I-2	1 liter
p-Xylen	25 °C	21 ≤ Fp. ≤ 55 °C	Klasse II-1	5 liter
Fyringsolie	55 - 100 °C	55 < Fp. ≤ 100 °C	Klasse III-1	50 liter

Alle tre klasser af brandfarlige væsker inddeles i en underklasse 1 for væsker, som ikke er vandblandbare i ethvert forhold, og en underklasse 2 for væsker, som er vandblandbare i ethvert forhold.



GHS02.  
Flam.liq. 1-3

## Zoneklassificering

I områder, hvor der kan forekomme eksplosiv atmosfære, skal der foretages en risikovurdering og en zoneklassificering (11, 22).

Hvis flammepunktet er over 30 °C, anses der normalt ikke at være risiko for "eksplosiv atmosfære" ved normalt tryk og stuetemperatur 20 °C (11, 12, 22, 23). Dette er også tilfældet, hvis den eksplosive atmosfære er under 10 liter for blanding af luft og damp/gas/aerosol/støv, og hvis luftskiftet er mindst én gang i timen. Fx er ventilerede oplag af ubrudte emballager uden zoneklassificering (23).

På steder, hvor der anvendes produkter i forstøvet form, vil det være nødvendigt at foretage en vurdering uanset flammepunktet.

Udstyr, der anvendes i zoneklassificerede områder, skal opfylde krav svarende til zoneklassificeringen. ATEX og zoneklassificering er uddybet i bilag 4.

### Definition af zoner for gasser og dampe

Gasser og dampe	Støv	Beskrivelse
Zone 0	Zone 20	Områder, hvor der uafbrudt eller i lange perioder eller ofte forekommer eksplosiv atmosfære
Zone 1	Zone 21	Områder, hvor det kan forventes, at der ved normal drift lejlighedsvis forekommer eksplosiv atmosfære
Zone 2	Zone 22	Områder, hvor det ikke forventes, at der ved normal drift forekommer eksplosiv atmosfære

### Eksempler på zoneklassificering ved oplag eller håndtering af brandfarlige væsker

Kemikalielager med rumventilation og ubrudt/tæt emballage	Ingen zoneklassificering
Kemikalielager med rumventilation og brudt/ikke hel tæt emballage	Zone 2
Ventileret kemikalieskab med brudt/utæt emballage	Zone 2
Omhældning i lager med punktudsugning	Zone 1 (ved omhældning) og Zone 2 (udenom)
Omhældning i stinkskab	Ingen eller zone 2

## Bygning og installationer m.m.

Oplag af brandfarlige væsker, der er større end 800 oplagsenheder, skal opbevares i et rum, der er udført som en selvstændig brandsektion. De detaljerede krav hertil fremgår af Beredskabsstyrelsens Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker (15, 16).

Hvis lageret er zoneklassificeret, skal der sikres mod opbygning af statisk elektricitet, dvs. der kan være krav til, at gulvet er ledende, at fodtøj og beklædning er af materialer, der ikke opbygger statisk elektricitet, og at beholdere ved omhældning er jordede (12).



Skiltning for eksplosionsrisiko



Oplag af mange dunke med opløsningsmidler. Dunkene er ubrudte, og de ventilerede kemikalieskabe nedsætter risikoen for, at der opstår eksplosiv atmosfære. Rummet skal ikke zoneklassificeres



Skiltning ved oplag af brandfarlige væsker



Slukningsudstyr og spildopsamlingsmateriale ved oplag af brandfarlige væsker

Elinstallationer og opvarmningssystem skal være sikrede mod gnistdannelse (12).

Afløb til opsamlingsbeholder skal også sikres i forhold til zoneklassificering.

## Ventilation

Ved oplag af brandfarlige væsker kan der være behov for rumventilation, selvom der er ventilerede skabe. Rumventilationen har da primært til opgave at fjerne eksplosionsfarlige dampe ved spild eller uheld.

Ventilationssystemet skal være sikret i forhold til zoneklassificeringen.

## Skabe

Skabe til opbevaring af brandfarlige væsker skal være ventilerede med luftskifte på mindst én gang i timen.

Køle- og fryseskabe, skal også være gnistsikrede, hvis flammepunktet for de brandfarlige væsker er mindre end 10 °C over opbevaringstemperaturen. Der skal desuden tages højde for strømsvigt, som får temperaturen til at stige. Der findes særlige ventilerede stålskabe til opbevaring af op til 50 enheder brandfarlige opløsningsmidler. Disse skabe installeres normalt med særskilt og sikret ventilation.

## Skiltning

Større oplag af brandfarlige væsker skal være skiltet med "Rygning og brug af åben ild forbudt" og bør ligeledes skiltes med "Oplag af brandfarlige væsker".

Indgange til eksplosionsfarlige områder skal markeres med advarselsskilt (EX) og være skiltet med "Forbud mod rygning og brug af åben ild".

## Ved uheld

Udover det generelle nødhjælpsudstyr bør lageret være forsynet med:

- Håndildslukker (normal kulsyreslukker)
- Slangevinde inden for 25 m
- Røgmelder
- Brandtæppe.

## Eksplorative stoffer

Ifølge Justitsministeriets bekendtgørelse regnes alle stoffer omfattet af ADR klasse 1 for "eksplosivstoffer", fx picrinsyre med vandindhold mindre end 10 % (4).

I EU's liste over harmoniseret klassificering er eksplosive stoffer klassificeret som Expl. 1.1 – 1.6.

I laboratoriet vil eksplosionsfare oftest opstå i forbindelse med håndtering og sammenblanding af stoffer.

## Tilladelse

Det er forbudt uden tilladelse fra politimesteren (politidirektøren) at opbevare eksplosivstoffer (4).

I forbindelse med konkrete forsøg på universiteter og højere læresteder kan eksplosivstoffer dog fremstilles i mindre mængder uden tilladelse. Fremstillingen skal finde sted under ledelse af en person med de fornødne faglige kvalifikationer. Eksplosivstoffet skal efterfølgende destrueres.

Der må ikke forefindes brandfarlige væsker, brandfarlige gasser eller andet brandfarligt i samme rum som eksplosivstoffer.

## Giftige stoffer

Efter Miljøministeriets bekendtgørelse (1) er "gifte" klassificeret som akut toksiske i kategori 1, 2 eller 3 (Acute Tox. 1, 2 eller 3) eller som specifik målorgantoksiske i kategori 1 (STOT SE 1) eller som kræftfremkaldende, mutagene eller reproduktionstoksiske i kategori 1 A eller 1 B (Carc. 1 A eller 1 B, Muta. 1 A eller 1 B eller Repr. 1 A eller 1 B).

### Tilladelse, indretning og skiltning mv.

Giftige stoffer må ikke sælges uden rekvisition fra politiet (private) eller uden anmeldelse til Arbejdstilsynet (virksomheder). En række institutioner og virksomheder er dog undtaget fra denne regel, herunder offentlige videnskabelige laboratorier (1).

Der skal ved opbevaring af gifte sikres mod, at uvedkommende har adgang til giftene, samt at uvedkommende uforvarende kan komme i forbindelse med gifte, fx rengøringspersonale, håndværkere og redningspersonale.

Reglerne om opbevaring af giftige stoffer er ændret i 2011 med det formål at forebygge terrorhandlinger:

### Miljøstyrelsens regler

Gamle krav (før 2011)	Supplerende krav (efter 2011)
Giftige stoffer og blandinger skal opbevares forsvarligt under lås og utilgængeligt for børn.	Der skal udpeges en eller flere giftansvarlige. Kravet gælder for virksomheder og institutioner, der opbevarer giftige stoffer og blandinger i en samlet mængde større end 125 ml, og hvor mere end fem personer har adgang til giftene.
Uvedkommende – og det kan fx være rengøringspersonale – må ikke have adgang til de opbevarede gifte.	Der er pligt til at politianmelde tyveri af giftige stoffer og blandinger samt svind, som ikke kan forklares ved almindelig brug og bortskaffelse. Der er ikke nogen lavere grænse for, hvornår man skal anmelde formodet tyveri af gifte.
Alle døre til skabe, lokaler og lignende, hvori der opbevares giftige stoffer og blandinger skal forsynes med en advarselstavle – et dødningehoved med undertavlen "giftige stoffer".	



Befugtning af små mængder picrinsyre med formodet vandindhold under 10 %



Skabe med giftmærkede stoffer skal være aflåselige og forsynes med advarselstavle

Stoffer, som er omfattet af nye opbevaringsregler og pligt til tyverianmeldelse, er baseret på CLP forordningens mærkningselementer.

Fareklasse og farekategori	H sætninger	Fare pikto-gram	Krav om opbevaring under lås mv. (eksisterende krav)	NYT: Krav om udpegning af sikkerhedsansvarlig*	NYT: Pligt til anmeldelse af tyveri
Acute Tox. 1 og Acute Tox. 2	H300 Livsfarlig ved indtagelse H310 Livsfarlig ved hudkontakt H330 Livsfarlig ved indånding		X	X	X
Acute Tox. 3	H301 Giftig ved indtagelse H311 Giftig ved hudkontakt H331 Giftig ved indånding		X	X	X
STOT SE 1	H370 Forårsager organskader [...]		X	X	
Carc. 1A og Carc. 1B	H350 Kan fremkalde kræft [...]		X		
Repr. 1A og Repr. 1B	H360 Kan skade forplantningsevnen eller det ufødte barn [...]		X		
Muta. 1A og Muta. 1B	H340 Kan forårsage genetiske defekter [...]		X		

\* Hvis den samlede mængde af de stoffer, som omfattes af kravet > 125 ml.

### Gode råd til sikker opbevaring af giftige kemikalier

- Få styr på, hvilke giftige kemikalier, der opbevares på arbejdspladsen og i hvor store mængder.
- Udpeg en eller flere giftansvarlige, hvis den samlede mængde af gifte overstiger 125 ml.
- Opbevar giftige kemikalier forsvarligt i et aflåst skab eller rum.
- Vær opmærksom på, at der er krav om opsætning af advarselstavler på giftskabe, giftrum og døre til skabe og lokaler, hvor der opbevares gifte.
- Begræns antallet af personer med adgang til de giftige kemikalier.
- Sørg for, at uvedkommende ikke kan få adgang til faciliteter, hvor der opbevares giftige kemikalier.
- Sørg for at informere alle, som håndterer kemikalier, om hvilke krav der knytter sig til håndtering og opbevaring af de mest giftige kemikalier.
- Anmeld tyveri af giftige kemikalier til politiet.



Forsøg med giftmærkede stoffer kan ikke afbrydes og læses inde i et skab om natten. Her ses eluenter ved HPLC-udstyr

På forskningslaboratorier kan det være vanskeligt at efterleve Miljøstyrelsens krav til aflåselighed og skiltning, fordi der opbevares og håndteres mange giftmærkede stoffer, og fordi grænserne mellem opbevaring og brug ikke altid er helt skarpt adskilt.

Større mængder gifte skal opbevares i aflåst kemikalielager med advarselsskilt på døren.

Opbevaring af gifte til daglig brug i laboratoriet – ofte små eller meget små mængder – skal ske under lås og med advarselsskilt på de enkelte skabe.

Hvis der anvendes gifte til forsøg, som ikke kan afbrydes natten over – eksempelvis brug af eluenter med methanol til HPLC – skal beholdere være mærket og døre til laboratoriet skal aflåses, når laboratoriet forlades.

## Ætsende stoffer

Med ætsende stoffer eller produkter menes kemikalier, der mærkes med symbolet GHS05 "ætsende" efter CLP-forordningen. For blandinger gælder normalt, at  $pH < 2$  eller  $pH > 11.5$ .

### Indretning – skabe, adskillelse

Opbevaring af ætsende stoffer kan kræve særlige hensyn. Specielt saltsyre er hård mod hængsler og andre dele af stål – også selvom det er syrefast stål.

Det kan derfor være en fordel at opbevare al saltsyre i ét skab – både brugskemikalier og affald. Overvej, om der er behov for at etablere et særlig modstandsdygtigt skab beklædt med polypropylen.

Større mængder syrer og baser bør opbevares hver for sig. Det kan være hensigtsmæssigt at have et særligt syrerum eller syreskab. De oxiderende syrer skal holdes adskilt fra organiske opløsningsmidler og andre let oxiderbare kemikalier.

## Radioaktive isotoper

Radioaktive stoffer skal mærkes med radioaktivitetsmærke på beholderen. Statens Institut for Strålebeskyttelse administrerer lovgivning om radioaktive kilder. Der stilles krav til afskærmning, skiltning, sikring mod tyveri m.m. af radioaktive kilder (27).

### Bekendtgørelse om anvendelse af åbne radioaktive kilder på sygehuse, laboratorier m.v. (27)

§ 100. Åbne radioaktive kilder og radioaktivt affald skal opbevares sikret mod tyveri, brand og vandskade, enten i et særligt opbevaringslokale eller på specielt indrettede opbevaringssteder i de lokaler, hvor de åbne radioaktive kilder anvendes.

Stk.2. Kilder, hvorfra radioaktive luftarter kan undvige, skal opbevares i lufttætte beholdere eller i stinkskabe.

§ 101. Beholdere med åbne radioaktive kilder, herunder beholdere med radioaktivt affald, skal mærkes med symbolet for ioniserende stråling og teksten »Radioaktivitet« og være forsynet med oplysning om radionuklid, aktivitet og dato.

*Fortsættes næste side >>>*



GHS05.



*Stærkt ætsende kemikalier korroderer metallhængsler i opbevaringsskabe*



*Opbevaringssteder til radioaktive isotoper skal mærkes og aflåses*



Mærkning af radioaktivt stof og affaldsbeholder

Visse svage radioaktive kilder er dog undtaget fra disse regler



Sundhedsstyrelsen kræver regnskab for lagerbeholdning af euforiserende stoffer

§ 102. Opbevaringsstedet skal være konstrueret således, at det kan bære og rumme den fornødne afskærmning.

Stk.2. Opbevaringsstedet bør være opdelt på passende vis, så de enkelte åbne radioaktive kilder let kan identificeres.

§ 103. Dosishastigheden på ydersiden af opbevaringsstedet må ikke overstige  $7,5 \mu\text{ Sv/h}$ .

Stk.2. Dosishastigheden på arbejdspladser i nærheden af opbevaringsstedet skal holdes så lav som rimeligt opnåeligt og må ikke overstige  $2,5 \mu\text{ Sv/h}$ .

§ 104. Alle steder, hvor åbne radioaktive kilder opbevares, skal være forsynet med advarselsskilt for radioaktivitet (Dansk Standard 734.2).

Stk.2. Advarselsskilte skal som minimum have R5 eller T5 format.

## Tilladelse

Generelt skal søges om tilladelse til indkøb af radioaktive kilder, og der skal være udpeget en ansvarlig leder ved håndtering af radioaktive kilder. Den ansvarlige skal have gennemført et godkendt isotopkursus, og laboratorier og lager skal være klassificeret af myndighederne (27).

## Indretning – skabe

Afskærmning af radioaktive kilder sker ofte med bly, hvilket betyder, at hylder i skabe skal kunne bære den forventede mængde blyafskærmning foruden kemikalierne.

## Euforiserende stoffer

Lovgivningen om euforiserende stoffer administreres af Sundhedsstyrelsen. Euforiserende stoffer er opført på fem lister:

- Liste A omfatter stoffer, der ikke må forefindes her i landet (cannabis, kath, heroin, opium, LSD).
- Liste B, D og E omfatter stoffer, der kun må bruges til medicinsk og videnskabelig brug (fx amfetaminer, MDMA, psilocybin)
- Liste C omfatter stoffer, der kun er omfattet af loven, hvis de ikke er tilberedt som farmaceutiske præparater (fx kodein).

## Tilladelse

Der skal tilladelse til at besidde og opbevare disse stoffer. Der må ikke opbevares større beholdninger af euforiserende midler end påkrævet, og stofferne skal opbevares i forsvarlig og mærket emballage samt utilgængeligt for uvedkommende personer. Der er pligt til at aflægge regnskab for lagerbeholdninger.

En liste over de stoffer, der er klassificeret som euforiserende, er tilgængelig på Sundhedsstyrelsens hjemmeside (tidligere Lægemedelstyrelsen).

## Bekendtgørelse om euforiserende stoffer (28)

§ 6. Apoteker, herunder sygehusapoteker, de i § 5, nr. 3-5 nævnte laboratorier og institutioner samt personer og virksomheder, der har Lægemiddelstyrelsens tilladelse til at udøve virksomhed med euforiserende midler, og andre, der er berettiget til at udlevere euforiserende midler, må ikke opbevare større beholdninger af de pågældende euforiserende midler end påkrævet.

Stk. 2. På apoteker, herunder sygehusapoteker, sygehuse, klinikker m.v., hos distribuerende læger og hos dyrlæger skal euforiserende midler opbevares efter de i medfør af apotekerlovgivningen fastsatte forskrifter for opbevaring af lægemidler.

Stk. 3. Euforiserende midler skal i øvrigt overalt opbevares forsvarligt og utilgængeligt for uvedkommende personer samt adskilt fra nærings- og nydelsesmidler.

Stk. 4. Opbevaring af euforiserende midler skal ske i forsvarlig emballage mærket med indholdets navn. Betegnelsen skal være den i § 4, stk. 6, angivne. Det er dog tilladt de i § 5, nr. 3-5, nævnte laboratorier og institutioner at anvende andre, fx kemiske betegnelser.



*Nogle kemikalier kan misbruges til fremstilling af euforiserende stoffer*

## Narkotikaprækursorer

Handel med nogle laboratoriekemikalier er reguleret, fordi de let kan omdannes til narkotika eller psykotrope stoffer.

Grundlaget for reguleringen af de såkaldte "narkotikaprækursorer" er primært EU-forordninger, som har til formål at styrke kontrollen af kemikalier, der kan anvendes til produktion af ulovlige syntetiske narkotika. Forordningerne administreres i Danmark af SKAT.

Listerne med narkotikaprækursorer er inddelt i tre kategorier – nogle vigtige mellemprodukter samt hjælpestoffer. Arbejdspladsen skal inden indkøb af disse stoffer have tilladelse fra SKAT. Listerne kan findes via [www.skat.dk](http://www.skat.dk).

Lovgivningen stiller ikke særlige krav til opbevaring af narkotikaprækursorer på laboratorier, men leverandører som sælger et stof i kategori 1 eller 2 skal indhente en erklæring fra aftageren om anvendelsesformålet for de registrerede stoffer.

Et stof som  $\gamma$ -butyrolacton, er ikke optaget på de officielle lister over narkotikaprækursorer, selv om det meget let kan omdannes til rusmidlet fantasy.  $\gamma$ -butyrolacton er dog optaget på EU's frivillige overvågningsliste for narkotikaprækursorer, og kemikaliefirmaerne forlanger ofte også slutbrugererklæring for stoffer på denne liste.





Lokaler, hvor der opstilles trykflasker, skal forsynes med advarselsskilt

## Trykflasker

Gasser til brug i laboratoriet opbevares på trykflasker.

### Regler

Opbevaring og brug af trykflasker er omfattet af Arbejdstilsynets (8) og Beredskabsstyrelsens regler (17).

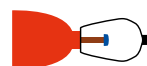
Gasinstallationer, distributionsledninger og øvrige gasforsyningssystemer skal være udført i overensstemmelse med Arbejdstilsynets og Økonomi- og Erhvervsministeriets regler (gasreglementet), og/eller Standard for Centralanlæg for gasser, DS/INF111.

Oplysninger om installation, opbevaring, datablad m.m. kan også fås fra gasleverandøren.

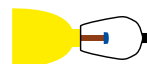
### Mærkning af trykflasker

Trykflasker skal være konstrueret til formålet og mærket jf. EN 1089-3. Farven på trykflaskens skulder gør det muligt på lang afstand at aflæse, om flasken indeholder brandfarlig, giftig, oxiderende eller inaktiv gas.

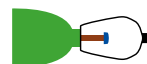
**Brandfarlige**



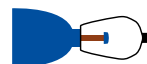
**Giftige**



**Inaktive**



**Oxiderende**



*Det anbefales desuden at påføre en fareetiket efter CLP-reglerne.*

### Brug og opbevaring

Arbejdstilsynet har mulighed for at forlange trykflasker opstillet uden for arbejdslokaler eller tilsluttet et centralt fordelingssystem.

Myndighederne accepterer normalt et begrænset antal forsøgsgasser i laboratoriet (af højst 11 liter). Generelt bør man vælge mindst mulig flaskestørrelse, når flaskerne skal placeres i laboratoriet.

Når trykflaskerne ikke er i brug, skal de fjernes fra lokalet og opbevares i et ventileret flaskelager. Brændbare og brandnærende gasser må normalt ikke opbevares i samme lagerrum.

Trykflasker skal være beskyttede mod stærk opvarmning, og de skal være anbragt, så de let kan fjernes i tilfælde af brand. Døren til lokaler, hvor der opstilles trykflasker, skal forsynes med advarselsskilt "Trykflasker fjernes ved brand". Trykflasker skal sikres mod væltning.

Forskningslaboratorier, som bruger gasarter jævnlige og i større mængder, skal etablere et centralt anlæg for disse. Udtagsposterne skal være mærkede med gassernes navne, og gascentralen skal vedligeholdes løbende og efterses mindst én gang årligt.



Udendørs gascentral

## Uodoriseret gas (ikke tilsat lugt)

Gasser skal odoriseres i henhold til gasreglementets bestemmelser.

Ved anlæg, hvor der anvendes uodoriseret gas, og hvor der kan opstå en farlig situation i tilfælde af et udslip, skal der være truffet andre foranstaltninger, så det er muligt at erkende udslippet. Trykbærende udstyr skal være indrettet og anvendt i overensstemmelse med Arbejdstilsynets bestemmelser herom.

## Gasoplagsenheder

Opbevaring af større mængder gas i trykflasker (> 200 GOE normalt mere end 40 flasker) skal godkendes af brandmyndigheden.

Begrebet gasoplagsenhed (GOE) defineres som (17)

- 1 kg fordråbet gas fx butan, ammoniak
- 1 kg opløst gas inkl. opløsningsmiddel fx acetylen i acetone
- 10 liter komprimeret gas (vandvolumen) fx nitrogen
- 10 liter CO<sub>2</sub> (vandvolumen)

Eksempelvis svarer 50 liter hydrogen til 5 GOE

## Brandfarlige gasser

Beredskabsstyrelsen definerer en brandfarlig gas, som en gas eller gasblanding, der er antændelig i atmosfærisk luft. Vær opmærksom på at denne definition af brandfare er forskellig fra CLP.

Anvendes brandfarlige gasser i laboratoriet, skal der zoneklassificeres (23).

Lager for brandfarlige gasser	Ventilation sikrer luftskifte mindst 1/h	Ventiler er tæt lukkede	ingen zone
Anlæg med brandfarlige gasser		0,5 m om tilslutningsventiler	zone 1
	1,5 m om zone 1 og 1,5 m om regulator*	zone 2	
* Ved sikkerhedsventil på regulator udvides området til hele lokalet. Ved tryk under 10 bar reduceres området til 0,5 m. For tunge gasser udvides området til gulv.			

## Kemikalieaffald

Normalt vil der være forskellige niveauer af affaldsopsamling – laboratorium, nærlager og fjernlager. Affaldet skal til alle tider opbevares i mekanisk ventilerede lagerrum, ventilerede kemikalieskabe eller i udendørs lagerrum.

I forbindelse med forsendelse af kemikalieaffald er der krav om, at arbejdspladsen har tilknyttet en sikkerhedsrådgiver (37).



Mindre trykflasker med specialgasser anvendes ofte i laboratoriet. Her er en opstilling tilsluttet hydrogenfluorid placeret i stinkstøb



Dunk til kemikalieaffald med forbindelse gennem stinkskabsbund. Dunken burde stå på spildbakke

## Placering af opbevaringssted

Opbevaringsstedet skal være let tilgængeligt for de personer, der skal køre affaldet bort. Hvis det placeres i en kælder, skal der være elevator, og elevatoren skal kunne rumme en EU-palle.

Sørg for, at der er god plads på opbevaringsstedet. Det er en fordel, at der også er plads til ekstra emballage, spildopsamlingsmateriale, faremærkater m.m.

## Emballage

Da affaldet ofte er blandet og af meget varierende art, anbefales affaldsemballage af bedste kvalitet. Det vil fx sige plastdunke på 5 liter og 25 liter med emballagekode X og spændelågsfade på 50, 100 og 200 liter af plast. Dette sikrer en holdbar emballage og en begrænset variation i emballagelagret. Affaldsemballage bør fyldes maks. 90%.

Pakkes kemikalieaffald i spændelågsfade, skal der benyttes et pakkemiddel, oftest vermiculite. Dette sikrer stabil pakning og er samtidig en sugende masse i tilfælde af, at en emballage bliver utæt.

Præcise krav til emballage findes i ADR-konventionen (3) og i Miljøstyrelsens klassificeringsbekendtgørelse (1). Se også vejledningens bilag 3 og bilag 5.

## Opsamlingskar og spildbakker

Flydende affald må ikke placeres direkte på gulvet. Der skal være opsamlingskar under dunkene.

Opsamlingskaret skal sikre det ydre miljø i tilfælde af brud på emballagen og skal kunne opsamle et volumen svarende til største emballage placeret over karet. Spildopsamlingskaret skal kunne modstå spildet.

Placeres fx 3x25 liter plastdunke på en rist over et opsamlingskar, skal karet kunne rumme 25 liter. Spændelågsfade pakket med mindre dunke behøver ikke opsamlingskar, idet der her er tale om en ydre og en indre emballage.



Ventilation i rum til kemikalieaffald

## Tjekliste ved etablering og drift af kemikalielager

Tjekpunkter		Bemærkninger
Hvad skal rummet bruges til	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager, afvejning, omhædning, kemikalieaffald</li> <li>Typer af kemikalier – ætsende, brandfarlige, giftige, radioaktive, miljøfarlige, trykflasker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trykflasker skal opbevares for sig selv</li> <li>Kemikalieaffald kan opbevares i kemikalielageret. Ved store mængder er det dog mest praktisk med selvstændigt oplagsområde – evt. udendørs</li> </ul>
Modtagelse og transportbehov	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modtagelse</li> <li>Transport fra modtagelse til lager</li> <li>Transport fra lager til brug</li> <li>Transport til affaldslager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Husk registrering, etiket og brugsanvisning ved modtagelse samt bemærkninger om særlige opbevaringskrav og holdbarhed</li> </ul>
Placering af lager	<ul style="list-style-type: none"> <li>I selvstændig bygning</li> <li>Udendørs • Indendørs</li> <li>I laboratoriet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Store oplag af brandfarlige væsker og syrer bør indrettes i separate lagre</li> </ul>
Særlige opbevaringsbetingelser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Køl</li> <li>Frys</li> <li>Mørke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vær opmærksom på eksplosionssikring af køleskabe og fryserne placeret i forbindelse med oplag af brandfarlige opløsningsmidler</li> </ul>
Indretning generelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niveaufri adgang • Gulvafløb</li> <li>Ventilation af rum og skabe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hylde skal kunne holde til vægt af kemikalier</li> </ul>
Nødhjælpsudstyr	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nødbruiser • Øjenskyller</li> <li>Håndildslukker</li> <li>Spildopsamlingsmidler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nødbruiser og øjenskyller kan etableres som en håndbruser, hvis der er en vask i lagerrummet</li> </ul>
Brandfarligt oplag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antal oplagsenheder</li> <li>Ventilation</li> <li>ATEX APV</li> <li>Zoneklassificering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Det er tilladt at opbevare op til 50 enheder i laboratoriet eller lageret uden særlige brandforebyggende foranstaltninger</li> </ul>
Ætsende stoffer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skabe, hylde og ophæng skal kunne tåle syre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Særlig vigtigt med nødbruiser</li> </ul>
Gift	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aflåst rum eller skab</li> <li>Giftskiltning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Miljøstyrelsen kræver aflåselighed og skiltning selv for små mængder giftmærkede stoffer til dagligt brug</li> </ul>
Radioaktive stoffer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afskærmning – stråling må ikke overstige 7,5 µSv/h på yderside af opbevaringsstedet og 2,5 µSv/h på arbejdspladser</li> <li>Radioaktivitetsmærke på beholdere</li> <li>Aflåst og skiltet rum eller skabe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radioaktive kilder skal være mærket og angivet med kilde, styrke og dato</li> <li>Vær særligt opmærksom på, at hylde kan holde til afskærmning med bly</li> </ul>
Miljøfarlige kemikalier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afløb skal gå til opsamlingsstank</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativt sikring af afløb fx med opkant</li> </ul>
Omhædning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stinkskab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evt. zoneklassificering</li> </ul>
Afvejning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventileret afvejningsplads i form af sugeboks eller stinkskab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evt. zoneklassificering</li> </ul>
Drift og løbende kontrol af udstyr m.m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilation • Evt. overvågningsanlæg</li> <li>Nødbruiser, øjenskyller, håndslukker</li> <li>Oprydning og rengøring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Det er vigtigt at udpege ansvarlig for drift og vedligehold af kemikalielageret</li> </ul>

## Risici ved opbevaring

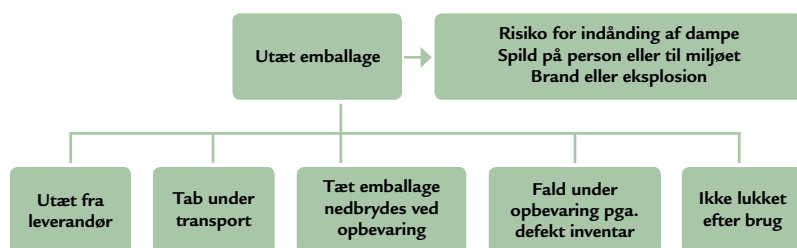
Ved opbevaring af kemikalier skal der træffes forholdsregler, som forebygger eksponering og ulykker. Opbevarede kemikalier øger normalt brandbelastningen, og de kan forværre en brand opstået i tilknyttede lokaler, når kemikalier frigives.

Udslip eller spild kan resultere i:

- Forgiftninger, ætsninger og strålingsudsættelse
- Brand og eksplosion
- Eksplosion ved opbevaring af trykflasker
- Forurening af omgivelserne via afløb og ventilationsafkast.

### Nedbrydning af kemikalier og emballage

Når man indkøber kemikalier skal de leveres i en emballage, der sikrer, at indholdet ikke utilsigtet slipper ud inden for holdbarhedsperioden. Al- ligevel kan der forekomme udslip, hvis der er anvendt forkert emballage, hvis opbevaringsbetingelserne ikke er overholdt, hvis håndteringen er uhensigtsmæssig, eller hvis der sker et uheld.



Uønsket hændelse: Utæt emballage

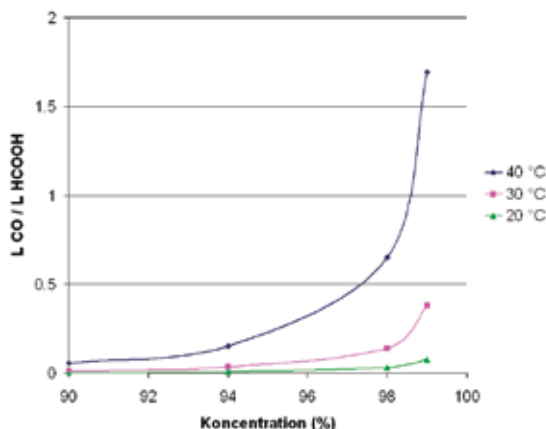
Nogle kemikalier er meget stabile, selvom de udsættes for ændringer i temperatur, luftfugtighed og lys eller henstår i lang tid. For andre kemikalier har opbevaringsbetingelserne stor betydning for stabiliteten.

Ustabile kemikalier, som skal lagres i længere tid, kan være tilsat en stabilisator, eller emballagen kan være indrettet med en sikkerhedsventil til sikring mod overtryk. Endelig er nogle kemikalier i stand til at nedbryde emballagen, så det er vigtigt at være opmærksom på leverandørens anvisninger om opbevaring og holdbarhed.

Eksempler på reaktioner, som emballagen og opbevaringsbetingelserne skal tage hensyn til:

- Myresyre nedbrydes under dannelse af carbonmonoxid og vand. Stoffet bør opbevares mørkt og svalt, men ikke i køleskab. Hvis emballagen er af glas, skal den være forsynet med sikkerhedsventil.
- Ved opbevaring af væsker med lavt smeltepunkt, fx dioxan (smp. 12 °C) eller eddikesyre (smp. 16 °C) i køleskab – eller udendørs om vinteren – er der risiko for, at emballagen kan sprænge.

Emballager, der er anbrudt, er i sagens natur ikke længere helt tætte. Selv ubrudt emballage af fx plast kan afgive dampe til omgivelserne ved længere tids henstand. Afhængig af lågets tæthed, kemikaliets damptryk og temperaturen i lagerrummet kan der forekomme mindre udslip. For visse stoffer kan emballagens manglende tæthed endvidere give risiko for reaktion med luftens ilt og vanddamp.



Beregninger har vist, at en fyldt og gastæt 2,5 liter glasflaske med 98-100 % myresyre på et år vil udvikle 2,3 atm ved 15 °C, 7,3 atm ved 25 °C og 20,1 atm ved 35 °C.



Eksempel på emballage med ødelagt skruelåg

## Uheld

Emballagen kan gå i stykker ved uheld, fx hvis den har været udsat for uhensigtsmæssig transport, hvis den tabes ved håndtering, eller hvis genstande falder ned på beholderen.

Forhold ved selve lageret kan give anledning til uheld, fx hvis en hylde ikke kan holde til vægten af de placerede kemikalier, så den bryder sammen, og kemikalierne falder på gulvet. Det kan også forekomme, at syredampe korroderer hyldeophængene, så kemikalier falder ned og smadres.

## Utilsigtet blanding af kemikalier

På forskningslaboratorier anvendes mange reaktive kemikalier. Særlig kraftige reaktioner kan forekomme, når to reaktive stoffer blandes sammen fx hypochlorit og stærk syre, der resulterer i kraftig varmeudvikling og afgivelse af giftige chlordampe. Sammenblanding af væskeformigt kemikalieaffald kan medføre utilsigtede reaktioner, og der skal være klare og gennemtænkte regler for hvilke typer affald, der kan blandes. Den anvendte emballage er ligeledes vigtig – der er set eksempler på, at glasflasker med affald er eksploderet på grund af overtryk, eller at metaldunke er tæret igennem som følge af syreindhold.

Farlige reaktioner kan også forekomme, hvis beholdere med to reaktive kemikalier samtidig går i stykker og blandes, eller hvis spild fra et kemikalie hældes på en forkert beholder.

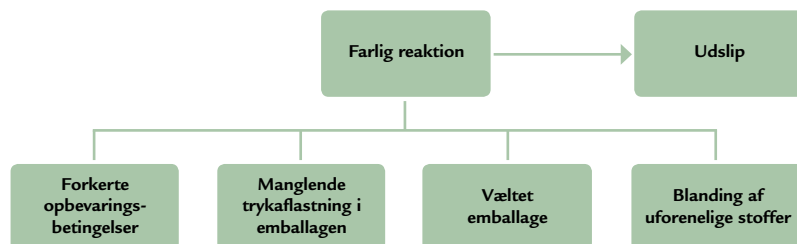


Koncentreret myresyre i glasflaske uden sikkerhedslåg (til venstre) kan eksplodere. Beholderen bør være af plast eller forsynet med sikkerhedslåg

## Forkert valg af kemikalier

Jo flere kemikalier, der er at vælge imellem, jo større er risikoen for, at man på et tidspunkt kommer til at tage et forkert kemikalie eller at vælge en forkert koncentration.

Årsagen til anvendelse af et forkert kemikalie kan eksempelvis være læsefejl, ødelagt etiket, dårlig belysning på lageret m.m.



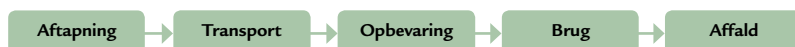
Uønsket hændelse:  
Farlig reaktion

# Krav til emballering af farlige kemikalier

## Bilag 3

Ved opbevaring af kemikalier er den anvendte emballage central for sikkerheden, hvilket også fremgår af de eksempler på uheld, som er beskrevet forrest i denne vejledning.

Dette gælder alle følgende processer:



Processer i forbindelse med håndtering af kemikalier

I dette bilag gives en anbefaling til valg af emballage i forbindelse med laboratoriarbejde og en kort beskrivelse af de forskellige myndigheders krav hertil.

### Diskussion og anbefaling

På laboratorier anvendes nyindkøbte kemikalier ofte ikke med det samme, så en del kemikalier opbevares i mange år, selv om emballagen fra leverandørens side ikke nødvendigvis er beregnet til langtidsopbevaring.

Sikkerhedsdatabladet og etiketten skal indeholde oplysninger om de rette opbevaringsbetingelser for sikring af kemikaliets holdbarhed. Dette er særligt vigtigt for ustabile stoffer.

Oplysninger om emballagens holdbarhed undersøges normalt ikke af brugerne. Flere eksempler i afsnittet *Fra virkelighedens verden* viser imidlertid, at brugerne aktivt må kontrollere holdbarheden.



Koncentreret salpetersyre må opbevares i plastbeholder, men den aggressive syre nedbryder materialet. ADR-reglerne stiller krav om, at emballagen til transport højst må benyttes 2 år fra fremstillingsdatoen. Hvis koncentreret salpetersyre transporteres "under begrænsede mængder", er største tilladte nettomængde 1 liter for "kombinationsemballager" og 500 ml for "indvendige emballager"

### Ved indkøb af kemikalier

Bed om oplysninger om holdbarhed for både kemikaliets og emballagens og noter udløbstid på emballagen. Leverandørerne angiver normalt en holdbarhed på 5 år for kemikalier. Hvis der er anført holdbarhed, bør der være taget hensyn til både kemikaliets og emballagens.





Nogle leverandører anvender coatede glasflasker til koncentreret salpetersyre og emballagestørrelsen er højst 2,5 liter



Til venstre ses skruelåg med rester af glas fra en eksploderet flaske, som ikke levede op til Miljøstyrelsens emballagekrav. Spaltning af konc. myresyre skabte et stort overtryk.

Til højre ses eksempel på sikkerhedsventil med tydelig mærkning

## Ved omhædling af væsker og væskeformigt affald

Brug UN-godkendt emballage enten originalemballage fra producent eller emballage i bedste kvalitet dvs. emballagekode X og en fyldningsgrad på maks. 90 %. Husk også her at anføre opbevaringstid. UN-godkendt plastemballage har som udgangspunkt en holdbarhed på 5 år fra produktionsdato. UN står for The United Nations packaging symbol.

## Myndigheder generelt

Generelt skal kemikalier opbevares i egnet emballage, der sikrer mod, at kemikallet utilsigtet kan slippe ud til omgivelserne (2).

For emballage til særlige formål kan der være specifikke regler. Dette gælder emballager til radioaktive stoffer og opbevaring af stoffer under forhøjet tryk.

DS 473 (29) angiver, at kemikalier skal opbevares i egnet emballage, som er udformet under hensyn til den påtænkte anvendelse, fx bør reagensflasker kunne håndteres med én hånd. Både emballage og faremærkning skal være bestandig såvel over for indholdet som over for omgivelserne.

Krav til emballage ved opbevaring af kemikalier er underlagt Miljøstyrelsens regler. Tilsvarende krav er beskrevet i CLP forordningen (1, 2)

### Miljøministeriet krav til emballage ved opbevaring (1)

§ 10. Emballager, der indeholder farlige blandinger, skal opfylde følgende krav:

- 1) Emballagen skal være således udformet og fremstillet, at indholdet ikke utilsigtet kan trænge ud.
- 2) Det materiale, som emballagen og lukningen er fremstillet af, må ikke kunne angribes af indholdet eller kunne indgå farlige forbindelser med dette.
- 3) Emballagen og lukningen skal i alle dele være så solid og kraftig, at den ikke kan løsne sig, og skal med sikkerhed kunne tåle den behandling, som den erfaringsmæssigt udsættes for.
- 4) Emballager med lukkeanordning, der gør det muligt at lukke emballagen igen, skal være konstrueret således, at emballagen kan lukkes gentagne gange, uden at indholdet utilsigtet kan trænge ud.
- 5) Emballagen skal være udformet, så hel eller delvis tømning kan ske på forsvarlig måde.

Stk. 2. Emballagen opfylder kravene i stk. 1, nr. 1, 2 og 3, hvis den opfylder kravene til transport af farligt gods med jernbane, ad landevej, ad indre vandveje, ad sø- eller luftvejen.

Desuden angiver Arbejdstilsynet i Vejledning C.1.3 (7), at opbevaring skal foregå i egnede emballager på et sted, som er indrettet til formålet. Der må ikke kunne ske sammenblanding med andre stoffer, som kan medføre farlige reaktioner.

## Transportregler – ADR

ADR er Europæisk konvention om international transport af farligt gods ad vej. I ADR stilles krav til emballering ved transport af farlige stoffer med visse undtagelser.

Kravene er beskrevet i ADR-reglerne: Del 4 Emballering og anvendelse af tanke, Del 6 Konstruktion og prøvning af emballager, tanke og containere samt kapitel 3.4 Undtagelser for transport af farligt gods emballeret i begrænsede mængder (3).

Stoffer, der ikke anses for farlige, er ikke omfattet af ADR, fx ammoniakvand med mindre end 10 % ammoniak.

Bemærk, at ADR kravene alene skal sikre kemikalierne under transporten.

### Krav til emballage

Emballage til transport af farligt gods skal konstrueres og prøves efter reglerne i ADR inden anvendelse til transport første gang. I ADR er stofferne generelt inddelt i emballagegrupper efter farlighed:

Emballage gruppe	Stoffets farlighed	Emballeres i kvalitetsgruppe	Eksempler
I	meget farlige stoffer	X	Fx konc. salpetersyre (UN 2031)
II	farlige stoffer	X, Y	Fx toluen (UN 1394)
III	mindre farlige stoffer	X, Y, Z	Fx ammoniak 10-35 % (UN 2672)



UN-godkendte emballager til bl.a. kemikalieaffald

### Attestering

Ved at påsætte mærkningen i overensstemmelse med ADR attesteres det, at masseproduceret emballage svarer til den godkendte emballagetype, og at de i godkendelsesattesten omhandlede krav er opfyldt.



*Leverandøren af disse flasker dokumenterede, at skruelåget var forsynet med sikkerhedsventil. Dermed overholdt emballagen myndighedskravene, men sikkerheden er ikke synliggjort for brugerne*

## Kodemærkning af emballage

Enhver godkendt emballage skal være mærket med UN's emballagesymbol eller RID/ADR, emballagens kodenummer, kode for prøvningsniveau, anvendelse, fremstillingsår og evt. måned, kendingsbogstaver for staten, fabrikantens nummer m.m. RID er transport af farligt gods på jernbane.

Der gælder særlige regler for trykbeholdere til gasser, beholdere til radioaktive stoffer, til smittefarlige stoffer, emballering over 400 kg og til tanke.

### Eksempel på emballagemærkning

En ståltromle beregnet til at indeholde væsker



1A1/Y1.4/150/14/NL/VL823

Forklaring:

1A1	[1]:	Emballagetype, tromle - [A]: Materiale, stål - [1]: Oplysninger om låg, ikke-aftageligt låg
Y 1.4	[Y]:	Emballagen godkendt til emballagegruppe II og III
	[1.4]:	Den relative massefylde som emballagen er prøvet til (for væsker)
150	[150]:	Det maksimale prøvningstryk i kPa (for væsker)
14	[14]:	Fremstillingsår for emballagen, 2014
NL	[NL]:	Internationale kendingsbogstaver for den stat, hvor godkendelsen er udstedt, Holland
VL823	[VL823]:	Identitetsmærke for producenten

### Eksempel på emballagemærkning

En plastdunk på 5 liter beregnet til 69% salpetersyre UN 2031



3H2/Y1.5/100/14/NL/VL823

Forklaring:

3H2	[3]:	Emballagetype, dunk - [H]: Materiale, plast - [2]: Oplysninger om låg, aftageligt låg
Y 1.5	[Y]:	Emballagen godkendt til emballagegruppe II og III (UN 2031 kræver emballagegruppe II)
	[1.5]:	Den relative massefylde som emballagen er prøvet til (salpetersyre 69% mf=1.41)
100	[100]:	Det maksimale prøvningstryk i kPa (69% salpetersyre < 36 kPa ved 55 °C)
14	[14]:	Fremstillingsår, 2014 (brugsperiode for emballagen til UN2031 er 2 år fra fremstillingsdatoen). Fremstillingsmåned skal være anført andet sted på emballagen
NL	[NL]:	Internationale kendingsbogstaver for den stat, hvor godkendelsen er udstedt, Holland
VL823	[VL823]:	Identitetsmærke for producenten

## Undtagelser

I ADR sammenhæng kan kravene til emballagen være reduceret, hvis kemikalierne transporteres i mængder, der er under "begrænsede mængder" (LQ, Limited Quantities), som angivet for det enkelte stof i ADR. Der stilles i så fald kun krav om, at emballagen opfylder generelle bestemmelser.

Emballagerne skal være egnet til transport, men skal ikke afprøves og mærkes efter reglerne i ADR.

## Eksempler på krav til emballagestørrelse ved transport under begrænsede mængder ADR 2013

Stoftype	Opløsningsmiddel	Ikke farligt stof	Syre	Gift	Gas-komprimeret	Reaktivt stof	Gas-kølet
Eksempel	Acetone	Ammoniakvand < 10 %	Konc. salpetersyre	Kaliumfluorid, fast	Argon	Natrium	Hydrogenchlorid
UN-nummer	UN 1090	-	UN 2031	UN 1812	UN 1006	UN 1428	UN 2186
Pr. indvendig emballage	1 L	Ingen krav	1 L	5 kg	120 ml**	0***	Transport Ikke tilladt
Max bruttovægt pr. kolli	*		*	*	30 kg	***	
Sampak med andre farlige stoffer	OK		OK	OK, hvis de ikke kan reagere med hinanden	Ikke tilladt	***	
Mærkning af kolli med firkant og UN nr. for stoffet	X		X	X	X	***	

\* Den maximale bruttovægt må ikke overstige 30 kg for en kombinationsemballage og 20 kg for bakker med stræk- eller krympfolie.

\*\* Der er krav til trykbeholderens konstruktion.

\*\*\* 0 betyder, at stoffet (natrium) skal opfylde alle regler i ADR og altså ikke kan transporteres under reglerne for ”begrænsede mængder”.



Papkassen, UN-mærket 4G/X15/S/06/S/SP-285501, er eksempel på en ydre emballage, som gjorde transporten lovlig. Den indre beholder var derimod ikke UN-godkendt og kan give brugeren et problem ved opbevaring

## ATEX og zoneklassificering

I kemikalielagre oplagres brandbare og brandfarlige materialer.

Brandbare og brandfarlige materialer kan med luftens ilt danne "eksplosiv atmosfære" (ATEX = Atmosphere explosible). Hvis der samtidig er tændkilder til stede, er der risiko for, at det kan udløse en eksplosion.

Ved "eksplosiv atmosfære" forstås en blanding under atmosfæriske betingelser af luft og brændbare stoffer i form af gasser, dampe, tåger eller støv i hvilke forbrændingen efter antændelse breder sig til hele den ubrændte blanding" (11, 12, 22, 23).

### Forebyggelsesprincipper

Reglerne om zoneklassificering har til formål at forebygge eksplosioner ved i prioriteret rækkefølge

- At undgå eksplosive atmosfærer
- At begrænse udbredelse af de eksplosive atmosfærer
- At undgå eksplosion ved sikring mod tændkilder
- At begrænse de skadelige virkninger af en eksplosion.

### I praksis

Hvis flammepunktet er over 30 °C (10 °C over arbejdstemperatur), anses der normalt ikke at være risiko for "eksplosiv atmosfære". Dette er også tilfældet, hvis den eksplosive atmosfære er under 10 liter (blanding af damp/gas/tåge/støv) (11, 12, 22, 23).

Metoder til at undgå eksplosiv atmosfære kan være at erstatte brandfarlige væsker med ikke brandfarlige væsker eller med væsker med et højere flammepunkt. Man kan fx erstatte benzin (flammepunkt ca. -20 °C) med petroleum (flammepunkt over 30 °C).

Man kan begrænse udbredelsen af de eksplosive atmosfærer ved at bruge mindre mængder eller ved at ændre arbejds gange så den tid, hvor der kan afdampes væske bliver reduceret. Endelig kan man fjerne luftens ilt i beholdere ved fx at tillede inert gas fx nitrogen.

Sikring mod tændkilder kan ske ved at fjerne dem og apparatur, der kan danne gnister eller ved at gnistsikre udstyr i det pågældende område. Gnistdannelse kan fremkomme fra elektrisk udstyr, mekanisk udstyr, fra statisk elektricitet samt fra elektromagnetiske bølger og fra lynnedslag.

Begrænsning af de skadelige virkninger ved en eksplosion kan fx ske ved i stinkske, hvor der er risiko for eksplosion, at indrette ekstra skærm mod personen, der arbejder.

### ATEX APV

Overvejelser om ATEX skal foretages på alle virksomheder, der arbejder med brandfarlige materialer. Sandsynligheden for, at eksplosiv atmosfære kan forekomme skal kortlægges. Det skal overvejes, om antændelseskilder er til stede og de forventede konsekvensers omfang skal beskrives (11).



Ubrudte beholdere med brandfarlige væsker på åbne reoler. Når der er effektiv rumventilation, skal lageret ikke zoneklassificeres

## Zoneklassificering

Hvis det ikke er muligt at undgå dannelse af eksplosiv atmosfære, skal områderne klassificeres i zoner efter farlighed, og tændkilder i området skal fjernes eller eksplosionssikres svarende til den pågældende zone (11, 22). Hvis der i lageret findes områder, der skal zoneklassificeres, skal der skiltes med "eksplosionsfare" samt "rygning og brug af åben ild forbudt". Dette kan fx gøres ved skiltning uden på skabet og på døren til rummet.

I det følgende er givet forslag til, hvordan eksplosive atmosfærer i kemikalieoplag kan undgås eller begrænses, og reglerne i ATEX overholdes.

## Oplagring af brandfarlige væsker og gasser

### Undgå eksplosiv atmosfære

Ved oplagring af brandfarlige væsker, trykflasker eller aerosoldåser skal det sikres, at der ikke dannes eksplosive atmosfærer.

Dette gøres ved, at emballagerne er ubrudte, eller at de er lukket lige så effektivt som ubrudte emballager. Det gælder bl.a. for trykflasker, at ventiler skal være lukkede. Husk, at trykflasker bør opbevares i oplag for sig. Desuden skal kemikalieskabet eller oplagsrummet ventileres, så der sikres et luftskifte på mindst 1 gang i timen.

Oplag, der opfylder ovenstående, skal **ikke** klassificeres som eksplosionsfarligt område (23).

### Begræns den eksplosive atmosfære

Hvis emballager med indhold af brandfarlige væsker ikke kan lukkes helt, skal de opbevares i skabe med en ventilation, der sikrer, at koncentrationen af brandfarlige dampe ikke overstiger 25 % af nedre eksplosionsgrænse.

Hvis der samtidig er sikret mod antændelse i tilfælde af svigt ved ventilationen, skal oplaget ikke klassificeres som eksplosionsfarligt område.

Dette kan fx gøres ved:

- automatisk tilkoblet nødgenerator, der sikrer fortsat ventilation ved strømsvigt, eller
- ingen tændkilder i skab/lager fx lys og el-installationer, eller
- automatisk udkobling af el, hvis dampe overskrider 25 % af nedre eksplosionsgrænse.

Hvis disse foranstaltninger eller tilsvarende ikke findes, **skal** oplaget klassificeres til zone 2.



*Brandsikkert skab med udsug og sikring, der automatisk lukker skabet i tilfælde af brand. Hvis emballagerne er tæt lukkede og luftskiftet min. 1 gang/time (her i hele lokalet) giver det ingen zoneklassificering*



Billederne viser et gnistsikkert zone 2 køleskab. Ventilatoren er monteret med faste kerner, som ikke kan give gnistdannelse.

Skabet har ikke indvendig lampe, men udvendige indkapslede spots. Kontrolboks og motorspjæld er udenfor køleskabet og er således ikke i forbindelse med afkastluften fra køleskabet

## Undgå gnistdannelse

I skabe, der ikke kan ventileres indvendigt, fx køleskabe og frydere, skal brandfarlige væsker opbevares i tæt lukket emballage. El-installationer skal enten flyttes væk fra køleskabet/fryseren til et sted uden for det eksplosionsfarlige område eller være eksplosionssikrede. Hvis der kun forekommer eksplosionsfarlige dampe ved fejl eller uheld, skal el-installationerne i skabene opfylde krav til zone 2. Sker det oftere, skal de opfylde krav til zone 1 eller 0, men der bør stræbes mod forhold med lavest mulig klassificering.

Der bør dog altid være et særligt sug på køleskabe, så man ikke indånder skadelige dampe ved åbning (se afsnittet *Køleskabe og frydere*). Tilsvarende forholdsregler bør tages ved frydere, hvis der opbevares meget let fordampelige væsker.

Køleskabe og frydere, hvori der opbevares brandfarlige væsker med flammepunkt under 10 °C over opbevaringstemperatur, skal klassificeres mindst som zone 2.

### Eksempel på zoneklassificering i køleskabe og frydere

Opbevaring af brandfarlige væsker	Flammepunkt	Køleskab (5 °C)	Fryser (-18 °C)
p-Xylen	25 °C	Ingen**	Ingen**
Ethanol*	13 °C	Mindst som zone 2	Ingen**
Acetone*	-19 °C	Mindst som zone 2	Mindst som zone 2
Diethylether	-45 °C	Mindst som zone 2	Mindst som zone 2

\* Blandinger med vand vil have højere flammepunkt

\*\* Hvis strømforsyningen eller termostaten svigter, skal man være opmærksom på, at temperaturen kan stige. Indholdet skal da kunne flyttes til eksplosionssikkert område. Der bør være taget højde for dette i laboratorieinstruksen.

## Omhældning af brandfarlige væsker

I kemikalielagre opbevares ofte brandfarlige væsker i større emballager på op til 25 liters tromler. Når kemikalierne skal anvendes, bliver de ønskede mængder omhældt til mindre emballager. Der bør i disse tilfælde etableres ventileret aftapningsmulighed, fx i stinkskab. Omhældning må ikke foregå i rummet med det brandfarlige oplag.

## Undgå eksplosiv atmosfære

Eksplosiv atmosfære kan undgås, hvis man i stedet indkøber de brandfarlige væsker i de emballagestørrelser, man skal anvende i laboratoriet eller ved at erstatte de brandfarlige væsker med ikke-brandfarlige eller med væsker med flammepunkt over 30 °C.

## Begræns den eksplosive atmosfære

Ved omhældning af væsker kan den eksplosive atmosfære begrænses, hvis det foregår under udsugning i stinkskab.

Hvis der foretages omhældninger af små mængder på under 1 liter (varighed under 0,5 min pr. omhældning) i et effektivt stinkskab, skal dette ikke klassificeres som eksplosionsfarligt område.

## Undgå gnistdannelse

Ved omhældning af mængder op til 5 liter i et effektivt stinkskab skal stinksabet ikke klassificeres som eksplosionsfarligt område, hvis der er sikret mod, at spild kan løbe ud af stinksabet (fx ved en opkant), og hvis der er sikret i tilfælde af ventilationssvigt.

Sikring i tilfælde af ventilationssvigt (sædvanligvis strømsvigt) kan bestå i, at ventilationen er tilkoblet et automatisk nødstrømsforsyningsanlæg, at processen kan stoppes eller undlades, hvis ventilationen svigter, eller at alle el-installationer automatisk udkobles ved strømsvigt.

Alternativt skal el-udstyr inde i stinksabet sikres, og hvis der ikke er opkant på stinksabet, skal el-udstyr og installationer i et område foran stinksabet (0,5 m) også gnistsikres. Stinksabet og området foran stinksabet skal klassificeres som zone 2.

Omhældning af brandfarlige væsker fra store emballager fx sprit fra tromle til 1 liters flasker sker mange steder. Ved en sådan omhældning kan dannes væsentlige mængder eksplosiv atmosfære, hvis der ikke ventileres meget kraftigt. Omhældning kan normalt ikke foregå i et almindeligt stinkskab, fordi der ikke er plads til en tromle.

Hvis omhældning sker uden for stinkskab, skal der være lokalsug, der sikrer, at den eksplosive atmosfæres udbredelse holdes tæt ved aftapningsstedet. Området tæt på åbningen skal klassificeres som zone 1 og et område udenom som zone 2 (23).

## Uheld

Ved vurdering af risiko for eksplosiv atmosfære skal der tages højde for mulige uheld.

Uheld skal så vidt muligt forebygges ved god indretning og vedligeholdelse af lageret og ved at have sikre transportmidler til rådighed. Uddannet personale og laboratorieinstrukser er også væsentlige for at undgå uheld.

Hvis konsekvenser ved et eventuelt uheld kan give væsentlige personskader, skal der sikres mod dette, også selvom det sker sjældent. Det kan således være nødvendigt at indrette lager for oplag af brandfarlige væsker gnistsikkert (zone 2), selv om ulykker fx tab af en beholder, der går itu, vil forekomme yderst sjældent.

Det lokale beredskab bør desuden have forudsætninger til at håndtere eventuelle uheldssituationer i form af uheldsinstruks, opsamlingsmedium, slukningsudstyr og kursus i elementær brandslukning og førstehjælp.



## Eksempler på uheld

### Eksplosion i køleskab/fryser

Der har i årenes løb været en del tilfælde med eksplosion ved opbevaring af brandfarlige organiske opløsningsmidler i almindelige køleskabe og fryser (38).

### Hexaneksplosion

Fredag den 8. april 2005 skete en eksplosion og brand i et kemilaboratorium i Ohio State University. Ingen personer kom til skade, men laboratoriet blev totalt ødelagt. En student var ved at sætte flaske med hexan på plads i et kemikalieskab, da hylden brød sammen. Der var store mængder hexan på gulvet og den studerendes bukser blev gennemblødte.



*Kemikalieskabet med den ødelagte hylde*



*Stor skade på laboratoriet*

## Zoneklassificering af oplag af brandfarlige væsker

Type	Ventilation	Gnistsikring	Zone	Skiltning
Ubrudte/tætte emballager	Min. 1 gang/time	Ingen	Ingen	Ingen
Brudte/utætte emballager	Min. 1 gang/time	Med sikring i tilfælde af svigt af ventilation	Ingen eller 2	Ingen evt. skilt
	Min. 1 gang/time	Bygning, installationer og udstyr	2	Ingen evt. skilt
Opbevaring i køleskab	Ingen eller kun ved åbning af låge	El-udstyr udenfor eller gnistsikret	Mindst 2	Ja
Opbevaring i fryser	Ingen eller kun ved åbning af låge	El-udstyr udenfor eller gnistsikret	Mindst 2	Ja

## Zoneklassificering ved omhældning af brandfarlige væsker

Type	Ventilation	Gnistsikring	Zone	Skiltning
Kort tid < 0,5 min	Stinkskab	Ingen	Ingen	Ingen
Under 5 liter uden opvarmning	Stinkskab med opkant	Med sikring i tilfælde af svigt af ventilation	Ingen eller 2	Ingen evt. skilt
	Stinkskab	Bygning, installationer og udstyr	2 (i skabet) 2 (uden om)	Ingen evt. skilt
Fra tromle	Punktsug	Bygning, installationer og udstyr	1 (tæt på sug) 2 (zone uden om)	Ja

## Kemikalieaffald – opsamling, sortering og mærkning

I forbindelse med laboratoriearbejde opstår meget varieret kemikalieaffald, som normalt sendes til behandling hos NORD (det tidligere Kommunekemi). Indholdet i dette afsnit er lavet med udgangspunkt i reglerne hos NORD

Kemikalieaffald genereres og opbevares normalt i laboratoriet, indtil det samles og flyttes til affaldsopsamlingssted i form af et nær- og/eller fjernlager.



*Picrylchlorid er i ADR klassificeret som eksplosiv og skal derfor desensibiliseres før NORD kan modtage affaldet.*



*Det er vigtigt, at processen er kvalitetssikret i alle led.*

NORD modtager ikke selvantændeligt affald, eksplosivt affald eller radioaktivt affald. For disse affaldstyper gælder særlige retningslinjer.

### Opsamling af kemikalieaffald i laboratoriet

Kasserede kemikalier i original emballage kan bortskaffes som Z-affald. Den originale faremærkning og originale etikette skal bevares og må altså ikke tildækkes, overskrives eller lignende. Affaldet opbevares i et ventileret kemikaliesskab.

Kemikalieaffald i laboratoriet forekommer oftest som vidt forskellige blandinger. Affaldet opsamles i laboratoriet i mindre emballager, fx 5 liter plastdunke.

Sådanne dunke skal så vidt muligt placeres tæt på eller centralt for de steder, hvor affaldet genereres og under effektivt ventilerede forhold.

Farligt kemikalieaffald må ikke hældes i vasken. "Farligt affald" er defineret i Affaldsbekendtgørelsen. "Ikke-farligt affald" er det resterende kemikalieaffald. Som udgangspunkt må dette affald heller ikke hældes i vasken, medmindre der foreligger tilladelse fra affaldsmyndigheden i form af en spildevandstilladelse eller anden form for skriftlig godkendelse. Ved laboratoriearbejde kan der dog opstå situationer, hvor den enkelte laboratoriebruger med rimelighed kan undlade opsamling. Det kan fx være vandige opløsninger af helt harmløse uorganiske salte.

Vær opmærksom på, at nogle stoffer er totalt uønskede i vandmiljøet, så de ikke må udledes selv i meget lave koncentrationer. Det gælder fx et stof som acrylamid.

I tvivlstilfælde anbefales, at brugeren kontakter den lokale affaldsansvarlige, som må vurdere, hvordan affaldet skal behandles. Den affaldsansvarlige kan også indhente rådgivning fra den lovpligtige sikkerhedsrådgiver eller den lokale miljømyndighed.



*Det er vigtigt, at brugerne opsamler kemikalieaffald korrekt i laboratoriet*

# Sortering og faremærkning

Sortering af affald skal ske i henhold til NORDs generelle vejledning og sorteringsnøgle. Her inddeles affaldet i ni affaldsgrupper, afhængig af affaldets karakter: O, K, Z, T, X, A, B, C og H.

## NORDs affaldsgrupper med eksempler på kemikalier fra laboratorier

### **O** Reaktivt affald (med 4 undergrupper)

- Oxiderende stoffer: Hydrogenperoxid.
- Organiske peroxider: Dibenzoylperoxid.
- Stoffer, der udvikler syredampe med vand: Thionylchlorid.
- Stoffer, der udvikler antændelige gasser med vand: Natrium.

### **K** Kviksølvholdigt affald

Kviksølvtermometre, kviksølvholdige reagenser, kasserede kviksølvforbindelser.

### **Z** Andet affald

Kasserede kemikalier i original emballage, trykflasker, spraydåser, asbest, medicinaffald.

### **T** Bekæmpelsesmidler

Sjældent forekommende på laboratorier. Bekæmpelsesmiddelstandarder fra laboratorieanalyser er ikke T-, men typisk H-affald eller B-affald.

### **X** Uorganisk affald

Uorganiske syrer og baser, fx saltsyre, natriumhydroxid, ammoniak.  
NB! Cyanidholdigt affald opsamles i særskilt beholder med pH > 10.

### **A** Olieaffald

Sjældent forekommende på laboratorier. Kan være hydraulikolie, smøreolie, motorolie.

### **B** Halogen- og/eller svovlholdigt organisk kemisk affald

Tetrachlormethan, chloroform, methylenchlorid, dimethylsulfoxid.

### **C** Organisk kemisk affald uden halogen og svovl (højt energiindhold)

Acetone, alkoholer, ether, toluen, ethylacetat. Vandindhold < 50 %.

### **H** Organisk kemisk affald uden halogen og svovl (lavt energiindhold)

Formaldehyd, organiske syrer, phenol, fortyndede alkoholer, vandindhold > 50 %.  
Meget "kemikalieforurenet glas, papir og plast" kan blandes og bortskaffes som H-affald.

Fastsættelse af affaldsgruppe må vurderes ud fra de enkelte indholdsstoffer.

Normalt kendes behovet for affaldsgrupper i laboratoriet, så affaldsdunkene i forvejen kan være mærket, dels med en fareetikette og dels med affaldstype. Transportmærkningens faresymboler kan evt. udgøre den interne faremærkning af affaldsbeholdere.

Det er vigtigt at vide hvilke affaldstyper, der må opsamles i samme beholder, og hvilke affaldstyper der må sampakkes ved forsendelse. Fx må kviksølvaffald ikke blandes med andet affald, og de forskellige typer af reaktivt affald skal holdes adskilt fra hinanden og andet affald.

Generelt bør væsker, der sammenblandes i affaldsdunke være neutraliseret eller deaktiveret inden sammenblanding. Det gælder særligt for meget reaktive stoffer som stærke syrer og baser og oxiderende stoffer som fx konc. salpetersyre og peroxider.



Intern transport af kemikalieaffald

Selv om kemikalier hører til samme affaldsgruppe, må de ikke blot sammenblandes. Fx vil sammenblanding af cyanidholdigt affald og uorganiske syrer – begge affaldsgruppe X – udvikle cyanbrinte (blåsyre). Derfor skal cyanidaffald altid opsamles separat, og pH-værdien skal holdes over 10. Se i øvrigt sampakningsregler angivet i ADR-konventionen (3)



*Forsendelse af kemikalieaffald. Godkendt yderemballage skal forsynes med transportmærkning*

## Nogle særlige krav til affaldsemballage

- Kemikalieaffald skal opsamles i UN-godkendt emballage
- Glasflasker må ikke benyttes til opsamling af blandet affald, da flaskerne kan sprænge på grund af overtryk. Vægten af flaskerne vil endvidere øge bortskaftelsesudgiften betragteligt.
- Affald må ikke opsamles i metalbeholdere, bl.a. fordi syreindhold vil kunne ætse hul i emballagen.
- Ved opsamling af forskelligt affald i en dunk bør neutralisering ikke ske i selve dunken.
- Emballagens låg skal slutte tæt og må fx ikke være perforeret af huller efter anvendelse til HPLC-væsker.
- Store tomme emballager, der har indeholdt opløsningsmidler, bør normalt ikke behandles som kemikalieaffald, men bortskaffes som erhvervsaffald. Dunkene kan rengøres ved skylning med ethanol og vand eller udluftes i stinkskaft. Forsyn derefter beholderen med en etiket "Denne emballage er rengjort" – eller fjern emballagens originale mærkat.
- Kanyler og glasskår skal emballeres i godkendte kanylebokse, skårspande eller plastfade.

## Affaldsopsamlingssted

På affaldsopsamlingsstedet, nær- eller fjernlager, placeres originale emballager i større tromler/fade.

Ved sammenpakning af kasserede kemikalier, der pakkes og forsendes som Z-affald, skal der medfølge liste over stofferne, og ved pakning skal de forskellige kemikaliebeholdere – specielt glasflasker – beskyttes mod knusning ved anvendelse af pakningsmateriale, fx Vermiculite.

Kasserede kemikalier kan undertiden med økonomisk fordel sorteres til andre affaldsgrupper, fx affaldsgruppe B, C eller H. Under alle omstændigheder bør personale med erfaring inddrages ved bortskaftelse af den type affald.

## Transportmærkning

Kemikalieaffald skal transporteres i UN-godkendte beholdere. Yderemballagen skal være forsynet med mærkning, som er reguleret af reglerne for transport af farligt gods på landevej (ADR) – deklarationsnummer, UN-nummer og faresedler.

Chaufføren skal sammen med affaldet modtage en deklaration med oplysninger om: Affaldsgruppe, Affaldets bestanddele, EAK-numre, UN-numre, Godsbetegelse, Emballagegruppe og Faresedler.

# Referencer og litteratur

## Miljøministeriet

1. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1075 af 24. november 2011 om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af stoffer og blandinger med senere ændringer
2. CLP forordningen, Europa-parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1272/2008 af 16. december 2008 om klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger

## Justitsministeriet

3. Europæisk konvention om transport af farligt gods ad vej, ADR-konventionen 2013
4. Justitsministeriet bekendtgørelse nr. 1247 af 30. oktober 2013 om eksplosivstoffer

## Arbejdstilsynet

5. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 559 af 17. juni 2004 om arbejdets udførelse med senere ændringer
6. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 292 af 26. april 2001 om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser) med senere ændringer
7. Arbejdstilsynets vejledning C.1.3, februar 2003, om arbejde med stoffer og materialer
8. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 289 af 24. april 2001 om transportabelt trykbærende udstyr med senere ændringer
9. Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001 om faste arbejdssteders indretning med senere ændringer
10. Arbejdstilsynets vejledning A.1.1 om ventilation på faste arbejdssteder, vejledning om krav til procesventilation, 2. udgave, august 2007
11. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 478 af 10. juni 2003 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære
12. Arbejdstilsynets vejledning C.0.6, august 2005, om arbejde med brandfarlige væsker
13. Arbejdstilsynets vejledning C.0.9, august 2005, om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære
14. Arbejdstilsynets vejledning for laboratorier (A7), 1983 (udgået, fås ikke mere)

## Beredskabsstyrelsen

15. Beredskabsstyrelsens bekendtgørelse nr. 28 af 4. januar 2010 om tekniske forskrifter for brandfarlige væsker
16. Vejledning om brandfarlige væsker, Brandforebyggelse – vejledning nr. af 14. juli 2010
17. Beredskabsstyrelsens bekendtgørelse nr. 1444 af 15. december 2010 om tekniske forskrifter for gasser med senere ændringer
18. Vejledning til tekniske forskrifter for gasser, Brandforebyggelse vejledning nr. 15 af 23. december 2010
19. Indenrigsministeriets bekendtgørelse nr. 996 af 27. november 1996 om opbevaring af visse former for nitrocellulose

Hvad skal der mere stå i første tekststykke?

20. Indenrigsministeriets bekendtgørelse nr. 997 af 27. november 1996 om opbevaring af chlorater og perchlorater
21. Indenrigsministeriets bekendtgørelse nr. 998 af 27. november 1996 om opbevaring af faste ammoniumnitratholdige produkter med højt nitrogenindhold
22. Indenrigs- og Sundhedsministeriets bekendtgørelse nr. 590 af 26. juni 2003 om klassifikation af eksplosionsfarlige områder
23. Beredskabsstyrelsens vejledning af juni 2003 om klassifikation af eksplosionsfarlige områder
24. Beredskabsstyrelsens information om peroxiddannende kemikalier [www.peroxider.dk](http://www.peroxider.dk)
25. Beredskabsstyrelsens information om håndtering af koncentreret myresyre <http://kemi.brs.dk/myresyre>
26. Vejledning om håndtering af eksplosionsfarligt kemikalieaffald Rigspolitiet & Beredskabsstyrelsen, 2004

### **Sundhedsstyrelsen**

27. Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 954 af 23. oktober 2000 om anvendelse af åbne radioaktive kilder på sygehuse, laboratorier m.v.
28. Indenrigs- og Sundhedsministeriet bekendtgørelse nr. 557 af 31. maj 2011 om euforiserende stoffer med senere ændringer

### **Standarder**

29. DS 473:1992, Norm for forholdsregler mod brande og eksplosioner i laboratorier
30. DS 457:1993, Norm for stinkskabe (ophævet, men sporgastest anvendes fortsat)
31. DS/EN14175, Norm for stinkskabe, del 1 (2003), del 2 (2003), del 3 (2004), del 4 (2004), del 6 (2006), del 7 (2012) DS/CEN/TS 14175-5 (anbefaling, 2005)
32. DS/INF 143:2002, Leverandørbrugsanvisninger for kemikalier (stoffer)
33. DS/EN 14056:2003, Laboratoriemøbler – anbefalinger til design og installation
34. DS/EN 14470-1:2004, Brandsikre opbevaringsskabe – Brandsikre skabe til opbevaring af brændbare væsker
35. DS/EN 60079-10-1:2010, Eksplosive atmosfærer – Del 10-1: Klassifikation af områder – Eksplosive gasatmosfærer

### **Andet**

36. Brandteknisk vejledning nr. 19, 3. udgave, april 2004, Eksplosionsfarlige områder, Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut
37. Trafikstyrelsens bekendtgørelse nr. 543 af 2. juni 2012 om sikkerhedsrådgivere for transport af farligt gods med senere ændringer
38. Refrigerator stories, July 2000, Purdue University, USA
39. Fighting Lab Fires, Chemical & Engineering News, May 23, 2005 Volume 83, Number 21

Tusindvis af kemikalier med vidt forskellige egenskaber er en del af hverdagen på mange laboratorier. Ofte er de skadelige effekter af kemikalier til forskningsformål nærmest ukendte, og det stiller særlige krav til håndtering, opbevaring og kontrolprocedurer.

Beholdere med kemikalier hensættes på lagre, hvor de kan stå i årevis. For kemikalier og emballager med lang holdbarhed, er det fuldt forsvarligt, men er der tale om ustabile kemikalier, forkert emballage eller dårlige opbevaringsbetingelser, er det kilder til uheld.

Virkelighedens eksempler understreger behovet for den aktuelle vejledning, hvor forfatterne sammenfatter god praksis, myndighedskrav og emner med særlig betydning for en forsvarlig opbevaring af laboratoriekemikalier.



*Hanne Troen*



*Jørgen Stage Johansen*



*Lene brødegaard Hjerrild*