

# Opbevaring af laboratoriekemikalier



Jørgen Stage Johansen, Hanne Troen og Lene Hjerrild



Dansk Laborant-Forening/HK

**Opbevaring af laboratoriekemikalier**  
**3. udgave, 1. oplag 2020**

© Praxis - Nyt Teknisk Forlag 2020  
© Jørgen Stage Johansen, Hanne Troen, Lene Hjerrild 2020

Omslag: © Praxis - Nyt Teknisk Forlag  
Omslagsfoto: Jørgen Stage Johansen  
Modeller: Susanne Hermansen, Janne Colding og Kenneth Munk Pedersen, Københavns Universitet

Grafisk tilrettelæggelse og dtp: idteam, [www.idteam.dk](http://www.idteam.dk)  
Grafisk revision: Grapida v /Stig Bing, [www.grapida.dk](http://www.grapida.dk)  
Tryk: Stibo Complete  
ISBN: 978-87-571-2967-0

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:

Steven Knap: side 7 (øverst)  
Jesper Munck: side 8 (to øverste), side 10 (nederst), side 40 (nederst)  
Gram Commercial A/S: side 16 (øverst)  
Robert S. Coleman: side 51  
Øvrige billeder er leveret af forfattergruppen

Tilladelser:

Side 40 graf: Gengivet med tilladelse fra Beredskabsstyrelsen  
Side 51: Gengivet med tilladelse fra Professor Robert S. Coleman, The Ohio State University, USA

© Praxis - Nyt Teknisk Forlag  
Munkehatten 28  
5220 Odense SØ  
[info@praxis.dk](mailto:info@praxis.dk)

[www.praxis.dk](http://www.praxis.dk)  
Tlf. +45 63 15 17 00

Publikationen kan rekvireres ved henvendelse til:



Dansk Laborant-Forening/HK  
Weidekampsgade 8  
Postboks 470  
0900 København C  
[dlf@hk.dk](mailto:dlf@hk.dk)

[www.hk.dk/dl-f](http://www.hk.dk/dl-f)  
Tlf. +45 3330 4470

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), Hanne Troen (KemiRisk) og Lene B. Hjerrild (Head of Global OHS, Novozymes).

Denne 3. udgave er opdateret i forhold til ny lovgivning, herunder nye regler for brandfarlige væsker, og der er foretaget en lang række andre ændringer.

Forfatterne takker alle, der har kommenteret og givet gode ideer undervejs i skriveprocessen herunder, Peter Rønberg Hansen, Andrea Wilcks og Bende Storgaard Sørensen (arbejdsmiljøteamet på SUND, Københavns Universitet), sikkerhedsrådgiver John Frederiksen (NNE A/S), Susanne Hermansen (arbejdsmiljøkoordinator) samt Henrik Gammelager Kristensen (Gram Commercial A/S).

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

Endelig takker forfatterne Dansk Laborant-Forening 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
1. Fra virkelighedens verden .....	7
2. Inden etablering af et kemikalielager .....	11
Ansvar .....	11
Kemisk APV og ATEX APV .....	11
Indsamling af oplysninger .....	12
3. Generelle krav og drift .....	13
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 .....	18
Kemikalieuheld .....	19
Intern transport .....	19
Oprydning og rengøring .....	20
Kontrol af holdbarhed .....	20
Vedligeholdelse .....	21
4. Specifikke krav og myndigheder .....	23
Brandfarlige faste stoffer .....	23
Brandfarlige og brændbare væsker .....	23
Eksplosive stoffer .....	28
Giftige stoffer .....	28
Kræftfremkaldende stoffer .....	30
Ætsende stoffer .....	31
Radioaktive stoffer .....	31
Euforiserende stoffer .....	33
Narkotikaprækursorer .....	34
Trykflasker .....	35
Kemikalieaffald .....	37
<b>Bilag 1</b> Tjekliste ved etablering og drift af kemikalielager .....	38
<b>Bilag 2</b> Risici ved opbevaring .....	39
<b>Bilag 3</b> Krav til emballering af farlige kemikalier .....	42
<b>Bilag 4</b> ATEX og zoneklassificering .....	47
<b>Bilag 5</b> Kemikalieaffald – opsamling, sortering og mærkning .....	53
Referencer og litteratur .....	56

# 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 fem 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 myndighed.

På nogle fotos kan der optræde kemikalieemballageer med forældet mærkning, men forfatterne har valgt at medtage enkelte ikke reproducerbare "historiske" illustrationer af uheld og situationer.



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



# Fra virkelighedens verden

I det følgende gives eksempler på uheld og tilløb til uheld. Det er vigtigt at analysere den slags hændelser med henblik på forebyggelse og formidling.

## TATP dannet i 2-propanol

En sparsom mærket glasflaske fundet ved oprydning indeholdt angiveligt 2-propanol tilsat 0,1 % trifluoreddikesyre (TFA). Blandingen havde skøns-mæssigt henstået 6 år, og der blev observeret bundfald i størrelsesordenen 25-50 gram. Kemisk Beredskab, Beredskabsstyrelsen påviste, at bundfaldet bestod af det meget ustabile og eksplosive triacetonetriperoxid (TATP), og Forsvarets Ammunitionsrydningstjeneste måtte fjerne flasken.

## Grov overtrædelse af transportregler

En transportør hensatte papkasse med kemikalier fra tysk leverandør på rullebord i en varemottagelse. Kort efter lugtede omgivelserne af "eddikesyre". Laboratorieansat fik heldigvis kørt rullebordet udendørs, hvilket lettede håndtering af spild med egnede værnemidler.

Papkassen, som både havde været transporteret med fly og bil, viste sig at indeholde 15 stk. 500 ml flasker med trifluoreddikesyre heraf én knust. Emballering var helt uforsvarlig og i strid med transportregler.

## 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 Ammunitionsrydningstjeneste har flere gange været involveret i bortskaffelse og sprængning af emballager med picrinsyre.

1





Koncentreret myresyre i glasemballage uden sikkerhedsventil

## 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 derved danne kraftigt overtryk i flasken. Politiet fandt, at leverandøren havde overtrådt klassificeringsbekendtgørelsen, fordi flasken ikke var forsynet med sikkerhedsventil.

## 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.



Ammunitionsrydnings-tjenestens "humane rullemarie" gør klar til at flytte flaske, der indeholder eksplosivt manganheptoxid

## 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 opbevaringsbetingelserne ikke var helt optimale, men hverken kemikaliebrugsanvisningen 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). 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 Ammunitionsrydnings-tjeneste blev tilkaldt for at fjerne flasken. Universitetet fik en bøde for at have opbevaret et eksplosiv uden politiets tilladelse.



## Skruelåg tog hele halsen med

En laboratoriebruger skulle anvende lidt 68% salpetersyre til rengøring af glasudstyr og fandt en 5 liters plastdunk på et kemikalielager. Dunken blev placeret i stinkskaftet, men da vedkommende ville skrue låget af, blev det øverste af dunken siddende i skruelåget.

Endnu et eksempel på, at salpetersyre nedbryder plast - og endnu et eksempel på dårlig lagerstyring. Heldigvis kom ingen til skade. Salpetersyren i den nedbrudte plastemballage blev portionsvis hældt på is under omrøring og herefter kasseret.



## Dyrt tilbud på tetrahydrofuran

Et Institut havde indkøbt et stort antal flasker med ustabiliseret tetrahydrofuran. Brugerne blev på et tidspunkt utrygge ved den store lagerbeholdning, og peroxidindholdet i flere flasker blev målt til 2.000-3.000 ppm. Det blev besluttet at kassere de mange flasker, men først blev indhold af peroxider forsigtigt destrueret med en blanding af natriumiodid, eddikesyre og saltsyre, således at tetrahydrofuranen kunne bortskaffes som C-affald.

## 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 personskaade.

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 "emballagen skal forsynes med udluftningsanordning".

## Udtræksskuffe i kemikaliestab årssag 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 methansulfonfylchlorid, 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

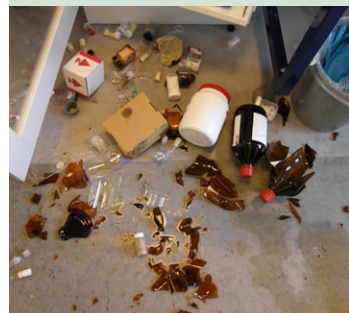
En del laboratorier har stået i den situation, at de måtte rekvirere Forsvarets Ammunitionsrydningstjeneste til at hjælpe med bortskaffelse af peroxiddannere, fx ethere, som de frygtede havde dannet eksplosive peroxider efter lang tids opbevaring. Typisk har årsagen været en dårlig lagerstyring. Standardindsatsen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

## Kemikaliestab med dårlige hyldeholdere

Uhensigtsmæssigt udformede hyldebærere var årsag til, at to hylder faldt ned i et kemikaliestab. Det udløste en beredskabsindsats, fordi indholdet fra knuste emballager blev blandet og afgav kraftig lugt. Indsatspersonalet konstaterede, at spildet bl.a. bestod af chloroform og ammoniak. Studerende og personale var kun kortvarigt eksponeret, så uheldet var heldigvis uden skadelig personpåvirkning. Hyldebærerne var ikke låst i hulleterne,



*Tetrahydrofuran med store mængder peroxid*



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



*Dårlige hyldebærere var årsag til, at hylde med kemikalier faldt ned*

og da hyldebærerne kun kunne skubbes 6 mm ind i hullerne, var der stor risiko for, at hyldebærerne arbejdede sig ud af hullerne.

### **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.

### **Mørnet plastbeholder med salpetersyre**

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

### **Beredskabsstyrelsens opfølgning**

Beredskabsstyrelsen har efter flere af de omtalte sager udarbejdet elektro- niske vejledninger om peroxiddannere, koncentreret myresyre og eksplosi- onsfarligt kemikalieaffald (25, 26, 27).

*Gammel plastbeholder med salpetersyre krakelerede og gav brugeren ætsninger*

*Mange laboratorier har været nødt til at rekvirere Forsvarets Ammunitions- rydningstjeneste til bort- skaffelse af eksplosivt affald*



# Inden etablering af et kemikalielager

Processen indledes med indsamling af oplysninger, 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, Sundhedsstyrelsen, Lægemiddelstyrelsen og Toldstyrelsen (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 fx 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 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 med andre stoffer.

# 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 oftest også ATEX APV**

#### Andre funktioner i kemikalielageret?

- 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

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 (12, 13, 14). Denne risikovurdering kaldes populært en ATEX APV og skal resultere i en zoneklassificering (23). 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 større mængder 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 normalt opbevares i ventilerede skabe.

Laboratoriets stinkskebe er ikke beregnet til opbevaring af kemikalier. Stinkskebsplads er dyr, og opbevaring af kemikalier, udstyr m.m. forringer stinkskebets funktion.

## 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.

# 3



*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 opsamlingsstank, 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 (10, 11).

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

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



*Kemikalier skal normalt opbevares under ventilerede forhold*

### Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning (10)

§ 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.

Hylde skal kunne bære vægten af kemikalierne, og de skal kunne tåle spild. Derfor bør hyldernes og hyldebærernes belastningsevne være kendt. Hyldeerne bør være beskyttet med en glasplade.

Farlige stoffer skal opbevares under øjenhøjde, normalt ca. 160 cm (15).

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. Lav placering vil også tilgodese ergonomiske hensyn.



*Kemikalieskab med overbelastede hylde. Specielt betænkeligt at glasflasker med opløsningsmidler er placeret højt*

## Køleskabe og frysere

Køleskabe med kemikalier bør være indrettet med særligt sug. Uden sug vil ophobede gasser og dampe frigives til omgivelserne ved åbning af lågen. Det er ikke muligt at tilslutte konstant sug, fordi kølesystemet ikke vil kunne opretholde temperaturen i opbevaringsrummet på den ønskede temperatur. Der vil dannes stigende mængder is på kølefladerne så der til sidst vil være risiko for, at kompressoren bryder sammen. Suget kan i stedet indrettes, så brugeren skal aktivere en låse- og sugeanordning, som ventilerer køleskabet 15-30 sekunder, inden lågen åbnes. Tiden må indstilles i forhold til vurdering af risiko for ophobning af gasser og dampe.

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

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

De opbevarede væsker vil oftest være brandfarlige, hvorfor køleskabene og evt. fryserne skal være EX sikret indvendigt inkl. det tilkoblede afkastsystem. Når døren åbnes, udvides zonen til området omkring køleskabet, hvorfor dette område også skal være EX sikret.

Hvis arbejdsområdet i øvrigt er klassificeret som en zone, hvor der kan opstå eksplosiv atmosfære, skal køleskabe og fryserne udvendigt opfylde kravene til opstilling i disse zoner (se *Brandfarlige væsker* og *Bilag 4*).

## 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.



Køleskab indrettet med sug, der aktiveres inden åbning af lågen





For nogle stoffer kan alder, opbevaringstemperatur, lyspåvirkning og luftadgang være afgørende for stabiliteten. Det er vigtigt, at disse stoffer ikke indkøbes og lagerføres 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 arbejdspladsen modtaget et sikkerhedsdatablad?

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?



Faser i kemikaliernes vej fra indkøb til bortskaffelse af affald. Instruktion skal indgå i alle faser



Ved modtagelse af kemikalier skal personalet instrueres, og modtagedstedet skal være fornuftigt indrettet. Billedet viser leverance af bl.a. brandfarlige opløsningsmidler, som blot er aflæsset i et trapperum

## 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 god lagerstyring.

Forskellige programmer er designet til at registrere oplysninger om kemikaliernes placering, mængder, sikkerhedsdatablade m.m. Flere systemer har også et beregningsmodul, som kan klassificere blandinger.

Det kan være hensigtsmæssigt med adgang til PC i eller ved kemikalie-lageret.

## 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 skal være forsynet med etiket, som oplyser, hvem der har fremstillet indholdet 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).

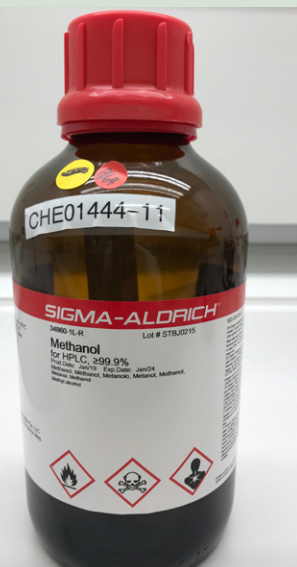
## Emballering

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 fx 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.



Kemikalier skal være mærket af leverandøren

## 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 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. Hvis der er behov for transport ad vej med indregistreret køretøj, vil der være tale om transport af farligt gods, som kræver uddannelse efter ADR.



Forsvarlig spildopsamling



Transportbeholder til enkelt-emballager

## Kemikalietransport Brug en anden elevator!



Elevatortransport af kemikalier  
skal altid foregå uden personledsagelse

Eksempel på skilt beregnet til transport af kemikalier i elevator



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



Rengøringspersonalet må ikke håndtere kemikalier

## 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 stoffer 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 (25).

Mange af de mere almindeligt anvendte ethere 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 (25).

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. de nævnte eksempler 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.



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

## Vedligeholdelse

På et kemikalielager er der en række tekniske hjælpemidler og nødhjælp-udstyr, 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 (33)

- 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.
- I rum til opbevaring af kemikalier, som kan afgive brand- eller eksplosionsfarlige dampe eller støv, skal der indrettes særlig ventilation.



*Der skal være adgang til nødhjælp-udstyr 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
- Sundhedsstyrelsen – radioaktive stoffer
- Lægemiddelstyrelsen – euforiserende stoffer
- Toldstyrelsen – narkotikaprækursorer og afgiftsfritaget ethanol

Miljøstyrelsen og Arbejdstilsynet regulerer kemikalielovgivningen mere bredt:

- Miljøstyrelsen (klassificering og mærkning, emballage, gifte og ozonnedbrydende stoffer)
- Arbejdstilsynet (kræftfremkaldende stoffer, 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 (20, 21, 22).

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 (20, 21, 22).

## Brandfarlige og brændbare væsker

Brandfarlige væsker er i Beredskabsstyrelsens regler defineret som væsker med flammepunkt på højst 93 °C (16, 17). Det kan også være opvarmede væsker og smeltede brændbare stoffer, der først afgiver antændelige dampe ved højere temperaturer. De inddeles i tre væskeklasser ud fra flammepunktet relateret til klassificering i CLP og GHS. Klasse I omfatter Flam.liq. 1 og 2 i GHS, klasse II og III svarer til Flam.liq. 3 og Flam.liq. 4 i GHS.

# 4



Skiltning ved oplag af brandfarlige væsker



Stort oplag af brandfarlige opløsningsmidler



Acetone med kogepunkt 56 °C og flammepunkt -20 °C er "Flam.liq. 1".  
1 liter svarer til 1 oplagsenhed



Brændbare væsker – brandfareklasse IV – er defineret som væsker med flammepunkt på over 93 °C, dog højst 370 °C. Denne klasse bruges dog kun til oplag i tanke.

Alle fire brandfareklasser inddeles i: En underklasse 1 for væsker, som ikke er vandblandbare i ethvert forhold. Underklasse 2 for væsker, som er vandblandbare i ethvert forhold. Væsker, der kan emulgeres med vand, henregnes til underklasse 2.

Mængden af brandfarlige væsker opgøres i oplagsenheder. En oplagsenhed (OE) er 1 liter klasse I-væske, 5 liter klasse II-væske eller 50 liter klasse III-væske.

#### Beredskabsstyrelsens brandfareklasser

BRS	GHS	Flammepunkt	Kogepunkt
Klasse I	Flam.liq. 1	< 23 °C	≤ 35 °C
	Flam.liq. 2	< 23 °C	> 35 °C
Klasse II	Flam.liq. 3	≥ 23 °C og ≤ 60 °C	-
Klasse III	Flam.liq. 4	≥ 60 °C og ≤ 93 °C	-
Klasse IV	Ikke klassificeret	≥ 93 °C og ≤ 370 °C	-

#### Klassifikation af brandfarlige og brændbare væsker i GHS og CLP

GHS	Flammepunkt	Kogepunkt	Piktogram	Signalord	Faresætning
Flam.liq. 1	< 23 °C	≤ 35 °C		Fare	H224: Yderst brandfarlig væske og damp
Flam.liq. 2	< 23 °C	> 35 °C		Fare	H225: Meget brandfarlig væske og damp
Flam.liq. 3	≥ 23 °C og ≤ 60 °C	-		Advarsel	H226: Brandfarlig væske og damp
Flam.liq. 4 Ikke i CLP	> 60 °C og ≤ 93 °C	-		Advarsel	H227: Brændbar

EU's regler for klassificering af farlige stoffer (CLP) bygger på FN's globale retningslinjer (GHS). Klassificering og mærkning af Flam.liq. 1 og 2 tager både hensyn til væskernes flammepunkt og kogepunkt, mens Flam.Liq. 3 og 4 kun er defineret ud fra flammepunkt. EU har i CLP-reglerne fravalgt kategorien Flam.liq. 4 fra GHS.

#### Hypptigt anvendte opløsningsmidler - Beredskabsstyrelsens brandfareklasser

Væske	Flammepunkt	Brandfareklasse	Antal liter = 1 OE
Diethylether	-45 °C	I-1	1
n-Hexan	-22 °C	I-1	1
Acetone	-20 °C	I-2	1
Tetrahydrofuran	-14 °C	I-2	1
n-Heptan	-4 °C	I-1	1



Væske	Flammepunkt	Brandfareklasse	Antal liter = 1 OE
Ethylacetat	-4 °C	I-1	1
Acetonitril	2 °C	I-2	1
Toluen	4 °C	I-1	1
Methanol	11 °C	I-2	1
2-propanol	12 °C	I-2	1
Dioxan	12 °C	I-2	1
Ethanol	13 °C	I-2	1
Eddikesyre	39 °C	II-2	5
N,N-Dimethylformamid	58 °C	II-2	5
1-Octanol	80 °C	III-1	50
Dimethylsulfoxid	95 °C	-	-



2,5 liter acetone, 5 liter diethylether, 5 liter toluen og 2,5 liter heptan med brandfareklasse I-1 eller I-2, tilsammen 15 oplagsenheder

## 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.

## Ved uheld

Udover det generelle nødhjælpsudstyr bør lageret være forsynet med:

1. Håndildslukker (normal kulsvyreslukker)
2. Slangevinde inden for 25 m
3. Røgmelder
4. Brandtæppe.

## Zoneklassificering

I områder, hvor der kan forekomme eksplosiv atmosfære, skal der foretages en risikovurdering og en zoneklassificering (12, 13, 14, 24).

Hvis flammepunktet er over 30 °C, vil der normalt ikke være risiko for "eksplosiv atmosfære" ved normalt tryk og stuetemperatur 20 °C (12, 13, 14, 24). 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 (24).



Slukningsudstyr og spildopsamlingsmateriale ved oplag af brandfarlige væsker

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.

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).

Elinstallationer og opvarmningssystem skal være sikrede mod gnistdannelse (EX mærkede svarende til den pågældende zone) (12).

Afløb til opsamlingsbeholder skal også sikres i forhold til zoneklassificering.

#### 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 stinkskaab	Ingen eller zone 2

### Skiltning

Indgange til zoneklassificerede områder skal være mærket med EX skilte. Ved indgangen til områder og lokaler med klassificerede områder kl. 0, 1, 20 eller 21 skal der desuden opsættes tydelige og holdbare skilte (piktogrammer) med forbud mod tobaksrygning og brug af åben ild.

Hvis ikke hele lokalet, men kun en del af dette er eksplosionsfarligt område, skal denne del afmærkes med en gul/sort skravering på gulvet (23).



Skiltning for eksplosionsrisiko

## Oplag i laboratorier

Der må normalt oplagres 50 oplagsenheder i et laboratorium.

I et enkelt laboratorium eller lager, der brandmæssigt adskilles i overensstemmelse med de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker (16), må der oplagres indtil 50 oplagsenheder, og der må opbevares op til 800 oplagsenheder i en brandsektion med flere laboratorier, der hver især opfylder bestemmelserne.

### Lagerafsnit i laboratorier (16)

3.3.17

Lagerafsnit med højst 50 oplagsenheder af brandfarlige væsker i et laboratorium kan etableres i overensstemmelse med bestemmelserne i litra a - e.

- Laboratoriet skal adskilles fra andre lokaliteter, herunder andre laboratorier, med mindst bygningsdel klasse EI 60 [BD-bygningsdel 60] og mindst dør klasse EI2 30 [BD-dør 30-M]. Overflader på lofter og vægge skal være af beklædning klasse K1 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. Gennemføringer for installationer og lignende i brandadskillende bygningsdele skal sikres, så adskillelsernes brandmæssige egenskaber ikke forringes.
- I en brandsektion med flere laboratorier, der hver især opfylder bestemmelserne i litra a, må der tilsammen oplagres højst 800 oplagsenheder.
- Emballager i lagerafsnittet må ikke have en kapacitet større end 150 liter
- Bestemmelserne i punkterne 3.9.1 – 3.9.6 om brandslukningsmateriel skal overholdes.  
Dvs. I laboratorier eller indgangen hertil skal der som minimum anbringes en egnet håndildslukker, der overholder gældende standarder.
- Bestemmelserne i punkterne 3.11.9 og 3.11.22 om orden skal overholdes.  
Dvs. Lagerafsnit skal holdes rene og ryddelige.  
Håndildslukkere skal tilses og vedligeholdes, så de altid er funktionsdygtige.  
De skal efterses mindst 1 gang om året.

## Større oplag

I Beredskabsstyrelsens Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker (16, 17) er beskrevet detaljerede krav til oplag af brandfarlige væsker, der er større end 50 oplagsenheder (OE). En del af disse krav er angivet nedenfor.

## Brandsektion

De brandfarlige væsker skal opbevares i et rum, der er udført som en selvstændig brandsektion. Der skal være mindst en dør direkte til det fri i terrænhøjde eller til rampe med trappe til terræn, hvis der opbevares kategori A-væske (væsker med fl.pkt. < 30°C og væsker, der opbevares ved temperaturer højere end 10 grader under fl.pkt.)



*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*

## Tilladelse

Oplag over 800 OE kræver godkendelse fra kommunalbestyrelsen (16, 17).

## Omhældning

Hvis der sker omhældning eller aftapning af brandfarlige væsker, skal der anvendes en spildbakke - eller der skal på anden måde være en mulighed for opsamling af spild. I oplag over 800 OE må ikke ske omhældning.

## Miljø

Der skal sikres mod udflydning af væsker svarende til mindst den største emballageenhed. Dette kan ske ved afløb til opsamlingsbeholder, placering af emballage i opsamlingskar eller ved, at døråbninger sikres med opkant, min. 5 cm.

## Skiltning

Der skal opsættes tydelige og holdbare skilte med forbud mod rygning og brug af åben ild på følgende steder:

- I selve lagerafsnittet samt udvendigt på alle døre og porte hertil.
- Ved lagerafsnit i det fri.

## 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

Opbevaring af eksplosivstoffer kræver tilladelse fra politiet (4).

I forbindelse med konkrete forsøg på universiteter 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 1A eller 1B (Carc. 1A eller 1B, Muta. 1A eller 1B eller Repr. 1A eller 1B).



Befugtning af picrinsyre med formodet vandindhold under 10 %

## Tilladelse, indretning og skiltning mv.

Giftige stoffer må kun købes via rekvisition fra politiet (private) eller via 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.

De danske regler om opbevaring af giftige stoffer indeholder også regler til forebyggelse af terrorhandlinger:

## Miljøstyrelsens regler

Giftige stoffer og blandinger skal opbevares forsvarligt under lås og utilgængeligt for børn.

Uvedkommende – og det kan fx være rengøringspersonale – må ikke have adgang til de opbevarede gifte.

Alle døre til skabe, lokaler og lignende, hvori der opbevares giftige stoffer og blandinger skal forsynes med en advarselstavle – et dødningshoved med undertavlen ”giftige stoffer”.

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.

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.



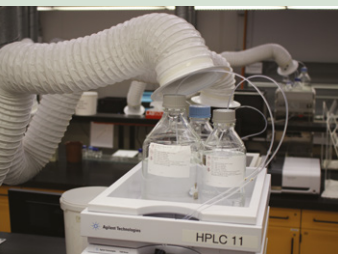
Skabe med giftmærkede stoffer skal være aflåste og forsynet med advarselstavle



Skiltning af giftige stoffer. Undertavle må godt være affattet på både dansk og engelsk.

De enkelte stoffers og blandingers sundhedsmæssige egenskaber (klassificering) afgør, hvilke krav der gælder.

Fareklasse og farekategori	H sætninger	Farepiktogram	Krav om opbevaring under lås mv.	Krav om udpegning af giftansvarlig	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		



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

## 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.

På laboratorier 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.

Giftige stoffer 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.



## Kræftfremkaldende stoffer

Reglerne for arbejdet med kræftfremkaldende stoffer og materialer er både omfattet af de generelle regler for arbejde med stoffer og materialer (6) og særregler beskrevet i kræftbekendtgørelsen (8), hvor de kræftfremkaldende stoffer og materialer er opført i bilag 1.

Bilaget omfatter bl.a. stoffer og materialer med faresætningerne H350 (kan fremkalde kræft), H350i (kan fremkalde kræft ved indånding), H351 (mistænkt for at fremkalde kræft) og H340 (kan forårsage genetiske defekter).

Nogle kræftfremkaldende stoffer kræver en anmeldelse eller godkendelse fra Arbejdstilsynet før ibrugtagning. Disse stoffer er i bilag 1 anført med en eller flere af §§47-52 i en kolonne med "særlige bestemmelser".

Kræftbekendtgørelsens krav er primært rettet mod fremstilling, anvendelse og håndtering, men i §32 pålægges arbejdsgiveren at træffe foranstaltninger til "sikker opbevaring, håndtering og transport af stoffer og materialer".

Mange af de kræftfremkaldende stoffer er omfattet af klassificeringsbekendtgørelsens definition af gifte, og skal altså opbevares aflåst og med advarselstavle på skabet.

## Ætsende stoffer

Med ætsende stoffer eller produkter menes kemikalier, der mærkes med symbolet GHS05 "ætsende" efter CLP-forordningen. Blandinger anses for at være hudætsende (kategori 1) hvis  $\text{pH} < 2$  eller  $\text{pH} > 11.5$ .

### 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. Oxiderende syrer som salpetersyre og perchlorsyre skal holdes adskilt fra organiske opløsningsmidler og andre let oxiderbare kemikalier.

## Radioaktive stoffer

### Definition

Radioaktive stoffer er stoffer (radioisotoper), der udsender stråling fra atomkernen enten i form af partikler eller i form af elektromagnetisk stråling.

**Lukkede radioaktive kilder** er radioaktivt materiale, der er permanent forseglet, således at spredning af det radioaktive materiale under normale forhold er forhindret.

**Åbne radioaktive kilder** er uindkapslede radioaktive materialer i form af gas, aerosol, væske eller fast stof, hvor kontakt med eller spredning af materialet kan forekomme under brug.

### Lovgivning

Strålebeskyttelse (SIS) i Sundhedsstyrelsen administrerer lovgivning om brug af radioaktive stoffer. Lovgivningen omfatter radioaktive stoffer med aktiviteter over en angivet størrelse (28, 29).

### Tilladelse

Ved aktivitet og aktivitetskoncentration over en vis værdi skal der ske underretning eller søges om tilladelse til brug af radioaktive kilder. Kravene til indholdet i ansøgning om tilladelse og/eller underretning afhænger af art, omfang og kompleksitet i brugen af strålekilderne eller stråleudsættelsen. Kravene går bl.a. på sikkerhedsvurdering, dosisberegninger, indretning af lokaler, instruktioner m.m.

Myndighedskontrolniveauerne for henholdsvis lukkede radioaktive kilder og åbne radioaktive kilder er gengivet i tabellerne på næste side.



Stærkt ætsende kemikalier korroderer metalhængsler i opbevaringsskabe



Opbevaringssteder til radioaktive stoffer skal mærkes og aflåses

Myndighedskontrolniveau for åbne radioaktive kilder		Aktivitetsindeks [ $I_A$ ]		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 10$	$10 < I_{A,bilag\ 3}$
Aktivitetskoncentrationsindeks [ $I_{AK}$ ]	$1.000 < I_{AK,bilag\ 3}$	Tilladelse	Tilladelse	Tilladelse
	$1 < I_{AK,bilag\ 3} \leq 1.000$	Underretning	Tilladelse	Tilladelse
	$I_{AK,bilag\ 3} \leq 1 < I_{AK,bilag\ 4}$	Undtaget fra krav om tilladelse og underretning	Underretning	Tilladelse

Myndighedskontrolniveau for lukkede radioaktive kilder		Aktivitetsindeks [ $I_A$ ]		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 100$	$100 < I_{A,bilag\ 3}$
		Undtaget fra krav om underretning	Underretning	Tilladelse

## Registrering

En virksomhed, der besidder radioaktivt materiale over minimumsgrænserne, skal føre en fortegnelse med de i (28, 29) angivne oplysninger og skal afhængigt af aktivitetsmængde indsende oplysninger herom til SIS.

## Mærkning

Radioaktive materialer skal være tydeligt mærket. Lukkede radioaktive kilder jf. §56 og anlæg og udstyr jf. §57 med dato for seneste og næste eftersyn.

Åbne radioaktive kilder skal være tydeligt mærket jf. §66 med symbolet for ioniserende stråling og teksten »Radioaktiv«. Desuden skal kilden være forsynet med navnet på den radioaktive isotop, aktivitet og hvor relevant med radioaktivitetskoncentration på en given dato, fysisk og kemisk form samt relevant kontaktperson.



Mærkning af radioaktivt stof og affaldsbeholder

## Opbevaring

Radioaktivt materiale skal opbevares på specielt indrettede opbevaringssteder, så spredning til omgivelser hindres, evt. i et mindre aflåst område eller skab i egnede beholdere. For åbne kilder kan en egnet beholder evt. være en lufttæt beholder. Anlæg til opbevaring af radioaktivt affald må ikke anvendes til andre formål.

## Ansvarlig person

En virksomhed, der er omfattet af krav om tilladelse eller underretning, skal råde over en strålebeskyttelseskoordinator, og denne skal medvirke til bl.a. at opretholde strålebeskyttelse af arbejdstagere. Afhængig af anvendelsen kan der også være krav om strålebeskyttelsesekspert og medicinsk-fysisk ekspert. For grundskoler og gymnasier skal der være en ansvarlig person udpeget af skolens ledelse. SIS fastsætter krav til disse ressourcersoners kvalifikationer, og strålebeskyttelseskoordinatorer, strålebeskyttelsesekspertter og medicinsk-fysiske eksperter skal være godkendte af SIS.



## Skiltning

Der skal være et advarselsskilt "Radioaktiv materiale" ved aktiviteter større end grænserne (29). Ved aktiviteter større end 100 gange grænserne kan der være krav om skiltning for "OVERVÅGET OMRÅDE" eller "KONTROLLERET OMRÅDE".

## Euforiserende stoffer

Lovgivningen om euforiserende stoffer administreres af Lægemiddelstyrelsen. Euforiserende stoffer er opført på fem lister (31):

- Liste A omfatter stoffer, der ikke må forefindes i landet uden tilladelse (fx cannabis, heroin, opium, LSD).
- Liste B, D og E omfatter stoffer, der kun må bruges til medicinsk og videnskabelig brug (fx amfetaminer, GHB, 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 normalt tilladelse til at besidde og opbevare euforiserende stoffer, og der er forskellige krav til regnskabsførelse og indberetning til Lægemiddelstyrelsen.

Statens naturvidenskabelige, lægevidenskabelige og tekniske laboratorier og institutioner må uden særskilt tilladelse anvende euforiserende stoffer til formål, som falder inden for institutionens naturlige virke. Ligeledes må de syntetisere og foretage anden kemisk ændring af euforiserende stoffer til videnskabeligt formål. Import og eksport samt brug af liste A-stoffer kræver dog altid tilladelse. Rekvirering af euforiserende stoffer skal foregå ved, at lederen af laboratoriet eller institutionen udfærdiger en skriftlig rekvisition.

Der må ikke opbevares større beholdninger af euforiserende stoffer end påkrævet, og stofferne skal opbevares i forsvarlig og mærket emballage samt utilgængeligt for uvedkommende fx i aflåst skab eller lokale med restriktiv adgang i form af chipkort.

Lister over stoffer klassificeret som euforiserende er, uden CAS-nr., tilgængelig på Lægemiddelstyrelsens hjemmeside.



*Lægemiddelstyrelsen kræver regnskab for lagerbeholdning af euforiserende stoffer*

### Bekendtgørelse om euforiserende stoffer (31)

§ 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.

## Narkotikaprækursorer

Handel med nogle laboratoriekemikalier er reguleret, fordi de kan omdannes til – eller anvendes som hjælpestoffer ved fremstilling af - narkotika og psykotrope stoffer. Fx kan ephedrin (kategori 1) anvendes som udgangstof til fremstilling af amfetamin, og eddikesyreanhydrid (kategori 2A) er noglepræcursor til fremstilling af heroin.

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 Toldstyrelsen.

Listerne med narkotikaprækursorer er inddelt i tre kategorier. For kategori 1 stoffer udsteder Toldstyrelsen en "licens", og for kategori 2 stoffer skal foreligge et "Registreringsbevis". Begge gælder i max tre år. Listerne kan findes via [www.skat.dk](http://www.skat.dk) eller via opdateret bilag til EU's forordning 273/2004.

En erhvervsdrivende, som har licens til indkøb, skal træffe hensigtsmæssige foranstaltninger til at forhindre uautoriseret fjernelse af registrerede stoffer i kategori 1 og 2, og der skal føres regnskab, som årligt skal indberettes til Toldstyrelsen.

Ellers indeholder lovgivningen ikke særlige krav til opbevaring af narkotikaprækursorer, men det anbefales at opbevare kategori 1 og 2 stoffer aflåst.

Leverandører, som sælger et stof i kategori 1 eller 2 til laboratorier, 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.

Listerne med narkotikaprækursorer og den frivillige overvågningsliste får en gang imellem tilføjet nye stoffer. Fx forventes, at rødt fosfor, der kan anvendes ved fremstilling af amfetamin, kommer med i kategori 2, eller som minimum på den frivillige liste. De oplyste kategori 1-stoffer i skemaet omfatter også en række stereoisomere former og salte.



Nogle kemikalier kan misbruges til fremstilling af euforiserende stoffer

Kategori 1 De mest følsomme stoffer (de vigtigste narkotikaprækursorer)	Kategori 2 Mindre følsomme stoffer og ”præ-præ- kursorer”	Kategori 3 Bulk-kemikalier, som kan anvendes i fremstillingspro- cessen
1-phenyl-2-propanon N-acetylanthranilsyre α-phenylacetoacetonitril Isosafrol (cis + trans) 3,4-methylenedioxyphenylpropan-2-on Piperonal Safrol 4-anilino-N-phenethylpiperidin (ANPP) N-phenethyl-4-piperidon (NPP) Ephedrin Pseudoephedrin Norephedrin Ergometrin Ergotamin Lysergsyre Chlorephedrin Chlorpseudoephedrin	2A Eddikesyreanhydrid  2B Phenyleddikesyre Anthranilsyre Piperidin Kaliumpermanganat	Saltsyre Svovlsyre Toluen Ethylether Acetone Methylethylketon

## Trykflasker

Gasser til brug i laboratoriet opbevares på trykflasker.

### Regler

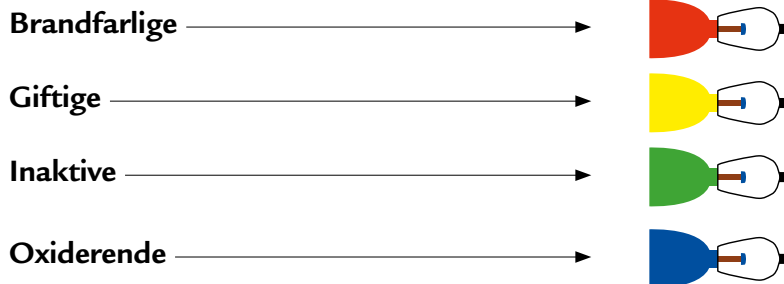
Opbevaring og brug af trykflasker er omfattet af Arbejdstilsynets (9) og Beredskabsstyrelsens regler (18).

Gasinstallationer, distributionsledninger og øvrige gasforsyningssystemer skal være udført i overensstemmelse med Arbejdstilsynets og Gassikkerhedslovens regler 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 konstruerede 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.



Udendørs gascentral



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



## Brug og opbevaring

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

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.

Laboratorier, som bruger gasarter jævnligt 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.

## Uodoriseret gas (ikke tilsat lugt)

Generelt skal gas, der distribueres, være odoriseret jf. Gassikkerhedsloven (44). De fleste gasser, der anvendes i laboratorierne kan ikke lugtes.

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. Dette kan fx være i form af et gasdetekteringsanlæg.

## Gasoplagsenheder

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

Begrebet gasoplagsenhed (GOE) defineres som (18)

- 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 fx hydrogen i laboratoriet, vil der normalt forekomme områder med eksplosiv atmosfære. Laboratoriet skal der derfor zoneklassificeres (24).

### Lokale med gasflasker der er tilsluttet anlæg

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 altid opbevares i mekanisk ventilerede lagerrum, ventilerede kemikalieskabe eller i udendørs naturligt ventilerede lagerrum.

I forbindelse med forsendelse af kemikalieaffald som farligt gods er der krav om, at arbejdspladsen har tilknyttet en sikkerhedsrådgiver (41).

### 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, faremærker m.m.

### Emballage

Da affaldet ofte er blandet og af meget varierende art, anbefales UN-godkendt affaldsemballage af bedste kvalitet. Det vil fx sige plastdunke på 5 liter med emballagekode X og spændelågsfæde 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 spændelågsfæde, skal der benyttes et pakkemiddel, oftest vermiculite. Dette sikrer stabil pakning og er samtidig et absorberende materiale 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

Dunke med flydende affald må ikke placeres direkte på gulvet. Der skal være opsamlingskar under dunkene.

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

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



Ventileret opbevaring af dunke med kemikalieaffald



Ventilation i rum til kemikalieaffald

# Bilag 1

## Tjekliste ved etablering og drift af kemikalielager

Tjekpunkter		Bemærkninger
Hvad skal rummet bruges til	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager, afvejning, omhældning, 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, evt. funktionsspecifik ADR-uddannelse</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>
Nødhjælpudstyr	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nødbruser • Øjenskyller</li> <li>Håndildslukker</li> <li>Spildopsamlingsmidler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nødbruser 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 nødbruser</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>Radioaktivitetsmærke på beholdere</li> <li>Aflåst og skiltet rum eller skab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Åbne radioaktive kilder skal være mærket og angivet med kilde, styrke og dato</li> <li>Vær særligt opmærksom på, at hyldeerne kan holde til afskærmning med bly</li> </ul>
Miljøfarlige kemikalier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spildebakke eller afløb til opsamlingskande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativt sikring af afløb fx med opkant</li> </ul>
Omhældning	<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>Nødbruser, 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

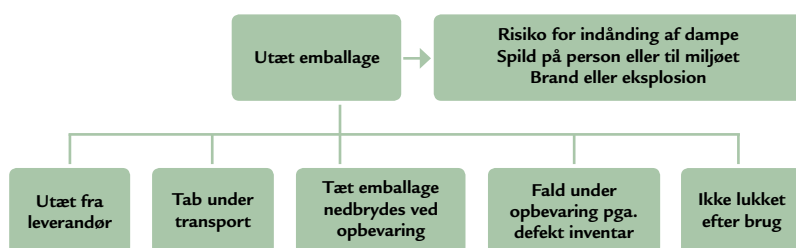
Ved opbevaring af kemikalier skal der træffes forholdsregler, som forebygger eksponering og ulykker. Opbevarede kemikalier øger normalt brandbelastningen, og de kan forværre en brand opstået i tilknyttede lokaler, når kemikalier afgives.

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. Alligevel kan der forekomme udslip, hvis der er anvendt forkert emballage, hvis opbevaringsbetingelserne ikke er overholdt, hvis håndteringen er u hensigtsmæssig, 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.

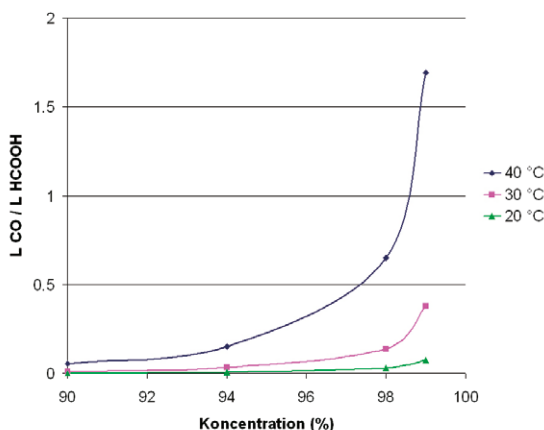


Eksempel på emballage med ødelagt skruelåg



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

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 (26).

## Uheld

Emballagen kan gå i stykker ved uheld, fx hvis den har været udsat for uhenigtsmæssig 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.

## Utsigtet 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.

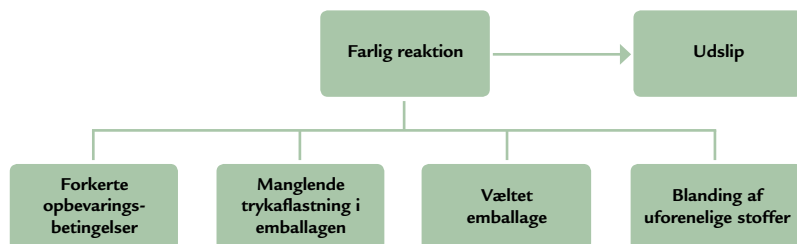
Farlige reaktioner kan også forekomme, hvis beholdere med to reaktive kemikalier samtidig går i stykker og blandes, eller hvis spild fra et kemikalie hældes på en uegnet beholder.



## 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*

# Bilag 3

## Krav til emballering af farlige kemikalier

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:



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

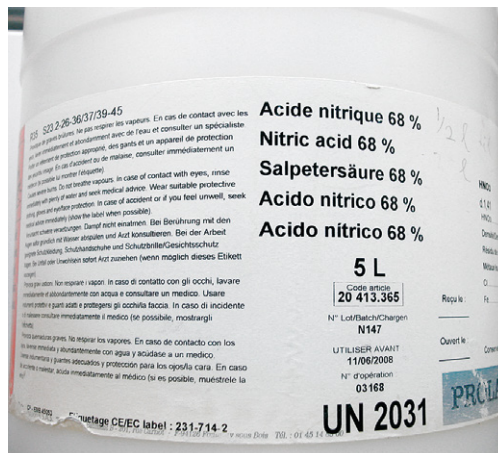
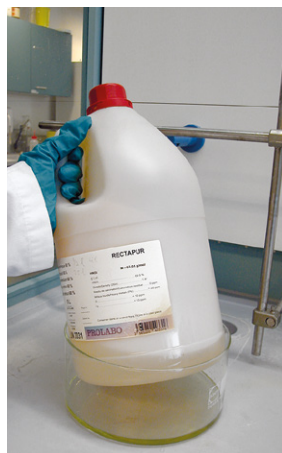
### Diskussion og anbefaling

På laboratorier anvendes nyindkøbte kemikalier ikke altid 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 kemikaliet og evt. emballagens 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 plastbeholdere, 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 kemikaliet og emballagen 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 kemikaliet og emballagen.

## 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. Der kan dog være kortere holdbarhed for specifikke stoffer som fx kun 2 år for koncentreret salpetersyre. UN står for The United Nations packaging symbol.

## Myndigheder generelt

Generelt skal kemikalier opbevares i egnet emballage, der sikrer mod, at kemikaliet 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 (33) 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.

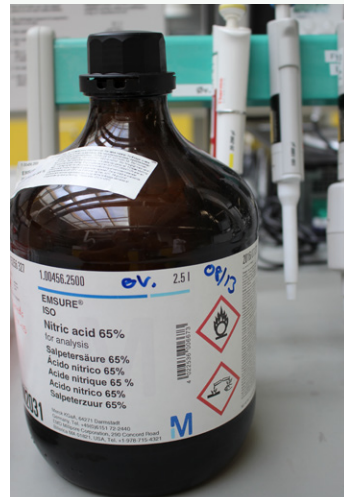
Krav til emballage ved opbevaring af kemikalier er underlagt Miljøstyrelsens regler. Tilsvarende krav er beskrevet i CLP forordningen (1, 2).

### 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 luftveje.



*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*



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



Eksempler på UN-godkendte emballager til kemikalieaffald. Til transport pakkes fx mange 5-liters dunke ned i 200 liter fade med brug af sugematerialet vermiculite

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. ADR kravene har til formål, at transport af kemikalier kan gennemføres sikkert.

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.

### 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)

### Attestering

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

## 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. ADR gælder for vejtransport af farligt gods, mens 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 tillades til transport som "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 egnede til transport, men skal ikke afprøves og mærkes efter reglerne i ADR.

## Eksempler på krav til emballagestørrelse ved transport som begrænsede mængder ADR 2019

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 fareseddel 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 krympefolie.

\*\* 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" (12, 13, 23, 24).

## 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.

## 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 (12).

## 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 (12, 24). 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.

## 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 luft og damp/gas/tåge/støv) (12, 13, 23, 24).

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



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

der kan afdampes væske, bliver reduceret. Endelig kan man fjerne luftens ilt i beholdere ved fx at tildele 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.

## 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 (24).

### 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 – dog ikke EX-sikret ventilation.

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*



## Undgå gnistdannelse

I skabe, der ikke kan ventileres indvendigt, fx køleskabe og frydere, skal brandfarlige væsker opbevares i tæt lukket emballage. El-installationer skal opfylde beskyttelsesprincipperne svarende til den zone skabet placeres i. Hvis der kun forekommer eksplosionsfarlige gasser og 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.

Når køleskabet åbnes er zonen både i opbevaringsrummet og rundt om skabet. Derfor skal både den elektriske og mekaniske konstruktion opfylde beskyttelsesprincipperne for den pågældende zone.

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 mindre end 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)	Fryder (-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 eksplosionsikkert område. Der bør være taget højde for dette i laboratorieinstruksen.

## Omhædling af brandfarlige væsker

I kemikalielagre opbevares ofte brandfarlige væsker i større emballager på fx 25 liter. Når kemikalierne skal anvendes, bliver de ønskede mængder omhældt til mindre emballager. Der skal i disse tilfælde etableres ventileret aftapningsmulighed, fx i stinkskab. Omhædling må ikke foregå i rum med større brandfarlige oplag (>800 OE).

### 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.



Billedet viser et ombygget køleskab. De monterede komponenter (lås og motorspjæld) overholder ikke ATEX, og den oprindelige ATEX-mærkning burde derfor være fjernet. Et ombygget køleskab skal endvidere have nyt CE-mærke.



Billedet viser et køleskab med spjældfunktion, som kan tilkobles udsugningen. Den oprindelige CE-mærkning og ATEX-krav til zone 2 er stadig opfyldt. Den elektriske og mekaniske konstruktion opfylder kravene til zone 2 indvendigt og udvendigt, også når døren på køleskabet åbnes.

## 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 stinkskabet ikke klassificeres som eksplosionsfarligt område, hvis der er sikret mod, at spild kan løbe ud af stinkskabet (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, eller processen kan stoppes eller undlades.

Alternativt skal el-udstyr inde i stinkskabet sikres, og hvis der ikke er opkant på stinkskabet, skal el-udstyr og installationer i et område foran stinkskabet (0,5 m) også gnistsikres. Stinkskabet og området foran stinkskabet 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 der udføres aftapning til mindre beholdere indendørs uden for stinkskab, skal ventilation sikre, at den eksplosive atmosfæres udbredelse holdes tæt ved aftapningsstedet. Ifølge et eksempel fra Beredskabsstyrelsen skal området horisontalt omkring tromlen 1 m fra åbningen og vertikalt fra gulvet op til 1 m over tappehanens åbning klassificeres som zone 1. Et område på 2 m uden for zone 1 skal klassificeres som zone 2 (24).

## 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.



*Omhældninger af ethanol fra dunk til mindre beholdere i effektivt stinkskab*

## Eksempler på uheld

### Ekspllosion i køleskab/fryser

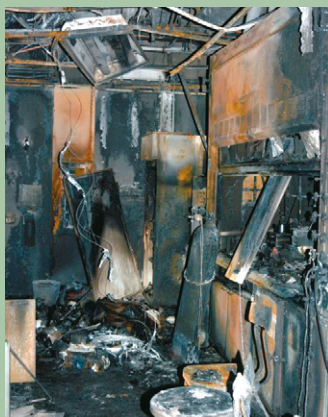
Der har i årenes løb været en del tilfælde med eksplosion ved opbevaring af brandfarlige organiske opløsningsmidler i almindelige køleskabe og fryser (42).

### Hexanekspllosion

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 hylde brød sammen. Der var store mængder hexan på gulvet, og den studerendes bukser blev gennemblødte. Ved de efterfølgende undersøgelser af årsag til ulykken konstateres, at kemikalieskabets hylde på et tidspunkt var blevet udskiftet med et forkert fabrikat. Undersøgelserne kunne derimod ikke præcis fastslå, hvilken tændkilde, der havde initieret eksplosionen, men mistanken var bl.a. rettet mod gnist fra en motor eller fryser, som var placeret tæt på udslippet.



*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

## Mærkning af eksplosionsfarlige områder

1. Indgange til eksplosionsfarlige områder skal markeres med det viste advarselsskilt.

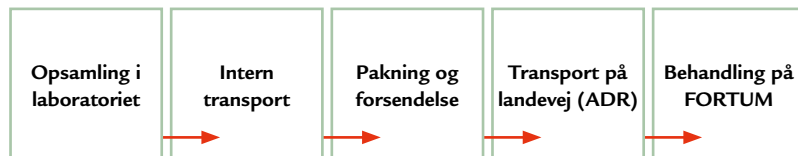


2. Udvendigt ved indgangen til områder og lokaler, der klassificeres som zone 0, 1, 20 og 21 skal der ud over ovennævnte advarselsskilte opsættes tydelige og holdbare skilte med forbud mod tobaksrygning og brug af åben ild.
3. Skiltning skal være udført i overensstemmelse med Arbejdstilsynets bestemmelser om sikkerhedsskiltning.
4. Hvis ikke hele lokalet, men kun en del af dette er eksplosionsfarligt område, skal denne del afmærkes med en gul/sort skravering på gulvet.

# Kemikalieaffald – opsamling, sortering og mærkning

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

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



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

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

## Opsamling af kemikalieaffald i laboratoriet

Kasserede kemikalier kan bortskaffes i original emballage, hvis emballagen fortsat er egnet, dvs. tætlukket, ikke for gammel og forsynet med original faremærkning og etiket, som ikke må fjernes, overstreges eller tildækkes. Affaldet opbevares i et ventileret kemikalieeskab.

Kemikalieaffald i laboratoriet forekommer oftest som vidt forskellige blandinger. Affaldet opsamles i laboratoriet i mindre emballager, fx 5 liter plastdunke, som skal være egnet til formålet og af passende kvalitet. UN-godkendt emballage med X- eller Y-mærke vil kunne anvendes til de fleste typer kemikalieaffald.

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 (45). "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.

## Bilag 5



*Picrylchlorid er i ADR klassificeret som eksplosiv og skal derfor desensibiliseres, før det kan sendes til destruktion*



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



*Kasserede kemikalier i original emballage*



Intern transport af kemikalieaffald



Efter pakning af kemikalieaffald i UN-godkendt yderemballage skal affaldet forsynes med transportmærkning

## Sortering og faremærkning

Sortering af kemikalieaffald i laboratoriet vil normalt ske i henhold til FORTUMs generelle vejledning og sorteringsnøgle. Her inddrages affaldet i ni affaldsgrupper afhængig af affaldets karakter: O, K, Z, T, X, A, B, C og H.

### FORTUMs 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 "kemikalieforurenset 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.

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).

## 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 bortskaffelsesudgiften 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 stinkskaab. Forsyn derefter beholderen med en etiket "Denne emballage er rengjort" – eller fjern emballagens originale mærkat.
- Kanyler, skalpeller 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 de forskellige kemikaliebeholdere – specielt glasflasker – beskyttes mod knusning ved anvendelse af pakningsmateriale, fx vermiculite.

Kasserede kemikalier i original emballage kan undertiden med økonomisk fordel sorteres til andre affaldsgrupper end Z, fx affaldsgruppe B, C eller H. Under alle omstændigheder bør personale med erfaring inddrages ved bortskaffelse 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), UN-nummer og faresedler. Ved transport af affald efter de nationale regler påføres orange etiket med teksten "Farligt affald".

Chaufføren skal sammen med affaldet modtage et transportdokument i form af en deklaration med oplysninger om: Affaldsgruppe, affaldets bestanddele, EAK-numre, UN-numre, godsbetegnelse, emballagegruppe og faresedler.



Forsendelse af kemikalieaffald

# Referencer og litteratur

## Miljøministeriet

1. 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

## Færdselsstyrelsen

3. Europæisk konvention om transport af farligt gods ad vej, ADR-konventionen 2019

## Justitsministeriet

4. Bekendtgørelse nr. 1247 af 30. oktober 2013 om eksplosivstoffer med senere ændringer

## Arbejdstilsynet

5. Bekendtgørelse nr. 1234 af 29. oktober 2018 om arbejdets udførelse med senere ændringer
6. Bekendtgørelse nr. 1793 af 18. december 2015 om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser) med senere ændringer
7. Vejledning C.1.3-4, om arbejde med stoffer og materialer, januar 2020
8. Bekendtgørelse nr. 1795 af 18. december 2015 om foranstaltninger til forebyggelse af kræftisikoen ved arbejde med stoffer og materialer med senere ændringer
9. Bekendtgørelse nr. 289 af 24. april 2001 om transportabelt tryk-bærende udstyr med senere ændringer
10. Bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001 om faste arbejdssteders indretning med senere ændringer
11. Vejledning A.1.1 om ventilation på faste arbejdssteder, august 2007
12. Bekendtgørelse nr. 478 af 10. juni 2003 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære
13. Vejledning C.0.6-1 om arbejde med brandfarlige væsker, juli 2019
14. Vejledning C.0.9, om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære, august 2005
15. Vejledning for laboratorier A7, 1983 (udgået, fås ikke mere)

## Beredskabsstyrelsen

16. Bekendtgørelse nr. 1639 af 6. december 2016 om brandfarlige og brændbare væsker
17. Vejledning om brandfarlige og brændbare væsker, januar 2017
18. Bekendtgørelse nr. 1444 af 15. december 2010 om tekniske forskrifter for gasser med senere ændringer
19. Vejledning til tekniske forskrifter for gasser, 5. juli 2016
20. Bekendtgørelse nr. 996 af 27. november 1996 om opbevaring af visse former for nitrocellulose



21. Bekendtgørelse nr. 997 af 27. november 1996 om opbevaring af chlorater og perchlorater
22. Bekendtgørelse nr. 998 af 27. november 1996 om opbevaring af faste ammoniumnitratholdige produkter med højt nitrogenindhold
23. Bekendtgørelse nr. 590 af 26. juni 2003 om klassifikation af eksplosionsfarlige områder
24. Vejledning om klassifikation af eksplosionsfarlige områder, 30. juni 2003
25. Information om peroxiddannende kemikalier
26. Information om håndtering af koncentreret myresyre
27. Vejledning om håndtering af eksplosionsfarligt kemikalieaffald, 2004

#### **Sundhedsstyrelsen og Lægemiddelstyrelsen**

28. Bekendtgørelse nr. 669 af 1. juli 2019 om ioniserende stråling og strålebeskyttelse
29. Bekendtgørelse nr. 670 af 1. juli 2019 om brug af radioaktive stoffer
30. Bekendtgørelse nr. 993 af 5. december 2001 om transport af radioaktive stoffer
31. Bekendtgørelse nr. 557 af 31. maj 2011 om euforiserende stoffer med senere ændringer

#### **Sikkerhedsstyrelsen**

32. Bekendtgørelse nr. 289 af 17. marts 2016 om elektrisk materiel og elektriske sikringssystemer til anvendelse i en potentielt eksplosiv atmosfære

#### **Standarder**

33. DS 473:1992, Norm for forholdsregler mod brande og eksplosioner i laboratorier
34. DS 457:1993, Norm for stinkskabe (ophævet, men sporgastest anvendes fortsat)
35. DS/EN 14175, Norm for stinkskabe, del 1 (2003), del 2 (2003), del 3 (2019), del 4 (2004), del 6 (2006), del 7 (2012), DS/CEN/TS 14175-5 (anbefaling, 2006)
36. DS/INF 143:2002, Leverandørbrugsanvisninger for kemikalier (stoffer)
37. DS/EN 14056:2003, Laboratoriemøbler – anbefalinger til design og installation
38. DS/EN 14470-1:2004, Brandsikre opbevaringsskabe – Brandsikre skabe til opbevaring af brændbare væsker
39. DS/EN 60079-10-1:2015, Eksplosive atmosfærer – Del 10-1: Klassifikation af områder – Eksplosive gasatmosfærer

#### **Andet**

40. Brandteknisk vejledning nr. 19, 3. udgave, april 2004, Eksplosionsfarlige områder, Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut
41. Bekendtgørelse nr. 543 af 12. juni 2012 om sikkerhedsrådgivere for transport af farligt gods med senere ændringer
42. Refrigerator stories, July 2000, Purdue University, USA
43. Fighting Lab Fires, Chemical & Engineering News, May 23, 2005 Volume 83, Number 21
44. Gassikkerhedsloven, nr. 61 af 30. januar 2018
45. Affaldsbekendtgørelsen, nr. 224 af 8. marts 2019

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*