



HMS

Gassfarer og gassikkerhet





Om Nippon Gases Norge AS

Nippon Gases er en av Norges ledende produsenter, markedsførere og distributører av industri- og spesialgasser samt tørris. Vi tilbyr også installasjon og vedlikehold av gassrelatert utstyr. Med over 100 års erfaring har vi har en stolt norsk industrigasshistorie fra Hydro, via Yara og nå Nippon Gases.

I Skandinavia har vi over 300 ansatte, flere luftgassfabrikker, fyllestasjoner, salgskontorer og en tørrisfabrikk. Et omfattende forhandlernet med over 170 forhandlere sikrer lokal tilstedeværelse i hele regionen.

Vi jobber dedikert med å gi våre kunder en positiv opplevelse ved å levere produkter og tjenester av høy kvalitet, slik at vi kan leve opp til vårt slagord «The Gas Professionals».

Nippon Gases Norge AS er en del av Taiyo Nippon Sanso Corporation, TNSC. TNSC er Japans største industrigasselskap og er blant de fire største leverandørene av industrielle gasser i verden. TNSC er tilknyttet Mitsubishi Chemical, som er en del av kjernen i Mitsubishi-gruppen.

Les mer om oss på www.nippongases.no

Faresymboler (farepiktogram)

Nye faresymboler (farepiktogram) som erstatter de gamle oransje og sorte faresymbolene. Forordning (EC) Nr. 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger (CLP)

<p>Brannfarlig.</p> <p>Kjemikalier som er brannfarlige og kan brenne voldsomt ved antenning eller varmetilførsel. Enkelte kjemikalier utvikler brannfarlig gass i kontakt med vann eller selvantenner i luft.</p>	<p>GHS02</p> 	<p>Akutt giftig.</p> <p>Kjemikalier som er akutt giftige og kan gi livstruende skader ved svelging, hudkontakt og/eller innånding.</p>	<p>GHS06</p> 
<p>Oksiderende.</p> <p>Kjemikalier som kan forårsake brann i eller bidra til forbrenning av andre materialer.</p>	<p>GHS03</p> 	<p>Helsefare.</p> <p>Kjemikalier som er farlige ved innånding, hudkontakt eller svelging. Brukes også for kjemikalier som virker irriterende på hud, øyne og luftveier, gir allergiske hudreaksjoner, døsigheit og svimmelhet.</p>	<p>GHS07</p> 
<p>Gass under trykk.</p> <p>Gass eller andre kjemikalier som er trykksatt, eller gass som er flytende ved svært lav temperatur. Beholderen kan eksplodere ved ytre brann.</p>	<p>GHS04</p> 	<p>Kronisk helsefare.</p> <p>Kjemikalier som forårsaker kroniske helseskader som for eksempel kreft, skader på arvestoffet og redusert fruktbarhet. Omfatter også kjemikalier som forårsaker allergi ved innånding, kjemisk lungebetennelse eller andre vorlige skader.</p>	<p>GHS08</p> 
<p>Etsende.</p> <p>Kjemikalier som forårsaker etseskader på hud og øyne eller alvorlige øyeskader. Brukes også for kjemikalier som er etsende for metaller.</p>	<p>GHS05</p> 	<p>Miljøfare.</p> <p>Kjemikalier som er giftige for vannmiljøet på kort eller lang sikt. Skal oppbevares og håndteres slik at kjemikaliet, ved bruk eller som avfall, ikke skader miljøet.</p>	<p>GHS09</p> 

Symbolene for farlig gods på vei (ADR) vil forbli de samme som før.

Innhold

Innhold.....	4	Brannfarlige gasser	24
Forord.....	5	Hydrogen	25
Hva er gass?	6	Metan.....	26
Gassens tilstand og egenskaper	7	Propan	27
- Kritisk temperatur og trykk		Butan	28
- Metningstrykk		Etylen.....	29
- Tilstandsloven		Propylen.....	30
- Tetthet - relativ tetthet		Mepran.....	31
- Gassblandinger		Brannfarlige, giftige gasser.....	32
Faremomentene ved gass	8	Karbonmonoksid.....	33
- Trykkstigning		Hydrogensulfid.....	34
- Generell kvelningsfare		Kjemisk ustabile (brannfarlige) gasser	35
- Giftig gass		Acetylen.....	36
- Brannfarlig gass		Gassflasker og brann.....	37
- Andre faremomenter		Forebyggende tiltak	38
Behandling av gassflasker.....	10	- Sikker lagring av gassflasker	
- Emballasje for komprimert gass		- Sikker bruk av gassflasker	
- Lagring av komprimert gass		- Kontroll før bruk	
- Bruk av komprimert gass		Gassflasker i brann.....	39
- Sikker bruk av gass		- Lokale branner	
- Bruk av dypkjølt gass		- Større branner	
- Gasslekkasjer		- Brenngasser	
- Transport		- Giftige/korrosive gasser	
Ikke brannfarlige eller giftige gasser.....	13	- Acetylenflasker	
Nitrogen, argon, helium.....	14	Nøkkelpunkter	40
CO ₂ (karbondioksid).....	15	Figurer.....	42
N ₂ O (lystgass).....	16	Tabeller	43
Oksygen	17		
Giftige/korrosive og/eller miljøskadelige	19		
Ammoniakk.....	20		
Hydrogenklorid.....	21		
Klor	22		
Svoveldioksid	23		

Forord

Industrigasser, spesialgasser og medisinske gasser har mange bruksområder.

Alle gasser medfører fare på minst én måte, men de kan håndteres og brukes sikkert og betryggende dersom du:

- Bruker egnet verneutstyr der forskriftene krever dette eller under lokale forhold.
- Kjenner den enkelte gassens egenskaper og spesielle faremomenter og følger de regler som gjelder for gassen.
- Vet hva du skal gjøre hvis uhellet likevel skulle være ute.
- Bare bruker utstyr egnet og godkjent for gassen og sørger for at dette alltid er i orden og brukes i henhold til forskriftene.

Hensikten med denne håndboken er å gi informasjon som kan bidra til at punktene ovenfor kan oppfylles.

Figurer og tabeller

Figurer

- Fig. 1: Metningstrykk for ammoniakk og propan
- Fig. 2: Kompresjonsfaktor av H₂, N₂ og O₂
- Fig. 3: Sammenhengen mellom temperatur og trykk for permanente gasser
- Fig. 4: Luftens sammensetning
- Fig. 5: Fysiologiske effekter av oksygenmangel
- Fig. 6: Inndeling av transportfareklasse 2
- Fig. 7: Klassifisering av de vanligste gassene

Tabeller

- Tabell 1: Oversikt over giftige gasser
- Tabell 2: Eksplosjonsgrenser og antennelsestemperatur for brannfarlige gasser
- Tabell 3: Tennenergi for brannfarlige gasser
- Tabell 4: Kilder til spontan antenning
- Tabell 5: Antennelsestemperaturer i luft og oksygen



Hva er gass?

Det som i første rekke skiller en gass fra andre stoffer, er at gassen hverken er FORMSTABIL (som faste stoffer) eller VOLUMSTABIL (som flytende stoffer). Gitt tilstrekkelig tid vil derfor en gitt gassmengde fordele seg jevnt i det rom den er innesluttet i.

1. Det er viktig å merke seg at dersom en gass lekker ut i et lukket rom, vil den stige eller synke, avhengig av gassens tetthet i forhold til luft. Er gassen lettere enn luft, vil den stige til de høyere liggende deler av rommet, mens en gass som er tyngre enn luft, vil legge seg nede langs gulvet.
2. Temperaturen på den utstrømmende gassen er også viktig. Dersom en gass som normalt er lettere enn luft lekker ut, kan den allikevel synke til bakken dersom temperaturen i gassen er lav nok. Motsatt vil en gass som normalt er tyngre enn luft stige til værs dersom temperaturen på denne gassen er høy nok.

Ved tilstrekkelig komprimering og/eller nedkjøling vil gassen kondenseres og gå over i væskeform. En rekke viktige gasser oppbevares og transporteres i væskeform. En gass kan også kondenseres separat i en blanding med en eller flere andre gasser som forblir i gassform.

Gassens tilstand og egenskaper

Det er nyttig å ha kjennskap til de natur lover som bestemmer gassens tilstand og egenskaper.

Kritisk temperatur og trykk

Alle rene gasser har en bestemt kritisk temperatur som er den høyeste temperatur hvor gassen kan kondensere og gå over i væskeform. Det laveste trykk som da må anvendes for å kondensere gassen, er det kritiske trykk.

Gassen befinner seg da ved sitt kritiske punkt. De praktiske konsekvenser av dette er:

- En gass med temperatur høyere enn sin kritiske lar seg ikke kondensere uansett hvor høyt trykk den utsettes for.
- Jo lavere temperaturen er under den kritiske, desto mindre trykk skal det til for å kondensere gassen. Dette trykket kalles **gassens metningstrykk**.

Gasser med kritisk temperatur under vanlig romtemperatur og som derfor krever avkjøling for å kunne kondenseres, kalles **permanente gasser**. Gasser som må avkjøles til under -75 °C for å kunne kondenseres, kalles også **kryogene gasser**.

Metningstrykk

For hver gass er det et bestemt og karakteristisk forhold mellom temperatur og metningstrykk. Dersom trykket er lavere enn metningstrykket, vil væsken koke og gassen fordampe.

Trykket på en gassflaske med kondensert gass varierer altså med temperaturen og vil innstille seg på metningstrykket. (Figur 1, s.40)

Tilstandsloven

For en gass som befinner seg tilstrekkelig langt fra det kritiske punkt, vil det være et bestemt avhengighetsforhold mellom temperaturen, trykket og det volum gassen opptar:

Ved konstant temperatur er produktet av trykk og volum konstant. Øker vi volumet til det dobbelte, vil trykket avta til det halve. Om vi motsatt reduserer volumet til det halve, vil trykket øke til det dobbelte.

Dersom gassen har konstant volum, vil trykket øke eller avta proporsjonalt med økning eller reduksjon av den absolutte temperaturen.

Absolutt temperatur $T = t\text{ °C} + 273$

Disse forhold gjelder strengt tatt bare for såkalt ideell gass. Komprimerte gasser vil avvike mer eller mindre fra en ideell gass. Vi sier at gassene, som vi da kaller reelle gasser, har forskjellig **kompressibilitet** uttrykt ved sin kompresjonsfaktor. Størrelsen på denne varierer for reelle gasser med såvel temperaturen som trykket. Bare når kompresjonsfaktoren har verdi lik 1, har vi en ideell gass. En faktor større enn 1 betyr at det i forhold til en ideell gass

kreves et høyere trykk for komprimering av samme volum gass ved samme temperatur. Er kompresjonsfaktoren mindre enn 1, kreves lavere trykk enn for en ideell gass. Men fortsatt gjelder at trykket vil øke med økende temperatur ved konstant volum. (Figur 2, s.40). En praktisk konsekvens av dette er at ved tilstrekkelig oppvarming av en gassflaske, kan trykket bli så høyt at flasken revner dersom den ikke er forsynt med trykksikring. Omvendt vil det kunne bli undertrykk på en flaske med lavt resttrykk dersom den blir tilstrekkelig avkjølt. I diagrammet (figur 3, s.40) vises det hvordan trykket vil variere med temperaturen for noen gasser som alle opprinnelig er fylt til 200 bar ved 15 °C .

Tetthet

Dette er vekten av et gitt volum av gassen, vanligvis angitt som kg/m^3 , men da den gasmengden som utgjør en kubikkmeter avhenger av såvel trykket som temperaturen på gassen, vil også tettheten gjøre dette.

Tettheten må derfor alltid knyttes til angitt temperatur og trykk.

Relativ tetthet

Denne er alltid et ubenevnt tall som angir vekten av gassen i forhold til vekten av luft med samme trykk og temperatur. Er tallet større enn 1, er gassen tyngre enn luft. I motsatt fall er den lettere.

For en kondensert gass angir relativ tetthet vekten i forhold til vann.

Gassblandinger

I en blanding av to eller flere gasser, og hvor ingen av komponentene befinner seg nær sitt kritiske punkt, vil hver komponent bidra med et trykk som tilsvarer det trykket komponenten vil ha dersom den alene opptok volumet av gassblandingen. Dette kalles komponentens deltrykk eller partialtrykk. Partialtrykket er proporsjonalt med % av komponenten i blandingen og er et direkte uttrykk for hvor stor andel av blandingen komponenten utgjør. Blandingens totaltrykk er summen av alle partialtrykkene. Eks.: Luften inneholder 21 % oksygen, og i luft av atmosfæretrykk er partialtrykket av oksygen $0,21\text{ atm}$. Den oksygenmangel som inntreffer i store høyder skyldes ikke at oksygenkonsentrasjonen i luften er blitt mindre, men at partialtrykket er redusert i takt med det lavere totaltrykket. (Figur 4, s.41) og dermed også antall molekyler.

Faremomentene ved gass

Alle gasser som anvendes industrielt vil oppbevares og transporteres på gassflasker eller andre typer av beholdere eller tanker på en av følgende måter.

- Ved vanlig temperatur komprimert til trykk opptil 300 bar.
- Ved vanlig temperatur kondensert og under trykk som tilsvarer metningstrykket.
- Dypkjølt til lav temperatur og under trykk som tilsvarer metningstrykket.
- Ved vanlig temperatur løst under trykk i et flytende løsningsmiddel.

Trykkstigning

Et faremoment felles for alle gasser under disse forhold er at en ukontrollert oppvarming kan medføre så stor trykkstigning at flaske, beholder eller tank regelrett eksploderer. Gasser under disse forhold er derfor alle klassifisert som «farlig gods» under alle former for transport.

En konsekvens av dette er at gassflasker ikke må oppbevares ved høyere temperatur enn 45 °C, og at tanker må forsynes med anordninger for trykkavlastning.

En spesiell fare oppstår dersom dypkjølt, flytende gass blir innesluttet i beholder eller ledning uten mulighet for trykkavlastning. Den trykkstigning som da inntreffer ved fordampning er langt sterkere enn ved oppvarming av komprimert gass.

Selv uten oppvarming kan fare oppstå ved en plutselig og ukontrollert avlastning av trykket fra en beholder med komprimert gass. Den energimengde som derved frigjøres kan sende en gassflaske avgårde som en rakett

Generell kvelningsfare

Oksygen er en absolutt nødvendighet for opprettholdelse av alt liv. Ved middels tungt arbeid er oksygenbehovet ca. 5 liter i minuttet eller 25 liter atmosfærisk luft med 21 % oksygen.

Fortynnes luften med en hvilken som helst annen gass enn oksygen, reduseres oksygeninnholdet. Ved reduksjon til halvparten av det normale eller ca. 11 %, inntreffer bevisstløshet etter kort tid. Ved ca. 6 % oksygen inntreffer øyeblikkelig bevisstløshet med kvelning. (Figur 5, s.41).

Faren for luftfortynning og oksygenmangel er alltid tilstede der inertgass som nitrogen eller argon benyttes som beskyttelsesatmosfære eller til spyling. Videre er det fare der dypkjølt gass fordampes i forbindelse med kjøling eller nedfrysing. Avdampert gass vil her alltid være tyngre enn luft og vanskeligere å ventilere.

En rekke dødsulykker har inntruffet ved opphold i tanker, beholdere eller andre avgrensede rom med for lavt oksygeninnhold og uten tilstrekkelig og effektiv ventilasjon. Som nedre grense for

oksygeninnholdet uten anvendelse av friskluftapparat regnes 17%, ved atmosfæretrykk. Redningsmannskaper som skal hente ut personer som har besvimt som følge av oksygenmangel, må alltid benytte trykk- eller friskluftapparat for ikke selv å risikere å besvime.

Giftig gass

En rekke gasser virker kvelende selv ved små konsentrasjoner i luft (tilnærmet 21 % oksygen). Dette skyldes at gassene gjennom sin kjemiske giftvirkning ødelegger eller lammer selve åndedrettsorganene slik at kroppen ikke kan nyttiggjøre seg luftens oksygen. Gassen karbonmonoksid (CO) blokkerer blodets evne til å ta opp og transportere oksygen.

- Er gassen tilstrekkelig giftig og konsentrasjonen tilstrekkelig høy, blir det en akutt forgiftning etter kort tids eksponering. Er gassen mindre giftig og konsentrasjonen tilstrekkelig lav, blir effekten en kronisk forgiftning som først viser seg etter lengre tids eksponering og da som resultatet av summen av mange enkelteksponeringer som hver for seg er ufarlige.
- «Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfæren» utgitt av Direktoratet for arbeids-tilsynet angir de maksimalt tillatte gjennomsnittskonsentrasjoner over en 8-timers periode.
- For mindre konsentrasjoner av giftig gass i luften gir gassmaske med filterpatroner for den aktuelle gassen, full beskyttelse for en begrenset tid. Ved større konsentrasjoner må det alltid benyttes trykk- eller friskluftapparat.
- Mens en rekke giftige gasser varsler sitt nærvær ved at de virker sterkt irriterende eller har en karakteristisk lukt eller farge, mangler andre, som f.eks. CO denne fordelene. Nærvær av slike gasser må derfor påvises ved hjelp av egnet analyse- eller alarmutstyr.
- Giftvirkningen kan også oppstå ved inntak gjennom fordøyelsessystemet, og i enkelte tilfeller gjennom huden og/eller øynene.

Brannfarlig gass

Gasser som ved antennelse forbrenner i luft er klassifisert som «brannfarlig vare» i henhold til «Brann og eksplosjonsvernloven», og kommer videre inn under «Forskrifter om brannfarlig vare».

For at en gass skal kunne antennes og forbrenne eksplosivt, må følgende betingelser være oppfylt:

- Det må være et bestemt blandingsforhold mellom gassen og luft. Den laveste volumprosent av gassen som kan antennes kalles LEL (= Lower Explosive Limit). Ved lavere konsentrasjon er blandingen for mager til å underholde forbrenning. Den høyeste volumprosent av gassen som kan antennes kalles UEL (= Upper Explosive Limit). Ved høyere konsentrasjon er blandingen for fet til å kunne brenne. I området mellom LEL og UEL er blandingen antennbar og eksplosiv.

Det sier seg selv at jo større avstand det er mellom LEL og UEL, desto større er muligheten for at det kan oppstå en eksplosiv gassblanding ved f.eks. en lekkasje.

Ved økende temperatur avtar verdien på LEL, mens verdien på UEL øker slik at det eksplosjonsfarlige området utvides nedenfra såvel som ovenfra. Det samme vil som regel være tilfelle for økende trykk. De verdier som vanligvis oppgis for LEL og UEL gjelder for atmosfæretrykk og romtemperatur. Under andre forhold kan derfor risikoen for å få en eksplosiv blanding være større. En gassblanding som ved lavere temperatur ligger under LEL, kan ved oppvarming komme inn i det eksplosjonsfarlige området. (Tabell 2 s.42).

- Det må være en tennkilde som kan tilføre gassblandingen den nødvendige tennenergi. Dette kan enten skje ved at gassblandingen ved oppvarming kommer opp i så høy temperatur at det oppstår en spontan selvantennelse (auto-ignition). Eller det kan skje i en kald gassblanding gjennom en tilstrekkelig energirik gnistutladning eller ved kontakt med en åpen flamme. Den nødvendige gnistenergi varierer sterkt for de forskjellige gasser, men en statistisk utladning fra menneskekroppen kan antenne de fleste brennbare gassblandinger. (Tabell 3 og 4 s.42).
- Når det gjelder brannfare, kommer oksygen i en særstilling. Oksygen er ikke selv brennbar, men er en nødvendig forutsetning for all forbrenning. I ren eller tilstrekkelig anriket oksygenatmosfære skjer all forbrenning hurtigere og voldsommere enn i luft. En rekke vanlige materialer som normalt ikke brenner i luft, f.eks. jern, aluminium og sink, antennes og brenner friskt i oksygen. Nødvendig antennes- temperatur og gnistenergi vil også være lavere i ren eller anriket oksygenatmosfære. Oksygenanriking har ingen vesentlig effekt på LEL, men vil vanligvis øke UEL, slik at eksplosjonsfarlig område utvides.

Eksplosjon i en brennbar gassblanding innebærer at det ut ifra antennespunktet oppstår en selvforplantende flammefront gjennom hele gassblandingen.

Er hastigheten som flammen forplanter seg med, dvs. forbrenningshastigheten, mindre enn lyd hastigheten i gassen, har vi en langsom forbrenning eller deflagrasjon. Er hastigheten over lyd hastigheten, får vi en hurtig forbrenning eller detonasjon. I første tilfellet er resultatet en mere moderat trykkstigning som likevel kan være tilstrekkelig til å ødelegge selv solide bygningskonstruksjoner. For at en eksplosiv forbrenning skal starte direkte som en detonasjon, kreves en meget sterk tennenergi. Det mest sannsynlige er at forbrenningen vil starte som en deflagrasjon som igjen kan gå over i en detonasjon dersom gassmengden er tilstrekkelig stor eller tilstrekkelig tett innesluttet.

Generelt vil forbrenningshastigheten være lavest ved blandinger nær LEL og UEL og høyest for blandinger midt i mellom. Her er også den nødvendige tennenergien såvel som temperaturen for selvantennelse lavest. Antennelses-temperaturen er også lavere i en stor enn i en liten gassmengde.

Andre faremomenter

Kjemisk reaktivitet kan gi såvel personskader som skader på utstyr. Ved tilstrekkelig høye konsentrasjoner vil sure eller alkaliske gasser virke etsende på ubeskyttet hud eller slimhinner. Under slike forhold kreves derfor beskyttelses-klær i tillegg til ren åndedretts-beskyttelse.

Sure eller alkaliske gasser setter spesielle krav til materialene som anvendes i beholdere, ledninger og armaturer. Gasser som ikke gir problemer under fullstendig tørre forhold, kan gi alvorlige korrosjonsskader dersom selv små mengder fuktighet er tilstede. Høy temperatur øker også faren for korrosjon. For utstyr i kontakt med oksiderende gasser, spesielt oksygen eller oksygenrik gass, kreves spesielt godkjente smøre-midler og pakningsmaterialer.

Lave temperaturer er tilstede der flytende, dypkjølte gasser anvendes og der gass kondensert ved vanlig temperatur, fordamper raskt ved trykkavlasting. Hudkontakt med slik gass eller med nedkjølte rørledninger og armatur, kan føre til forfrysningsskader av samme alvorlighetsgrad som ved forbrenninger. Når mulighet for dette foreligger, må egnet verneutstyr benyttes.

Lave temperaturer kan føre til kulde-skjørhet og setter spesielle krav til hvilke materialer som kan benyttes.

Behandling av gassflasker

Emballasje for komprimert gass

Komprimert gass leveres og oppbevares vanligvis på flasker av karbonstål eller lettmetallegeringer med kapasitet opptil 150 l vannvolum for enkelte gasstyper. For visse bruksområder kan flere enkeltflasker sammenkobles til et flaskebatteri som utgjør en transportenhet.

For komprimerte gasser varierer de tillatte maksimale fylletrykk fra 200 til 300 bar. Kondenserte gasser fylles etter maksimal tillatt vekt pr. liter flaskevolum.

Gassflaskene fremstilles etter fastlagte regler som skal sikre kvaliteten. Gjennom hele sin levetid gjennomgår de periodisk prøving og kontroll.

Gassbrukeren har på sin side et ansvar for at flaskene håndteres forsvarlig, og at uregelmessigheter rapporteres til gassleverandøren.

Lagring av komprimert gass

For lagring og tilhørende håndtering av gassflasker gjelder følgende sikkerhetsregler:

- Lagring innendørs bør skje i tørre, ryddige rom fri for unødig brennbart materiale og med god ventilasjon til friluft. For brannfarlig gass er dette absolutte krav.
 - Flaskene må lagres slik at det er uhindret adkomst til dem.
 - Flaskene må ikke utsettes for høyere temperatur enn 45 °C. Flasker med kondensert gass må skjermes mot direkte sollys.
 - Ved lagring i friluft bør flaskene beskyttes mot fuktighet som kan føre til rustdannelse.
 - Flaskene skal lagres på en slik måte at de er sikret mot å falle overende. Flasker med kondensert brannfarlig eller giftig gass skal alltid lagres stående.
- Flasker for ulike gasser skal holdes adskilt. Avstanden mellom oksygenflasker og flasker med brannfarlig gass skal være minst 5 m.**
- Fulle og tomme flasker skal holdes adskilt.
 - Under håndtering og lagring skal beskyttelseshette og eventuell blindmutter være påsatt.
 - Gassflaskene skal håndteres varsomt, ikke kastes, veltes eller utsettes for sterke støt eller slag. Unngå å slepe eller rulle enkeltflasker. Bruk flasketralle med festekjetting. Bruk aldri løftemagnet eller stropp hverken av kjetting, tau eller vaier ved løfting av flasker. Skal flasker løftes med kran eller gaffeltruck, må de ligge eller stå i en sikker kurv eller ramme.

I tilfelle BRANN gjelder det å beskytte flaskene mot oppvarming. Det sikreste er da å fjerne flaskene fra branntruet område. Lar dette seg ikke gjøre, må flaskene holdes nedkjølt ved å sprøyte på vann.

Er heller ikke dette mulig, må området evakueres. Har gassflaskene, enten de er fulle eller tomme, vært involvert i en brann, skal flaskene merkes og returneres til gassleverandøren med melding om dette. Se videre avsnittet Gassflasker og brann.

Bruk av komprimert gass

Bruk av **komprimert gass** innebærer at gassen i ønsket mengde overføres fra et høyt trykk på enkeltflasker eller flaskebatterier til et mer eller mindre konstant lavere brukstrykk i et eller annet fordelingsystem.

En viktig komponent i et slikt system er en **trykkregulator** (reduksjonsventil) for tilkobling direkte på flaskeventilen eller som del av et manifoldopplegg.

For visse formål kan det være tilstrekkelig med en enkelt nåleventil for manuell regulering av uttaksmengden, men uten

trykkreguleringsfunksjon. I alle tilfelle bør det brukes ventiler som er direkte tilpasset uten bruk av adapter eller «overgang».

Alt etter bruksområde kan en eller flere av følgende komponenter inngå i fordelingsystemet:

- **Flammesperre**
(for å hindre tilbakeslag av brennende gass)
- **Manometer**
(for kontroll av trykk i systemet)
- **Filter**
(for å hindre fremmedpartikler i å forurense ømfintlig apparatur)
- **Mengdemåler**
(for måling av gassmengden)
- **Tilbakeslagsventil**
(for å hindre gass i å slå tilbake i motsatt retning)
- **Trykkavlastningsmulighet**
(til friluft eller sikkert sted)

Før et fordelingsystem tas i bruk for første gang eller etter revisjoner eller utskiftinger, skal det trykk- og tetthetsprøves. Dette skjer ved trykkprøving som angitt i "Veiledning til forskrift om trykkpåkjent utstyr". Pneumatisk trykkprøving kan utføres med den aktuelle gassen, så fremt denne ikke er giftig eller brannfarlig. I så fall må en inert gass benyttes.

I et fordelingsystem for acetylen skal brukstrykket være høyst 1 bar. Forutsatt en ledningsdiameter på høyst 25 mm skal prøvetrykket være 1,5 ganger brukstrykket.

Sikker bruk av gass

Sikker bruk av gass forutsetter at det kun benyttes utstyr i god stand og beregnet for angjeldende gass og bruksområde, og videre at følgende regler praktiseres:

- Dokumentasjon, drift og vedlikehold iht. "Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndtering".
- Ikke ta i bruk gassflasker før du er helt sikker på hva innholdet er og du har gjort deg kjent med egenskapene og faremomentene til vedkommende gass. Viktig sikkerhetsmessig informasjon gis på eventuell merkeetikett og i produktdatabladet som skal være tilgjengelig for brukeren. Se videre omtale av de enkelte gasser.
- Flasker eller flaskebatterier som har lekkasje, eller som har tegn på mekanisk skade eller brannskade, skal ikke benyttes. Ta kontakt med leverandøren.
- Ikke fjern beskyttelseshetten før flasken er plassert og sikret mot fall på bruksstedet.
- Før tilkobling av trykkregulatoren kontrolleres at denne og flaskeventilen er rene. Eventuell forurensning fjernes med en ren klut. **Kontroller at pakningen er godkjent for formålet. Skift pakning ved hvert flaskebytte.**
- Tiltrekking skal gjøres med bruk av passende nøkkel (ikke rørtang) og vanlig håndkraft. Kontroller at trykkregulatoren er stengt ved å vri reguleringskruen mot urviseren til den løper fritt.
- **Flaskeventilen kan nå åpnes langsomt og forsiktig. Bruk aldri hammer, rørtang, ventilklo eller nøkkelforlenger. Stå aldri rett foran manometrene på trykkregulatoren når flaskeventilen åpnes. Når denne er fullt åpnet, sjekk om tilkoblingen er tett.**
- Bruk aldri trykkregulatoren som av/på-ventil.

Trykkregulatoren bør heller ikke brukes som regulator for gassmengden ved stadig å forandre settpunktet for trykket. Regulatorens oppgave er å holde et ønsket trykk konstant.

Når anlegget settes ut av drift, stenges først flaskeventilen, og deretter blåses trykket av reguleringsystemet. Til slutt vris reguleringskruen mot urviseren til den løper fritt og utløpsventilen stenges.

- På en flaske med komprimert gass ved vanlig temperatur kan den omtrentlige gassmengden i liter anslås ved å multiplisere flaskevolumet i liter med trykket i bar. På en flaske med kondensert gass kan innholdet bare bestemmes som differansen mellom brutto- og taravekt.

- **Dersom uttaksmengden i gassfasen fra en flaske med kondensert gass skal økes, kan flasken settes i vannbad med maks. temperatur: 45 °C. Oppvarming ved hjelp av damp, åpen flamme eller elektrisk varmekabel må ikke foretas.**

- Foreta aldri omfylling fra en gassflaske til en annen.
- La det være tilbake et resttrykk på 1, 5 - 2 bar for å sikre mot forurensing. Sett på beskyttelseshetten så snart flasken er frakoblet.
- Gi melding til gassleverandør om gassflasker der det er mistanke om forurensing.

Bruk av dypkjølt gass

Bruk av dypkjølt kondensert gass (kryogen gass) medfører en rekke faremomenter i tillegg til dem som gjelder for gasser komprimert ved romtemperatur.

De viktigste grunner til dette er:

- Lav temperatur. Kontakt med væske, kald gass eller uisolert apparatur kan gi alvorlig frostskaade på ubeskyttet hud eller bevirke at fastfrosset hud rives av.
- Stor volumøkning ved fordamping. De dypkjølte luftgassene nitrogen, argon og oksygen gir pr. l væske henholdsvis ca. 700, 840 og 860 l gass ved atmosfæretrykk og 15° C. I et avgrenset rom kan dette føre til farlig trykkstigning. Når luft fortrenses av inertgasser som nitrogen og argon oppstår en betydelig kvelningsfare. Anriking av luften med fordampert oksygen gir betydelig økt brannfare. Unngå innånding av kald oksygen eller luft.
- Materialer som ikke er beregnet for lav temperatur vil ved kontakt med dypkjølt gass bli sprø og miste en vesentlig del av sin normale styrke.

Kryogene gasser transporteres i større mengder i bulk i transporttanker på bil eller bane for overføring til større stasjonære lagertanker. Herfra kan flytende gass via pumpe og fordamperanlegg overføres til komprimert gass til ønsket trykk.

Gassene leveres også i mindre trykkbeholdere på ca. 200 liter og i trykkløse beholdere åpne til atmosfæren på maksimalt 100 liter. Felles for tanker og beholdere for kryogene gasser er at de skal være dobbeltveggede med isolerende vakuu.

Beholderne skal behandles med forsiktighet. De må ikke slippes i gulvet, ruller eller veltes på siden.

Lagring skal bare skje i godt ventilerte lokaler og etter de samme prinsipper som gjelder for gassflasker. Beholderne må ikke lagres under forhold som kan føre til dannelse av ispropper i luftenåpningene eller trykkavlastningsventilene.

Bruk beskyttelsesutstyr som ansikts-skjerm, solide løstsittende hansker og solid tett fottøy under håndtering av beholdere med dypkjølt gass.

Gasslekkasjer

Lekkasje fra selve gassflasken skjer bare rent unntaksvis, og da som følge av sterk korrosjon eller alvorlig mekanisk skade eller materialsvekkelse ved unormal høy temperatur. Derimot oppstår ofte lekkasjer som skyldes feil eller skade på ventiler eller armatur, slanger og rørledninger.

Dersom slike lekkasjer ikke lar seg stoppe eller utbedre ved å stenge flaskeventilen, er det enklest å la flasken tømmes av seg selv på et sted hvor utlekket gass ikke kan gjøre skade.

Kvalifisert personale med det nødvendige utstyr kan uskadeliggjøre brennbar gass ved kontrollert forbrenning, mens korrosiv eller giftig gass kan nøytraliseres ved absorpsjon eller bindes ved adsorpsjon i dertil egnede midler.

Ved væskelekkasje av kondensert gass bør gassflasken/holderen vendes slik at lekkasjen skjer fra gassfasen. Gasslekkasjen kan om ønskelig reduseres ved nedkjøling av flasken.

Transport

Alle som utfører transport av gasser må følge de regler og forskrifter som gjelder for de forskjellige transportalternativer som vei, sjø og luftvei. Alle gasser og gassblandinger tilhører klasse 2 i ADR/RID regel-verket for vei og jernbane.

Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap har lovansvar for dette. Lover, forskrifter og informasjon vedrørende transport av farlig gods på vei og jernbane finnes på www.dsb.no

Tilsvarende regler finnes for sjøtransport i IMDG regelverket. For transport med fly er det IATAs regelverk som gjelder.

Det er gjort visse unntak i ADR/RID regelverket for transport i klasse 2 som eksempel kan nevnes: Unntak for privatpersoner, transport som utføres av foretak. Unntak som er knyttet til mengden av farlig gods.

I tillegg til unntak som gjelder tom, ikke rengjort emballasje. Unntakene er beskrevet i kapittel 1.1 ADR/RID, vei- og jernbane-transport av farlig gods.



Ikke brannfarlige eller giftige gasser

De vanligste gassene

Med de vanligste ikke-brannfarlige gassene mener vi :

- Nitrogen
- Argon
- Helium
- Karbondioksid
- Lystgass
- Oksygen

Alle disse gassene har mange felles egenskaper som helserisiko, førstehjelp og vernetiltak, dette er beskrevet på de neste sidene. De spesielle egenskapene som de ulike gassene har, er beskrevet under den enkelte gassen.

Nitrogen, Argon, Helium

Gass	Nitrogen	Argon	Helium
Kjemisk tegn	N ₂	Ar	He
Kritisk temperatur, °C	-147	-122	-268
Kritisk trykk, bar (abs.)	33,9	48,6	2,3
Kokepunkt, °C	-196	-186	-269
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,25	1,78	0,18
Relativ tetthet i forhold til luft	0,97	1,38	0,138
Tetthet av væske, kg/l	0,81	1,39	0,125

Disse gassene markedsføres som komprimert gass og som kondensert, dypkjølt gass

Helserisiko:

Gassene er hverken giftige eller brannfarlige. Foruten trykkvirkningen ved oppvarming i et lukket rom, består helserisikoen i kvelningsfaren ved fortregning av luften.

Gassene er både fargeløse og luktfrie, og kvelning kan inntreffe plutselig og uten forvarsel.

Kontakt med dypkjølt gass kan videre gi frostskafer med sår som ved forbrenning.

Vernetiltak:

Kvelningsfare vil alltid være tilstede i tanker, beholdere og andre rom hvor gass kan fortrenge luften. Dette kan skyldes utilsiktet lekkasje, fordamping av dypkjølt gass i forbindelse med kjøling eller frysing, eller at inertgass er brukt til spyling. Kald gass vil legge seg langs gulvet og i dyptliggende lommer og kanaler.

I lokaliteter hvor flytende nitrogen benyttes til kjøling og frysing skal alltid personell sikres mot eksponering. Egnede gassmålere og tilknyttede alarmer installeres for dette formål.

Sørg for tilstrekkelig ventilasjon, spesielt i lavtliggende områder for N₂ og Ar, og kontroller at det er tilstrekkelig oksygeninnhold (minst 17 vol %) også i de mest kritiske områdene. Ingen må gå inn i rom hvor det er mistanke om oksygenmangel

uten full åndedretts-beskyttelse: Trykkluft-, friskluft- eller oksygenapparat.

Anvend verneutstyr for øyne og hud (ansiktsskjerm, solide løstsittende hansker av lær og solid fottøy) hvor det er fare for kontakt med flytende gass.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie. Frostskafer skal ikke gnis eller froteres, men spyles med rikelig mengder temperert (ca. 40 °C) vann. Deretter tildekkes med steril kompress.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.2



Karbondioksid

Gass	Karbondioksid
Kjemisk tegn	CO ₂
Kritisk temperatur, °C	31
Kritisk trykk, bar (abs.)	73,5
Sublimasjonspunkt, °C	-78,5
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,98
Relativ tetthet i forhold til luft	1,52
Tetthet av væske, kg/l ved 15°C, 1 atm: 0,82 kg/l	0,77
Metningstrykk, bar (abs.)	57,3
Administrativ norm	5000 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass på gassflasker og som nedkjølt, kondensert gass ved sitt metningstrykk på isolerte tanker. Videre i fast form som kullsyreis (tørris). Isen går ved vanlig atmosfæretrykk direkte over i gassform (sublimerer) uten å smelte.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs og luktfri. Selv om den ikke er klassifisert som giftig, vil den likevel når konsentrasjonen i luft er 4-5 vol % gi forgiftningssymptomer som hodepine og svimmelhet. Konsentrasjoner på 6-8 vol % kan gi bevisstløshet med livstruende lammelse av åndedrettet. Kvelningsfare inntreffer følgelig ved lavere grad av luftfortrengning enn hva som behøves for inertgassene N₂, Ar og He.

Vernetiltak:

Kvelningsfare vil alltid være tilstede i tanker, beholdere og andre rom hvor gass kan fortrenge luften. Dette kan skyldes utilsiktet lekkasje, fordamping av dypkjølt gass i forbindelse med kjøling eller frysing. Eventuelt at inertgass er brukt til spyling. Kald gass vil legge seg langs gulvet og i dyptliggende lommer og kanaler.

I lokaliteter hvor flytende karbondioksid benyttes til kjøling og frysing skal alltid personell sikres mot eksponering. Egnede gassmålere og tilknyttede alarmer installeres for dette formål.

Sørg for tilstrekkelig ventilasjon, spesielt i lavtliggende områder for karbondioksid, og kontroller at luftens innhold av karbondioksid ikke overskrider 0,5% (5000 ppm). Ved høyre nivå skal friskluftapparat benyttes.

Anvend verneutstyr for øyne og hud (ansiktsskjerm, solide løstsittende hansker av lær og solid fottøy) hvor det er fare for kontakt med karbondioksid.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Frostskader skal ikke gnis eller froteres, men spyles med rikelig mengde temperert (ca. 40 °C) vann. Deretter tildekkes med steril kompress.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.2



Lystgass (Dinitrogenoksid)

Gass	Lystgass (dinitrogenoksid)
Kjemisk tegn	N ₂ O
Kritisk temperatur, °C	36,5
Kritisk trykk, bar (abs.)	72,7
Kokepunkt, °C	-88,5
Metningstrykk, bar (abs.) ved 20°C	51,7
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,98
Relativ tetthet i forhold til luft	1,53
Administrativ norm	50 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med svak, søtaktig lukt. Gassen virker i høyere konsentrasjoner sterkt bedøvende, slik at kvelningsfare kan inntreffe ved lavere grad av luffortrengning enn hva som behøves for inertgasser som nitrogen og argon.

Gassen er oksiderende. Den er ikke i seg selv brennbar, men den kan underholde en brann uten tilstedeværelse av luft. Dette skyldes at den ved temperatur rundt ca. 500 °C spaltes til en gassblanding med 33 vol % oksygen. En brann i lystgass blir derfor voldsommere enn i luft.

Vernetiltak:

Gassen er ca. 50 % tyngre enn luft og vil legge seg langs bakken. Sørg for tilstrekkelig ventilasjon, spesielt i lavt liggende områder. Ingen må gå inn i rom hvor det er mistanke om bedøvende eller kvelende konsentrasjon av lystgass uten full åndedrettsbeskyttelse: Trykkluft-, friskluft- eller oksygenapparat.

Vær oppmerksom på brannfaren i forbindelse med lystgass. Ventiler og armatur må være fullstendig fri for olje og fett. Åpne flaskeventilen forsiktig og langsomt for å unngå kompresjonsvarme.

Førstehjelp:

Som for inertgass nitrogen eller argon ved pustebesvær.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Oksiderende (GHS03)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.2 og 5.1



Oksygen

Gass	Oksygen
Kjemisk tegn	O ₂
Kritisk temperatur, °C	-118,4
Kritisk trykk, bar (abs.)	50,8
Kokepunkt, °C	-183
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,43
Relativ tetthet i forhold til luft	1,1
Tetthet av væske, kg/l ved kokepunkt	1,14

Markedsføres som komprimert gass og som kondensert, dypkjølt gass.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs og luktfri. Væsken er svakt blålig. Kontakt med flytende oksygen kan gi frostskafer med sår som ved forbrenning.

Oksygen er den eneste gass som ikke kan virke kvelende.

Bortsett fra den lite sannsynlige situasjon med lengre tids opphold i ren oksygen ved forhøyet trykk, har gassen ingen helsefarlige fysiologiske virkninger. Heller ikke er den brennbar eller eksplosiv.

Dette må ikke forlede noen til å tro at gassen er ufarlig eller uskyldig. Av alle gasser som anvendes i yrkeslivet, er oksygen den som antakelig har forårsaket de fleste skader på personer og materiell. Dette skyldes gassens evne til å øke antenneligheten av brennbare stoffer, såvel som til å øke voldsomheten av en allerede startet brann (se under avsnittet om «Brannfarlig gass» og videre tabell 5).

Vernetiltak:

Det vanligste uhell i forbindelse med oksygen er spontan, eksplosiv antennelse uten at det foreligger åpen flamme, gnist eller annen ytre påvirkning. Tennkilden er da sannsynligvis en rask lokal temperaturstigning som kan oppstå ved plutselig trykkstigning i et lukket rom (adiabatisk kompresjon). En annen årsak kan være friksjons- eller anslagsvarme fra fremmedpartikler i bevegelse. Faren for slik antennelse er spesielt stor ved kontakt med olje, fett eller liknende produkter, eller pakningsmidler av lettantennelig organisk materiale. Har antennelse først funnet sted, vil brannen kunne bre seg til metall i ventiler og armatur.

Spesielt farlig er kontakten mellom flytende oksygen og alle former for brennbar materiale, også asfalt eller annet dekke forurenset med olje. Enhver form for slag, støt eller friksjon kan da utløse eksplosjon.

En annen vanlig uhellsårsak er antennelse av klær i omgivelser med forhøyd oksygeninnhold. Allerede ved ca. 25 vol % O₂ i luften (mot normalt 21 vol %) er denne faren tilstede.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Oksiderende (GHS03)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.2 og 5.1



Omgang med oksygen krever derfor i særlig grad aktsomhet og overholdelse av bestemte regler:

- Ventiler som skiller områder med høyt og lavt trykk (f.eks. flaskeventiler) skal åpnes gradvis og forsiktig etter at det er kontrollert at forurensninger eller fremmedlegemer ikke er tilstede.
- Bruk bare komponenter (ventiler, manometre, armatur m.m) fri for olje og fett og spesielt beregnet og merket for oksygen. Bruk ikke de samme komponentene for andre gasser.
- Tilbakeslagssikring skal alltid monteres
- Bruk bare paknings-, tetnings- og smøremidler spesielt godkjent for oksygen.
- Bruk ikke arbeidstøy eller verktøy som er forurenset med olje eller fett.
- Sørg for god ventilasjon i rom hvor oksygen oppbevares eller benyttes.

Er det påvist forhøyet oksygeninnhold som følge av utslipp eller lekkasjer, skal røyking og bruk av åpen flamme opphøre. Elektriske apparater skal koples ut. Klær som har vært i kontakt med oksygen eller anriket luft skal luftes grundig i frisk luft i minst 30 minutter. Opphold og arbeid skal ikke gjenoptas før det er kontrollert at oksygeninnholdet er høyst 22 vol %.

- Bruk aldri oksygen i stedet for trykkluft til f.eks. pneumatisk verktøy.
- Bruk aldri oksygen til luftfornyelse.
- Oksygenflasker skal lagres godt adskilt fra lettantennelig materiale. Oksygen virker korroderende i kombinasjon med fuktighet. Spesielt farlig er sjøvann som i en oksygenflaske kan gi så stor aterialsvekkelse at flasken ikke tåler normalt trykk.

Brann under tilstedeværelse av ren oksygen kan ikke slukkes tilstrekkelig effektivt hverken av CO₂, pulver eller skum. Best virkning gir nedkjøling av det brennbare materialet med store mengder vann, helst som tåke eller spredt stråle.

Førstehjelp:

Frostskader i forbindelse med oksygen skal ikke gnis eller froteres, men spyles med rikelige mengder temperert (ca. 40 °C) vann. Brannskadet hud spyles med rikelig kaldt vann, deretter tildekkes med steril kompress.



Giftige/korrosive og/eller miljøskadelige

De vanligste gassene

Med de vanligste ikke-brannfarlige giftige gassene mener vi :

- Ammoniakk
- Hydrogenklorid
- Klor
- Svoveldioksid

Alle disse gassene har mange felles egenskaper som helserisiko, førstehjelp og vernetiltak, dette er beskrevet på de neste sidene. De spesielle egenskapene som de ulike gassene har, er beskrevet under den enkelte gassen.

Ammoniakk

Gass	Ammoniakk
Kjemisk tegn	NH ₃
Kritisk temperatur, °C	132,2
Kritisk trykk, bar (abs.)	112,9
Kokepunkt, °C	-33,4
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	0,77
Relativ tetthet i forhold til luft	0,59
Tetthet av væske, kg/l 1 atm ved kokepunkt	0,64
Metningstrykk, bar (abs.) ved 20°C	8,57
Administrativ norm	15 ppm
Luktegrense	5-47 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med en gjennomtrengende stikkende lukt. Den virker sterkt irriterende og etsende og kan ved innånding bewirke lungeødem (væskeansamling i lungene).

Ved konsentrasjoner over ca. 0,5 vol % inntreffer øyeblikkelig lammelse av åndedrettet og rask kvelningsdød. Høye gasskonsentrasjoner kan gi hudirritasjon og alvorlig øyeskade. Kontakt med flytende ammoniakk vil gi alvorlige etseskader på hud og i øyne. Væske som fordampes gir frostskafer.

Vernetiltak:

Sørg for tilstrekkelig ventilasjon der ammoniakk oppbevares eller anvendes. Sørg videre for at det er øyespylingsmulighet og dusj ved arbeidsplassen. Bruk egnet verneutstyr for øyne og hud (ansiktsskjerm, hansker av plast, gummi eller annet motstandsdyktig materiale, solid, tett fottøy).

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær eller sjenerende irritasjon har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie og holdes varme.

Eventuelt tilsølt tøy fjernes, og huden som har vært i kontakt med gassen spyles med rikelig vann i minst 15 minutter. Ved sprut i øynene spyles øyeblikkelig med rikelig vann i minst 15 minutter. Hurtigst mulig legehjelp.

Tiltak ved lekkasje:

Dersom lekkasje er fra gassfasen, vil gassen stige til værs, slik at rømming sikrest skjer fra lavest mulig nivå. Derimot vil væske som fordampes gi en kald tåke som er tyngre enn luften og som legger seg langs bakken.

Ammoniakk absorberes i vann, og bedre desto mere finfordelt dette er. Ammoniakk gir brennbare blandinger innenfor flasker konsentrasjonsområdet 15-28 vol. % i luft. Da en slik blanding er relativt tungt antennelig, er gassen ikke klassifisert som brannfarlig vare under transport. Det anbefales likevel å unngå gnist eller åpen flamme i forbindelse med ammoniakk.

Ammoniakk er meget giftig for vannlevende organismer, og må under ingen omstendighet ledes til vann eller vannveier. Selv betydelig uttynnet er ammoniakk fortsatt farlig for vannlevende organismer.

Som giftig gass skal flasker for ammoniakk, også tømte flasker, være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkopleet forbruksstedet.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Akutt giftig (GHS06)



Etsende (GHS05)



Gass under trykk (GHS04)

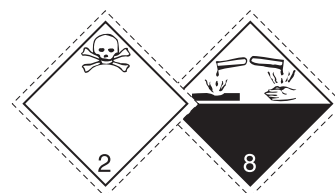


Miljøfarlig (GHS09)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.3 og 8



Miljøfare



Hydrogenklorid

Gass	Hydrogenklorid
Kjemisk tegn	HCl
Kritisk temperatur, °C	51,4
Kritisk trykk, bar (abs.)	82,6
Kokepunkt, °C	-85
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,63
Relativ tetthet i forhold til luft	1,27
Tetthet av væske, kg/l	0,84
Metningstrykk, bar (abs.) ved 20°C	42,3
Administrativ norm	5 ppm
Luktegrense	5 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med en gjennomtrengende, kvelende lukt. I kontakt med fuktighet dannes sterkt etsende saltsyre. Innånding medfører hoste, sviing og en kvelende fornemmelse. En konsentrasjon på 50 ppm kan bare utholdes i kort tid. Konsentrasjoner på 1500 -2000 ppm medfører død i løpet av få minutter.

Vernetiltak:

Sørg for god ventilasjon der hydrogenklorid oppbevares eller anvendes. Sørg videre for at det er øyespylingsmulighet og dusj ved arbeidsplassen. Bruk egnet verneutstyr for øyne og hud (øyevern, hansker av gummi eller PVC, solid tett fottøy). Gassmaske med filter B (grå) for sure gasser gir, hvis konsentrasjonen ikke er for høy, beskyttelse en viss tid. Ved høyere gasskonsentrasjon må det benyttes full åndedrettsbeskyttelse: Friskluft-, trykkluft eller oksygenapparat og videre verne drakt.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær eller sjenerende irritasjon har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie og holdes varme.

Eventuelt tilsølt tøy fjernes og hud som har vært i kontakt med gassen, spyles med rikelig vann i minst 15 minutter. Ved sprut i øynene spyles øyeblikkelig med vann i minst 15 minutter. Fortsett med spyling til lege kan overta.

Tiltak ved lekkasje:

Lekkasjer fører til dannelse av hvit røyk ved kontakt med fuktighet i atmosfæren, og i enda større grad i kontakt med ammoniakkdamp. Gassen kan nøytraliseres ved absorpsjon i en 15% natronlutløsning eller annen alkalisk vannløsning. Som giftig gass skal flasker for hydrogenklorid, også tømte flasker, være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkoplest forbruksstedet. I tillegg skal flaskene alltid oppbevares stående, slik at eventuelle lekkasjer skjer fra gassfasen.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Akutt giftig (GHS06)



Etsende (GHS05)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.3 og 8



Klor

Gass	Klor
Kjemisk tegn	Cl ₂
Kritisk temperatur, °C	143,8
Kritisk trykk, bar (abs.)	79,8
Kokepunkt, °C	-34
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	3,21
Relativ tetthet i forhold til luft	2,49
Tetthet av væske, kg/l	1,47
Metningstrykk, bar (abs.) ved 20°C	6,9
Administrativ norm	0,5 ppm
Takverdi	1 ppm
Luktegrense	0,05 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Klor er en tung, gulgrønn gass med en karakteristisk, stikkende lukt. Gassen virker sterkt etsende på åndedretsorganene. En konsentrasjon på 40-60 ppm i 30-60 minutter er meget farlig, og ca. 800 ppm over samme tid medfører døden. En konsentrasjon på 1000 ppm er dødelig etter noen få åndedrag. Flytende klor vil gi etseskader på hud og øyne.

Vernetiltak:

Sørg for tilstrekkelig ventilasjon hvor klor oppbevares eller anvendes. Klor bør bare håndteres av personell som har fått opplæring i dette. Sørg for at det er øyespylingsmulighet og dusj ved arbeidsplassen. Bruk egnet verneutstyr for øyne og hud (ansiktsskjerm, briller, hansker av neopren, nitril eller polyeten). Vernemaske med filter B (grått) gir bare begrenset beskyttelse. Ved høyere konsentrasjoner eller lengre tids eksponering må det benyttes full åndedretsbeskyttelse: Friskluft-, trykkluft eller oksygenapparat og full verne drakt.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær eller sjenerende irritasjon har inntruffet, må straks bringes i friskluft. Hvis mulig gis oksygen, og om nødvendig kunstig åndedrett. Eventuelt tilsølt tøy fjernes, og hud som har vært i kontakt med gassen, spyles med rikelig vann i minst 15 minutter. Øyne som har vært i kontakt med gassen, må spyles med rikelig vann i minst 15 minutter og spylingen fortsettes til lege kan overta.

Tiltak ved lekkasje:

En eventuell lekkasje bør repareres snarest mulig, ellers vil den gradvis forverre seg. Sørg om mulig for at lekkasjen skjer fra gassfasen, og hold alle uvedkommende unna lekkasjestedet.

Gassen vil på grunn av sin tyngde legge seg langs bakken. Klor kan absorberes i en løsning av soda eller natronlut. Forsiktighet må da utvises for å hindre at løsningen ikke blir sugd tilbake i gassflasken. Som giftig gass skal flasker for klor, også tømte flasker, være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkopleet forbruksstedet.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Akutt giftig (GHS06)



Oksiderende (GHS03)



Gass under trykk (GHS04)



Miljøfarlig (GHS09)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.3 og 5.1



Fareseddel nr. 8 og Miljøfare



Svoveldioksid

Gass	Svoveldioksid
Kjemisk tegn	SO ₂
Kritisk temperatur, °C	157
Kritisk trykk, bar (abs.)	78,8
Kokepunkt, °C	-10
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	2,93
Relativ tetthet i forhold til luft	2,26
Tetthet av væske, kg/l ved kokepunkt og 1 atm.	1,46
Metningstrykk, bar (abs.) ved 20 °C	3,4
Administrativ norm	0,8 ppm
Luktegrense	1 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs, sterkt irriterende med en karakteristisk stikkende lukt. Både væske og gass virker sterkt etsende på hud og slimhinner. Innånding kan gi lungeødem (væskeansamling i lungene) og lammelse av åndedrettssystemet. Kontakt med fordampende væske kan gi frostskaide.

Sterk irritasjon og pustebesvær umuliggjør opphold over lengre tid, og inntreffer ved konsentrasjoner langt lavere enn slike som gir varige og alvorlige helseskader.

Vernetiltak:

Sørg for tilstrekkelig ventilasjon der svoveldioksid oppbevares eller anvendes. Sørg videre for at det er øyespylingsmulighet og dusj ved arbeidsplassen. Bruk egnet verneutstyr for øyne og hud (ansiktsskjerm, hansker av plast eller gummi eller annet motstandsdyktig materiale, solid, tett fottøy.)

Gassmaske med filter E (gult) gir beskyttelse i en viss tid for konsentrasjoner opptil 1 vol %. Ved høyere konsentrasjoner må det benyttes full åndedrettsbeskyttelse: Friskluft-, trykkluft- eller oksygenapparat.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær eller sjenerende irritasjon har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie og holdes varme.

Eventuelt tilsølt tøy fjernes, og huden som har vært i kontakt med gassen spyles med rikelig vann i minst 15 minutter. Ved sprut i øynene spyles øyeblikkelig med rikelig vann i minst 15 minutter. Hurtigst mulig legehjelp.

Tiltak ved lekkasje:

Utstrømning av væske kan hindres ved å snu gassflasken slik at lekkasjestedet blir i gassfasen. Ved mindre lekkasjer som ikke lar seg stoppe, skjer sanering enklest ved naturlig avdamping på et sikkert sted.

Eventuelt kan gassen absorberes og nøytraliseres i en alkalisk løsning. Som giftig gass skal flasker for svoveldioksid, også tømte flasker, være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkopleet forbruksstedet.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Akutt giftig (GHS06)



Etsende (GHS05)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.3 og 8





Brannfarlige gasser

De vanligste gassene

Med de vanligste brannfarlige gassene mener vi :

- Hydrogen
- Metan
- Propan
- Butan
- Etylen (Etan)
- Propylen (Propen)
- Mepran

Alle disse gassene har mange felles egenskaper som helserisiko, førstehjelp og vernetiltak, dette er beskrevet på de neste sidene. De spesielle egenskapene som de ulike gassene har, er beskrevet under den enkelte gassen.

Hydrogen

Gass	Hydrogen
Kjemisk tegn	H ₂
Kritisk temperatur, °C	-240
Kritisk trykk, bar (abs.)	13
Kokepunkt, °C	-253
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	0,0899
Relativ tetthet i forhold til luft	0,07
Ekspløsjonsområde i luft	4 - 77 vol %
Antennelsestemperatur, °C	560
Minste tennenergi, mJ	0,02
Ekspløsjonsområde i oksygen	4 - 96 vol %

Markedsføres som komprimert gass.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs og luktfri og er den letteste av alle gasser. Hydrogen er ikke giftig, men ved fortregning av luften oppstår kvelningsfare. Helserisikoen er i første rekke knyttet til gassens lettantennelighet og brede ekspløsjonsområde.

Vernetiltak:

Hydrogen er spesielt lettantennelig selv om temperaturen for selvantennelse ikke er spesielt lav. Dette skyldes den ekstremt lave tennenergi i form av f.eks. en elektrisk utladning som er tilstrekkelig til å gi spontan antennelse.

Det er eksempler på at gassen er blitt antent ved en brå åpning av flaskeventilen. Årsaken antas å være fremmedpartikler som da kan gi friksjonsvarme eller statisk elektrisitet.

Hydrogen brenner med en nesten usynlig flamme som kan være vanskelig å oppdage i dagslys.

På grunn av sin store diffusjonsevne kan gassen trenge gjennom materialer som ellers er lekkasjetett for luft og andre gasser. Faren for diffusjon øker med temperaturen.

Hydrogen skal oppbevares og anvendes i godt ventilert rom med ventilasjonsåpninger på høyeste punkt i rommet. I tillegg bør det være detektorutstyr som kan varsle om eventuell lekkasje.

I forbindelse med hydrogen skal det bare benyttes eksplosjonssikret elektrisk utstyr og gnistfritt verktøy.

Apparatur og røropplegg skal være jordet for å unngå statisk elektrisitet.

Flaskeventiler og andre ventiler skal åpnes langsomt for å forhindre mulig selvantennelse.

Slukking av brann i en hydrogenventil skjer om mulig best ved å stenge ventilen slik at hydrogentilførselen stoppes. Lar dette seg ikke gjøre, er det bedre å la gassen brenne ut dersom dette kan skje uten at brannen brer seg.

Hydrogenflasker, også tømte flasker, skal være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkoplest forbruksstedet.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Brannslukking:

Dersom gassutstrømming lar seg stoppe, slukkes mindre branner med CO₂ eller pulver. Ved større branner brukes vann, helst som tåke eller spredt stråle.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Metan

Gass	Metan
Kjemisk tegn	CH ₄
Kritisk temperatur, °C	-82,6
Kritisk trykk, bar (abs.)	46,0
Kokepunkt, °C	-161,5
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	0,72
Eksplisjonsområde i luft	4,4 - 15 vol%
Antennelsestemperatur, °C	537
Minste tennenergi, mJ	0,29
Eksplisjonsområde i oksygen	5 - 61 vol%

Markedsføres som komprimert gass.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs og luktfri. Metan er hovedkomponenten i naturgass og dannes ved en rekke naturlige gjærings- og forråtnelsesprosesser. Gassen er ikke giftig, men ved fortregning av luften oppstår kveldningsfare. Helserisikoen er i første rekke knyttet til brann- og eksplosjonsfaren.

Vernetiltak:

Oppbevar og anvend gassen i godt ventilert rom. Ved mistanke om lekkasje sjekkes området med gassdetektor (eksplosimeter).

Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet ved å jorde apparatur og røropplegg. Metanflasker, også tømte flasker, skal være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke ertilkoplet forbruksstedet.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebeviser har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Brannslukking:

Dersom gassutstrømming lar seg stoppe, slukkes mindre branner med CO₂ eller pulver. Ved større branner brukes vann, helst som tåke eller spredt stråle.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Propan

Gass	Propan
Kjemisk tegn	C ₃ H ₈
Kritisk temperatur, °C	96,8
Kritisk trykk, bar (abs.)	42,6
Kokepunkt, °C	-42,1
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	2,0
Relativ tetthet i forhold til luft	1,55
Tetthet av væske, kg/l ved kokepunkt og 1 atm.	0,58
Metningstrykk, bar (abs.) 20°C	8,3
Ekspløsjonsområde i luft	1,7 - 9,5 vol%
Antennestemperatur, °C	470
Minste tennenergi, mJ	0,24
Ekspløsjonsområde i oksygen	2,5 - 48 vol%
Administrativ norm (2003)	500 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk. Da handelsvaren inneholder noe butan, vil den ha fysiske data som kan avvike noe fra ovenstående.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med svak lukt. Handelsvaren er tilsatt et luktestoff som varsler gassen selv ved ufarlig lav konsentrasjon.

Gassen er ikke giftig, men har i høyere konsentrasjoner en bedøvende virkning. Ved fortregning av luften oppstår kvelningsfare. Helserisikoen er i første rekke knyttet til brann- og eksplosjonsfaren. Hudkontakt med fordampende væske kan gi frostskaide.

Vernetiltak:

Oppbevar og anvend gassen i godt ventilerte rom. Da gassen er tyngre enn luft, skal beholderne aldri plasseres i rom under terrengnivå. Det beste er å anbringe beholderne i friluft. Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet ved å jorde apparatur og røropplegg.

DSB (Direktoratet for Samfunns-sikkerhet og Beredskap) har utgitt regler og forskrifter for anvendelse av propan under forskjellige forhold.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Frostskader skal ikke gnis eller froteres, men spyles med rikelig mengder temperert (ca. 40 °C) vann, deretter tildekkes med steril kompress.

Brannslukking:

Dersom gassutstrømming lar seg stoppe, slukkes mindre branner med CO₂ eller pulver. Ved større branner brukes vann, helst som tåke eller spredt stråle.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Butan

Gass	Butan
Kjemisk tegn	C ₄ H ₁₀
Kritisk temperatur, °C	152
Kritisk trykk, bar (abs.)	38
Kokepunkt, °C	-0,5
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	2,71
Relativ tetthet i forhold til luft	2,08
Tetthet av væske, kg/l ved kokepunkt og 1 atm.	0,6
Metningstrykk, bar (abs.) 20°C	2,08
Ekspløsjonsområde i luft	1,4 - 9,4 vol%
Antennelsestemperatur i luft, °C	365
Antennelsestemperatur i oksygen, °C	285
Minste tennenergi, mJ	0,25
Administrativ norm	250 ppm

Markedsføres som kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med en karakteristisk gasslukt. Butan er ikke giftig, men har i høyere konsentrasjoner en narkotisk virkning. Ved fortregning av luften oppstår kvelningsfare.

Førstehjelp, vernetiltak og brannslukking:

Som for propan.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Etylen (Eten)

Gass	Etylen (Eten)
Kjemisk tegn	C ₂ H ₄
Kritisk temperatur, °C	9,2
Kritisk trykk, bar (abs.)	50,2
Kokepunkt, °C	-103,7
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,26
Relativ tetthet i forhold til luft	0,98
Ekspløsjonsområde i luft	2,4 - 36 vol%
Ekspløsjonsområde i oksygen	2,9 - 80 vol%
Antennelsestemperatur i luft, °C	450
Antennelsestemperatur i oksygen, °C	485

Markedsføres som komprimert gass.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med en svak søtaktig lukt. Etylen er ikke giftig, men virker i høyere konsentrasjoner narkotisk. Ved fortregning av luften oppstår kvelningsfare.

Vernetiltak, brannslukking:

Som for propan.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygen tilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Helsefare (GHS07)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Propylen (Propen)

Gass	Propylen (Propen)
Kjemisk tegn	C ₃ H ₆
Kritisk temperatur, °C	91,6
Kritisk trykk, bar (abs.)	46
Kokepunkt, °C	-47,7
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,91
Relativ tetthet i forhold til luft	1,48
Tetthet av væske, kg/l ved kokepunkt og 1 atm.	0,61
Metningstrykk, bar (abs.) 20°C	10,1
Ekspløsjonsområde i luft	1,8 - 11 vol%
Antennelsestemperatur, °C	460
Ekspløsjonsområde i oksygen	2,1 - 53 vol%

Markedsføres som kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Propylen er ikke giftig, men har en svak narkotisk virkning. Ved fortregning av luften oppstår kvelningsfare.

Førstehjelp, vernetiltak, brannslukking:

Som for propan.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Mepran

Gass	MEPRAN
Mepran er en gass av propylen (C ₃ H ₆) som inneholder propan (C ₃ H ₈) og butan (C ₄ H ₁₀). Konsentrasjon av propan og butan kan variere innen visse grenser, vil også de fysiske data variere noe.	
Kritisk temperatur, °C	92,4
Kritisk trykk, bar (abs.)	46,6
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,91
Relativ tetthet i forhold til luft ved 15°C	1,5
Tetthet av væske, kg/l ved kokepunkt og 1 atm	0,61
Metningstrykk, bar (abs.) 20°C	10,1
Eksplisjonsområde i luft	1,8 - 11 vol. %
Antennelsestemperatur, °C	460
Administrativ norm TLV [®] -TWA, 2005	500 ppm
Luktegrense	Gassen i luft kan luktes i konsentrasjoner på 20 % av den nedre eksplisjonsgrensen.

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk. Dette vil være høyest ved full gassflaske, for gradvis å avta etter som gassen brukes og restmengden anrikes på de minst flyktige komponentene.

Fareegenskaper:

Gassen er fargeløs med en karakteristisk lukt som varsler nærvær lenge før farlig konsentrasjon. Mepran er ikke giftig, men har en narkotisk effekt som kan føre til bevisstløshet og åndedrettslammelse selv om det er tilstrekkelig oksygen tilstede. Kontakt med væske kan gi frostskafer.

Faren er i første rekke knyttet til brann- og eksplisjon. Da Mepran er en ekstremt brannfarlig gass, kan det dannes eksplisiv blanding med luft. Mepran er stabil og leveres komprimert og kondensert på flasker/beholdere.

Vernetiltak:

Oppbevar og anvend gassen i godt ventilert rom. Da gassen er tyngre enn luft, vil utlekket gass legge seg langs bakken og i fordypninger.

Anvend bare utstyr og materialer godkjent for Mepran (samme krav til legeringen som for acetylen).

Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet ved å jorde apparatur og røropplegg. Bruk gnistsikkert verktøy.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Frostskafer skal ikke gnis eller froteres, men spyles med rikelige mengder temperert vann (ca. 40 °C). Deretter tildekkes med steril kompress.

Brannslukking:

Dersom gassutstrømming lar seg stoppe, slukkes mindre branner med CO₂ eller pulver. Ved større branner brukes vann, helst som tåke eller spredt stråle.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1





Brannfarlige, giftige gasser

De vanligste gassene

Med de vanligste brannfarlige giftige gassene mener vi :

- Karbonmonoksid
- Hydrogensulfid

Disse gassene har mange felles egenskaper som helserisiko, førstehjelp og vernetiltak, dette er beskrevet på de neste sidene. De spesielle egenskapene som de ulike gassene har, er beskrevet under den enkelte gassen.

Karbonmonoksid

Gass	Karbonmonoksid
Kjemisk tegn	CO
Kritisk temperatur, °C	-140
Kritisk trykk, bar (abs.)	35
Kokepunkt, °C	-191
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,25
Relativ tetthet i forhold til luft	0,97
Ekspløsjonsområde i luft	10.9 - 76 vol%
Antennelsestemperatur, °C	605
Ekspløsjonsområde i oksygen	15,5 - 94 vol%

Markedsføres som komprimert gass.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs og luktfri. Karbonmonoksid dannes ved ufullstendig forbrenning og vil alltid i større eller mindre konsentrasjoner være tilstede i røyk og avgasser fra en forbrenning.

Gassen er i seg selv brann- og eksplosjonsfarlig i blanding med luft eller oksygen.

Giftvirkningen skyldes at karbonmonoksid reagerer med hemoglobin og blokkerer blodets evne til å ta opp og transportere oksygen. Dersom mer enn ca. 60 % av hemoglobinet har reagert, noe som skjer i løpet av kort tid ved konsentrasjoner rundt 0,4 %, inntreffer døden. Men allerede en konsentrasjon på 0,04 % gir etter et par timer symptomer i form av hodepine og kvalme. Lengre tids eksponering kan gi slike symptomer ved langt lavere konsentrasjoner.

Vernetiltak:

Oppbevar og anvend gassen i godt ventilerte rom som videre bør være utstyrt med detektor- og varslingsanlegg for gasslekkasje.

Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet ved å jorde apparatur og røropplegg. Bruk gnistsikkert utstyr.

Gassmaske med spesielt CO-filter gir beskyttelse i begrenset tid for konsentrasjoner opp til 1 vol %. Ved høyere konsentrasjoner må det benyttes full åndedrettsbeskyttelse: Friskluft-, trykkluft- eller oksygenapparat.

Gassflasker med karbonmonoksid, også tømte flasker, skal være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkopledd forbruksstedet.

Førstehjelp:

Personer med symptomer på forgiftning med karbonmonoksid må straks bringes ut i frisk luft. Det beste er å gi oksygentilførsel, men dersom dette ikke er mulig, gis kunstig åndedrett ved pustebevis. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie.

Brannslukking:

CO₂ eller pulver for mindre branner. Ved større branner brukes vann, helst som tåke eller spredt stråle.

Lekkasje kan bare tettes dersom dette kan gjøres uten risiko for forgiftning.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Akutt giftig (GHS06)



Brannfarlig (GHS02)



Kronisk helsefare (GHS08)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.3 og 2.1



Hydrogensulfid

Gass	Hydrogensulfid
Kjemisk tegn	H ₂ S
Kritisk temperatur, °C	100,1
Kritisk trykk, bar (abs.)	89,4
Kokepunkt, °C	-60,2
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,54
Relativ tetthet i forhold til luft	1,19
Relativ tetthet av væske i forhold til vann, kg/l ved kokepunkt og 1 atm.	0,915
Metningstrykk, bar (abs.) 20°C	18,2
Eksplisjonsområde i luft	3,9 - 45,5 vol%
Antennelsestemperatur, °C	270
Administrativ norm	5 ppm
Luktegrense	0,01 - 0,05 ppm

Markedsføres som komprimert, kondensert gass ved sitt metningstrykk.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med en ubehagelig lukt av råtne egg. Hydrogensulfid dannes ved en rekke gjærings- og forråtnelsesprosesser. Merk at luktesansen raskt lammes og ikke kan brukes som varslingsmiddel ved konsentrasjoner over 50 ppm. Gassen er brann- og eksplosjonsfarlig i blanding med luft eller oksygen. Ved forbrenning dannes giftig svoveldioksid.

Hydrogensulfid er meget giftig og fører innen kort til døden ved konsentrasjoner fra 700 ppm og mer. Allerede ved 50 ppm inntreffer irritasjon av øyne og åndedrettssystemet.

Konsentrasjoner på 200-300 ppm kan ved eksponering utover ca. 1 time føre til lungeødem (væske i lungene).

Vernetiltak:

Sørg for ekstra god ventilasjon og helst gassdetektor for varsling av eventuell lekkasje.

Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet ved å jorde apparatur og røropplegg. Bruk gnistsikkert utstyr.

Gassmaske med filter B (grått) for sure gasser gir beskyttelse i begrenset tid for konsentrasjoner opp til 1 vol %. Ved høyere konsentrasjoner må det benyttes full åndedrettsbeskyttelse: Friskluft-, trykkluft- eller oksygenapparat.

Sørg for øyespylingsmulighet. Gassflasker for hydrogensulfid, også tømte flasker, skal være påsatt tetningsmutter på flaskeventilen når denne ikke er tilkopledd forbruksstedet.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær eller sjenerende irritasjon har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om mulig gis oksygentilførsel, eller kunstig åndedrett. Ved irritasjon av øyne eller hud, spyles rikelig med vann i minst 15 minutter. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie

Brannslukking:

Dersom gassutstrømming lar seg stoppe uten risiko for forgiftning, slukkes brann med CO₂ eller pulver.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Akutt giftig (GHS06)



Brannfarlig (GHS02)



Miljøfare (GHS09)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.3 og 2.1



Miljøfare





Kjemisk ustabile (brannfarlige) gasser

De vanligste gassene

Med de vanligste kjemisk ustabile (brannfarlige) gassene mener vi :

- Acetylen

Gassen har mange egenskaper som helserisiko, førstehjelp og vernetiltak.

Disse er beskrevet på de neste sidene.

Acetylen

Gass	Acetylen
Kjemisk tegn	C ₂ H ₂
Kritisk temperatur, °C	35,2
Kritisk trykk, bar (abs.)	61,4
Tetthet av gass, kg/m ³ (0°C, 1 atm)	1,17
Relativ tetthet i forhold til luft	0,91
Løsningsstrykk (i aceton) bar (abs.) 15°C	15,9
Ekspløsjonsområde i luft	2,3 - 84 vol%
Antennelsestemperatur, °C	305
Minste tennenergi, mJ	0,02
Ekspløsjonsområde i oksygen	2,8 - 93 vol%

Markedsføres som gass oppløst i aceton under trykk og absorbert i en porøs masse.

Helserisiko:

Gassen er fargeløs med en hvitløkliknende lukt som skyldes små mengder forurensninger. Acetylen er ikke giftig, men har en narkotisk effekt som blir merkbar ved konsentrasjoner fra 10 vol %, og som ved 35 vol % fører til bevisstløshet i løpet av kort tid.

Helserisikoen er i første rekke knyttet til en stor grad av brann og eksplosjonsfare. Gassen kan spaltes eksplosivt med stor varmeutvikling selv uten kontakt med oksygen. Risikoen for slik spalting øker med temperaturen og trykket og videre med diameteren på rør eller ledning.

Vernetiltak:

Oppbevar og anvend gassen i godt ventilerte rom.

- Acetylenflasker skal alltid brukes i stående eller svakt hellende stilling for å sikre mot utstrømming av aceton.
- Anvend bare utstyr og materialer godkjent for acetylen. Standard utstyr er pålitelig trykkregulator og tilbakeslagssikring.
- Bruk ikke høyere arbeidstrykk for gassen enn 1 bar.
- Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet ved å jorde apparatur og røropplegg. Bruk gnistsikkert verktøy.

Førstehjelp:

Personer som har blitt utsatt for så høye konsentrasjoner at pustebesvær har inntruffet, må straks bringes ut i frisk luft. Om nødvendig gis kunstig åndedrett og eventuelt oksygentilførsel. Bevisstløse personer legges i stabilt sideleie. Brannskadet hud spyles med rikelig kaldt vann, deretter tildekkes med steril kompress.

Tiltak ved acetylen spalting eller brann:

Acetylen spalting kan oppstå som følge av tilbakeslag fra en brenner, ved påvirkning fra en ytre varmekilde, ved kompresjonsvarme eller friksjonsvarme eller ved en elektrostatisk gnist som leder til brann i flaskeventil eller trykkregulator. Acetylen spalting kjennetegnes ved temperaturstigning på øvre delen av flaskeveggen eller ved at gassen som strømmer ut inneholder røyk eller sot, eller har unormal lukt.

Steng flaskeventilen, kople fra dersom flasken er tilkopledd, og kjøøl flasken med vann fra sikker stilling til den forblir kald og våt.

Bring deretter flasken til et sikkert sted og kontroller i minst 24 timer at temperaturen ikke stiger igjen. Om nødvendig fortsettes kjøling med vann.

Merking iht. Forordning (EC) NO 1272/2008 om klassifisering, merking og emballering ved stoffer og blandinger

Brannfarlig (GHS02)



Gass under trykk (GHS04)



Merking iht. ADR/RID

Fareseddel nr. 2.1



Dersom det er brann i ventilen og denne ikke lar seg stenge er det beste å la gassen brenne på et sted hvor dette ikke medfører fare for omgivelsene. Om nødvendig tilkalles brannvesenet.

- Acetylenflasker som har vært involvert i brann eller spalting skal ikke benyttes videre, men sendes tilbake til gass-leverandøren med beskjed om det inntruffe.

Brannslukking:

CO₂ eller pulver ved brann i flaskeventilen. Se videre avsnittet «Nøkkelpunkter for



Gassflasker og brann

Det er to prinsipielt forskjellige faretyper ved håndtering av gassflasker i en brannsituasjon:

- Trykkenergien lagret i en gassfiask
- Farer knyttet til selve innholdet i flasken

Energifaren skyldes overtrykket som opprinnelig er tilstede i gassflasken, og som ytterligere vil stige hvis flasken blir oppvarmet.

For visse substanser kan det også skje kjemiske reaksjoner som i seg selv bidrar til en betydelig trykkstigning, f.eks. når acetylen spaltes.

Gassflasken svikter når sprengningstrykket som flasken er konstruert for overskrides, eller når normal holdbarhet for materialet svekkes tilstrekkelig under oppvarmingen.

Farene knyttet til innholdet i flasken kan klassifiseres i tre grupper:

1. Flasker med brannfarlig gass vil frigjøre ekstra brennstoff når eventuell overtrykkssikring trer i funksjon, eller når selve flasken svikter. Gass kondensert under trykk, som f.eks. propan, vil frigjøre langt større brenselmengder enn gass som bare er komprimert.
2. Flasker som inneholder giftig eller korrosiv gass har potensiale til å påføre dem som bekjemper brannen ytterligere skader.
3. Den tredje gruppen er de gass-flaskene som inneholder oksiderende gasser. Frigjøring av slike gasser vil intensivere brannen og også senke terskelen for forbrenning av omgivende materialer.

I det følgende vil det nå bli gitt råd til kunder om hvordan slike branner kan forhindres, og hvis de likevel skulle inntreffe, hvordan de skal takles.

Forbyggende tiltak

Forebyggende tiltak som bør innføres for å hindre brann/eksplosjon hvor gassflasker er involvert.

Sikker lagring av gassflasker

Første forholdsregel er sikker lagring av gassflasker. Flaskenes innhold bør tydelig fremgå fra plakater, fargekoding eller oppmerking av lagerområdet.

Mengde lagret i et område bør være begrenset slik at det er lett adgang til flaskene i tilfelle lekkasje, brannslukking og kontroll av lagret mengde som kan bli involvert i en brann.



Flasker med uforenlige stoffer som er oksiderende og brannfarlige bør ikke lagres i tilgrensende felter. En frigjøring kan da ha større skadevirkning enn frigjøring av samme mengde av en av stoffene alene.

Brannmannskapene behøver også å kjenne til innholdet i flaskene i brannområdet. En «cocktail» av stoffer inkludert giftige gasser øker risikoen for brannmannskapene.

Varmekilder eller kilder til antenning må holdes borte fra lagerområdet for at ikke utlekket gass skal kunne antennes.

Det bør være tilstrekkelig naturlig ventilasjon rundt lagerområdet for gassflasker. Ved lagring inne i en bygning bør det være ventilasjonsåpninger både ved gulv og i tak, slik at gass såvel tyngre som lettere enn luft kan ventileres.

Bygningskonstruksjoner som omgir lagerområdet bør være motstandsdyktig mot brann. Konstruksjonene behøver ikke å være eksplosjonssikre, men bør kunne motstå spredning av brann inn i eller ut av området hvor gassflasker lagres. Hvor

flasker med uforenlige stoffer må lagres nær hverandre, vil en brannmur mellom dem virke isolerende.

Endelig bør det være en klar og merket atskillelse av fulle og tomme flasker hvor større mengder av gassflasker lagres.

Sikker bruk av gassflasker

Gassflasker som ikke er i bruk bør ikke lagres i tilgrensing til arbeidsplassen. Visse anvendelser av gass kan innebære en risiko som økes ved lagring av gassflasker i nærheten.



Flasker i bruk bør sikres mot fall og holdes vekk fra varmekilder. For mobile anvendelser anbefales flasketraller, mens fast installerte flasker sikres med kjetting. Fallende gassflasker er en fare for folk som befinner seg i området, og de representerer en potensiell fare gjennom lekkasjer ved skade på regulatorer, slanger og annet utstyr koblet til flasken.

Høvelig utstyr som regulatorer, tilbakeslagsventiler og flammesperrer bør tilkobles flaskeventilen for å sikre anvendt utstyr mot for høyt trykk og gassflasken selv mot forurensing eller tilbakeslag. Alt utstyr og spesielt koblinger bør holdes rene og fri for forurensninger.

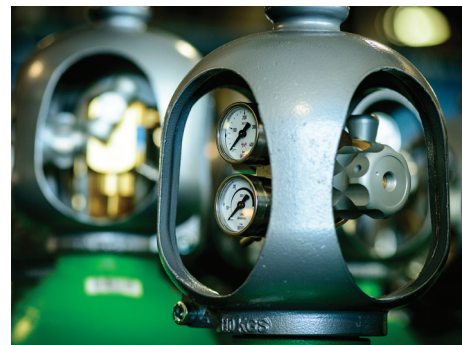
Personer som anvender flasker med komprimert gass, bør være opplært i bruken av alt tilhørende utstyr såvel som i opptreden i en nødsituasjon.

Alt utstyr som anvendes i forbindelse med

komprimert gass bør regelmessig inspiseres og vedlikeholdes. Slik inspeksjon bør inkludere slanger, fleksible rørforbindelser og disses endefittings. Spesiell oppmerksomhet bør gis til slanger på transportabelt utstyr for å oppdage sprekker, sår og brannskader.

Kontroll før bruk

Kunder/brukere av gass har plikt til å forhindre at farlige tilstander oppstår ved bruk av komprimert gass. Gassflasker må være korrekt merket i henhold til gjeldende forskrifter slik at kunden/brukeren kan identifisere innholdet. Gassflaskene skal være utstyrt med riktig ventiltipe, og dette er spesielt viktig for giftig eller korrosiv gass.



Kunden/brukeren skal inspisere gassflasken før den benyttes for å sikre seg at den er korrekt merket, har riktig ventiltipe og ingen ventillekkasjer.

Under transport på kjøretøy må gassflaskene være forsvarlig sikret.

Gassflasker i brann

Mens det i det foregående er behandlet de potensielle farer knyttet til gassflasker, og de forholdsregler som bør treffes for å forhindre slike farer, skal i det følgende redegjøres for prosedyrer som bør følges dersom slike farer likevel skulle bli til virkelighet.

Omstendigheter og lokalisering gjør at alle branner er forskjellige. Derfor må visse prinsipper huskes klart. Handlingene som utføres vil avhenge av hvordan situasjonen bedømmes og erfaringen i brannslukking sammen med prinsippene. Hvorvidt en handling vurderes som «sikker å utføre», vil avhenge av erfaring og trening. Hvor usikkerhet råder, vil ikke erfaringen være til støtte for at handlingen er «sikker å utføre».

Lokale branner

Det første prinsippet er at ved en lokal brann i flaskeventilen eller utstyr tilkoblet denne, stenges ventilen hvis dette er praktisk mulig. Deretter slukkes brannen med et håndslukkeapparat. Hvis derimot gasstilførselen ikke lar seg stenge, ligger det en potensiell fare i å slukke brannen. Gassen som unnslipper kan da frembringe en eksplosjon hvis den igjen antennes.

Større branner

Hvor det ikke er praktisk mulig å stenge flaskeventilen, bør området evakueres og brannvesenet tilkalles. Informer brannmannskapene om antall gassflasker, deres lokalisering og innhold. Brannen bør bare bekjempes med bruk av rikelige vannmengder fra en beskyttet posisjon.

Ingen gassflaske som har vært involvert i en brann må flyttes på før den er blitt kald. Observer om det damper av flasken når vannspylingen avbrytes for et øyeblikk. Hvis det ikke damper, kan man kjenne på flasken med hånden og fortsette kjølingen til flasken er kald.

Brenngasser

Dersom det dreier seg om utslipp eller antennelse av brenngass, forsøk å stenge flaskeventilen hvis dette kan gjøres uten fare. Flytt deretter flasken til en sikker plass utendørs. Lar dette seg ikke gjøre, evakuer området og tilkall brannvesenet. For kondensert gass, prøv å sikre at flasken står oppreist slik at trykkavlastningen kan virke korrekt.

Giftige/korrosive gasser

Stor forsiktighet må utvises når giftige eller korrosive gasser er involvert i en brann. Området bør evakueres, og dette kan også bli nødvendig for et område medvinds, avhengig av gasstypen. Brannmannskapene bør ha åndedrettsbeskyttelse, og når det gjelder korrosive gasser, full vernedrakt. De må få full informasjon vedrørende lokalisering og faretype av involvert gass. For å dekke disse aspekter bør det være satt opp nødplan og brannvernøvelser tilpasset de lokale forhold, og det anbefales aktivt samband med det lokale brannvesen.

Acetylenflasker

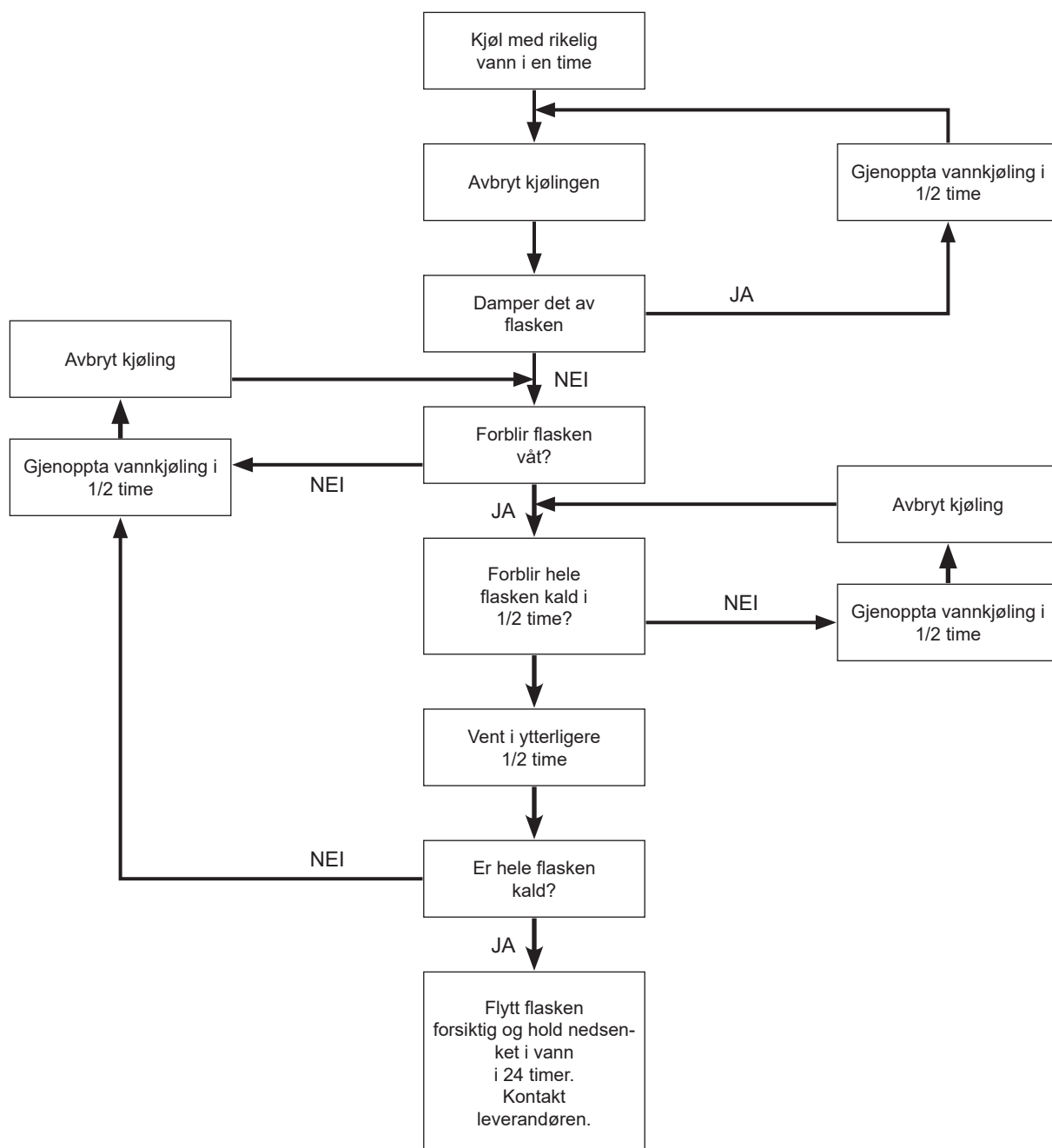
Til slutt skal det redegjøres nærmere for prinsippene for behandling av acetylenflasker. Dersom acetylen oppvarmes under trykk, kan det settes igang spalting som utvikler sterk varme med tilhørende sterk trykkstigning. Spaltingen kan skje eksplosivt slik at acetylenflasken sprenges.

En slik situasjon kan oppstå dersom acetylenflasken er involvert i en brann, selv om det ikke oppstår noen lekkasje som medfører noen eksplosiv blanding med luft.



Nøkkelpunkter

- håndtering av acetylenflasker i en brann



Figurer

Metningstrykk (damptrykk) av ammoniakk og propan

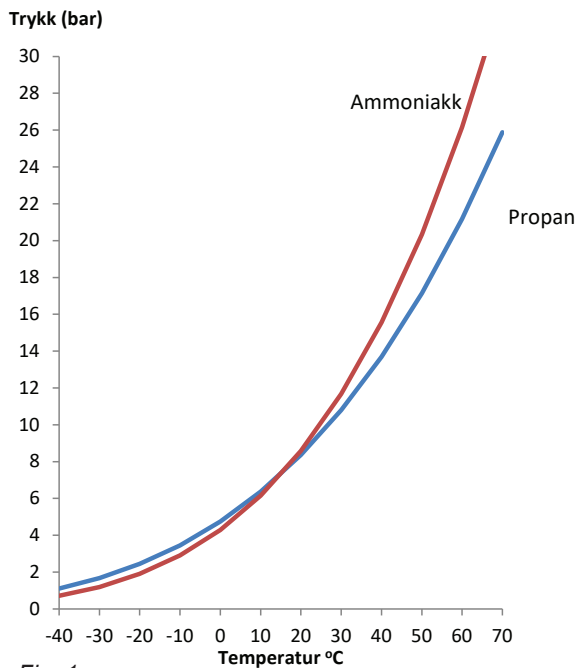


Fig. 1

Sammenheng mellom temperatur og trykk for permanente gasser

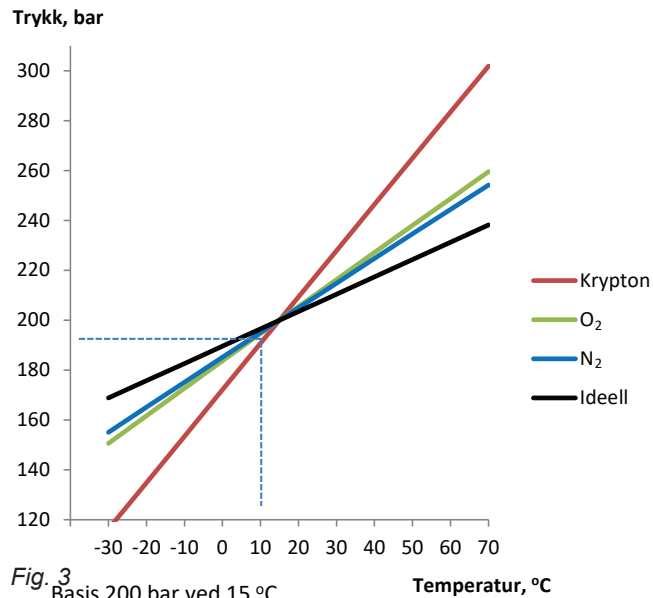


Fig. 3 Basis 200 bar ved 15 °C

Kompressibiliteten av H₂, N₂ og O₂ ved 300 K (27 °C)

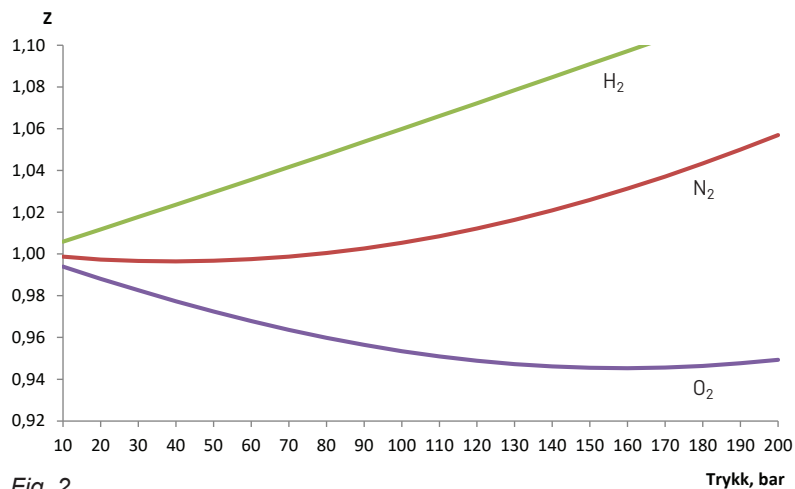


Fig. 2

Figurer

Luftens sammensetning

Komponent	Relativ tetthet	MOI %	Partialtrykk ved totaltrykk = 1 bar
Helium	0,14	0,0005	
Neon	0,70	0,0018	
Nitrogen	0,97	78,09	0,78
Oksygen	1,11	21	0,21
Argon	1,38	0,93	0,009
CO ₂	1,53	0,033	
Krypton	2,87	0,0001	
Luft	1	100	1

Fig. 4

Eksempel på fysiologiske effekter av oksygenmangel ved normaltrykk 1,013 bar

21	% oksygen	F A R E
17	Ingen fare Økes med 0,2 - 0,3 % for hver 100 m over havflaten	
14	Mulige problemer	
11	Redusert yteevne	
8	Mulig bevisstløshet etter kort tid uten forvarsel	
6	Bevisstløshet i løpet av få minutter	
0	Øyeblikkelig bevisstløshet med kvelning	

Fig. 5

Eksempel på inndeling av transportfareklasse 2

FAREGRUPPER	
A	kvelende
O	oksiderende
F	brennbar
T	giftig
TF	giftig, brennbar
TC	giftig, etsende
TO	giftig, oksiderende
TFC	giftig, brennbar, etsende
TOC	giftig, oksiderende, etsende

Fig. 6

Eksempel på transportfareklasse 2

SIFFER OG FAREGRUPPER	
1A	Komprimert Ar, He, Kr, Ne, nitrogen
1O	Komprimert oksygen
1F	Hydrogen deuterium silan
1TF	CO, diboran
1TC	Bortrifluorid
2A	Karbondioksid på gassflasker
2O	Lystgass
2F	Mepran, butan, propan
2T	Metylbromid
2TF	Hydrogensulfid
2TC	Ammoniakk, klor, hydrogenklorid
2TFC	Diklorsilan
3A	Flytende Ar, He, Kr, Ne, nitrogen, karbondioksid
3O	Flytende oksygen
4F	Acetylen

Fig. 7

Tabeller

Oversikt over giftige gasser

Gass	Adm. norm ppm	Forgiftningsmulighet	Filtertype for lav konsentrasjon
NH ₃	15	Lekkasje	K (grønn)
Cl ₂	0,5	Forbrenning	B (grå)
SO ₂	0,8	Lekkasje	E (gul)
CO	25	Ufullstendig Forbrenning, eksos, lekkasje	Pusteutstyr med egen luftflaske
H ₂ S	5	Forråtnelse Lekkasje	B (grå)

Tabell 1

Eksplosjonsgrenser og temperatur for selvantennelse i luft ved atmosfæretrykk

Gass	LEL %	UEL %	Antennelse temp. °C
Hydrogen	4	77	560
Metan	4,4	17	595
Propan	1,7	10,8	470
CO	10,9	74,0	605
Hydrogen-sulfid	3,9	45,5	270
Acetylen	2,3	80	305
Mepran	1,8	11,2	485
Butan	1,4	9,4	365
Etylen	2,4	32,6	440

Tabell 2

Nødvendig tennenergi ved gnisttenning i luft for enkelte gasser

Gass	Mol % i luft	Tennenergi (mJ)
Metan	8,5	0,28
Propan	5,2	0,25
Acetylen	7,7	0,019
Hydrogen	28	0,019

Tabell 3

Kilder til spontan indre antenning uten ytre energitilførsel

1. Fysisk/mekanisk

Friksjon av partikler eller fremmedlegemer i bevegelse

Unormal friksjon i bevegelse komponentdeler

Vibrasjoner

Brudd-deformasjon

Adiabatisk kompresjon

2. Elektrisk

Som del av en elektrisk strømkrets

Elektrostatisk utladning

Tabell 4

Antennelsestemperaturer ved atmosfæretrykk i henholdsvis luft og oksygen

	Oksygen, °C	Luft, °C
Bomull	360	465
Ull	500	600
Perspex	430	595
Bløtt stål 1	100 - 1200	1200 - 1300
Aluminium	1000	
Kobber	1010	
18/8 Rustfritt stål	1150 - 1400	

Tabell 5

