

ARBETARSKYDDSTYRELSENS FÖRFATTNINGSSAMLING

AFS 1997:7

GASER

GASER

Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser samt styrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna

Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser

Beslutad den 28 augusti 1997

Utkom från trycket
den 7 november 1997

Arbetskyddsstyrelsen meddelar med stöd av 18 § arbetsmiljöförordningen (SFS 1977:1166) följande föreskrifter.

Tillämpningsområde

1 § Dessa föreskrifter gäller all verksamhet där gas hanteras.

Som gas räknas inte

- sådana avgaser och andra reaktionsprodukter som inte omhändertas samt
- luft under atmosfäriska förhållanden.

Definitioner

2 § I dessa föreskrifter används följande beteckningar med nedan angiven betydelse.

Gas	Ämne i gasformigt tillstånd, ämne i flytande tillstånd (kondenserad gas) vars ångtryck är högre än 3 bar (0,3MPa) (absoluttryck) vid +50E C samt koldioxid i fast tillstånd.
Gasflaska	Återfyllningsbar behållare för gas, eller för sådan gas löst i vätska vars ångtryck är högre än 3 bar (0,3MPa) (absoluttryck) vid +50E C. Behållaren har en volym över 0,22 liter men högst 150 liter. Den är inte stationär och inte heller permanent fäst på särskilt transportunderrede.
Brandunderhållande gas	Gas som har minst lika goda brandunderhållande (oxiderande) egenskaper som luft av normal sammansättning.
Hälsofarlig gas	Gas med sådana toxikologiska egenskaper som betecknas som hälsofarliga i Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter (KIFS 1994:12).
Hantering	Tillverkning, fyllning, tömning, förvaring, transport, användning, omhändertagande, destruktion och liknande förfaranden.

Stumfyllning Fyllning av behållare eller annan utrustning med kondenserad gas i sådan utsträckning att utrustningen blir, eller efter temperaturhöjning kan bli, helt fylld med kondenserad gas.

Allmänt

3 § I all verksamhet där gas hanteras skall en riskbedömning göras. När process, utrustning eller driftsförhållanden i övrigt ändras skall en ny riskbedömning göras. Med utgångspunkt i gjorda riskbedömningar skall de åtgärder vidtas som behövs för att säkerheten skall bli betryggande.

4 § Arbete med gas får ledas eller utföras endast av den som har tillräckliga kunskaper om gasen, om de risker användningen kan medföra samt om hur dessa skall undvikas.

5 § Rutiner skall finnas för åtgärder som skall vidtas när risk finns att gasflaskor kan explodera.

6 § I lokal, där gas hanteras, skall ventilationen vara sådan att syrgaskoncentrationen i luften normalt inte understiger 20 volymprocent. Om syrgaskoncentrationen understiger 18 volymprocent skall andningsapparat användas vid arbete i lokalen.

7 § I lokal, där syrgas hanteras, skall ventilationen vara sådan, att syrgaskoncentrationen i luften normalt inte överstiger 22 volymprocent.

8 § I anslutning till plats där gas hanteras skall vid behov finnas utrustning för gasmätning, vindriktningsvisare samt möjlighet att utlösa gas- eller brandlarm.

9 § Brandunderhållande gas skall hanteras så att risken för antändning av kläder eller brandfarliga ämnen och föremål i närheten motverkas.

10 § Arbete med kondenserad gas skall planeras och bedrivas så att direktkontakt med gasen förebyggs. Om risk för stänk eller annan kontakt inte kan uteslutas, skall personlig skyddsutrustning som ger tillräckligt skydd användas.

11 § Om halten hälsofarlig gas i luften på arbetsplatsen inte kan sänkas till betryggande nivå skall andningsskydd användas med filter som är anpassat till gasen. Om gasen kan ge ögonbesvär skall helmask användas. När andningsskydd med filter inte ger tillräckligt skydd skall i stället andningsapparat med säkerhetsstryck samt vid behov kemskyddsdräkt användas.

Behållare, rörledningar och annan utrustning

12 § Vid reparation på, eller invändigt arbete i, behållare, rörledning och annan utrustning för gas skall utrustningen vara ren och fri från gas som kan orsaka skada vid arbetet. Utrustningen skall vara säkert avskild från gas som kan orsaka skada vid arbetet, och annan fara. Om det behövs från säkerhetssynpunkt skall utrustningen torkas efter tryckprovning.

13 § Om fukt eller annan förorening kommer in i behållare eller rörledning med gas och det finns risk för korrosion, skall behållaren eller rörledningen snarast möjligt tömmas, rengöras och kontrolleras invändigt.

14 § Rörledning för kondenserad gas skall vara installerad och användas så att farlig stumfyllning mellan avstängningsventiler i ledningen förebyggs.

Fyllning och tömning

15 § Plats för fyllning eller tömning av tankvagnar och tankbilar för kondenserad gas skall vara avgränsad. Endast den eller de som utför fyllning eller tömning, eller den som har särskilt arbetstillstånd från den som svarar för säkerheten, får vistas inom det avgränsade området. Under pågående fyllning och tömning skall arbetet övervakas så att åtgärder snabbt kan vidtas vid läckage, obehörigt tillträde eller annan fara. Det skall om möjligt vara fri sikt över platsen. Platsen skall ha varselmärkning, vara väl upplyst och får inte ha lutande underlag. Fordonen skall vara fixerade så att de inte kan komma i rörelse.

16 § Vid fyllning eller tömning av kondenserad gas skall transportbehållare vara ansluten med fjädrande rörslinga eller förbindning som har samma tryckklass som utrustningen i övrigt. Dokumenterat underhåll och dokumenterad kontroll av rörslingan eller förbindningen skall utföras. När fyllning eller tömning avslutas skall utrustningen normalt tömmas.

17 § Vid fyllning av kondenserad gas i annan sluten behållare än gasflaska skall fyllnadsgraden normalt kontrolleras på minst två av varandra oberoende sätt. Mängden kondenserad gas får inte vara så stor att stumfyllning kan ske.

18 § Om det inte är uppenbart onödigt från säkerhetssynpunkt, skall ventil på utloppsledning från transportbehållare för kondenserad gas vara fjärrmanövrerad, eller anslutas till en fjärrmanövrerad ventil innan kondenserad gas tappas från behållaren. Ventilen skall kunna manövreras från minst två platser.

19 § Vid fyllning eller tömning av kondenserad syrgas får underlaget inte kunna antändas vid förhöjd syrgaskoncentration.

20 § Uttag från gasflaska skall ske på ett sätt som är betryggande från risksynpunkt.

Lagring och förvaring

21 § Gasflaskor skall lagras utomhus eller i väl ventilerade utrymmen. De skall lagras på ett sätt som är betryggande från risksynpunkt.

22 § För lagring av gas i annan behållare än gasflaska skall finnas en iordningställd plats. Lagringsplats för hälsofarlig gas utomhus skall vara belägen inom inhägnat område och gasbehållarna skall vara väl skyddade från händelser utanför lagringsplatsen.

Ikraftträdande

Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 januari 1998. Samtidigt upphävs Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1986:28) med föreskrifter om klor, Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1987:13) med föreskrifter om flytande kväve samt Arbetarskyddsstyrelsens meddelande 71:5 Material till rörledningssystem för oxygen.

BO BYLUND

Magnus Blomqvist

Göran Lindh

Arbetskyddsstyrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om gaser

Bakgrund

Ett ämnes aggregationstillstånd -- fast, flytande eller gas -- bestäms av den omgivning som ämnet befinner sig i. Vid förändringar i tryck och temperatur kan ämnet övergå från ett tillstånd till ett annat. Hantering av gas sker ofta vid höga tryck, vilket ställer stora krav på materialet. Om utrustningen i vilken gasen innesluts av någon anledning går sönder medför detta att personer i den omedelbara omgivningen kan skadas genom exposition för gasen, genom kvävning, brand eller explosion, av tryckvågen från gasutsläppet eller av omkringflygande material. Gasen kan också spridas över ett större område och då är det huvudsakligen gasens kemiska egenskaper som kan orsaka skador. Spridningen av gasen beror på dess fysikaliska egenskaper som densiteten relativt luft och temperaturen samt yttre faktorer t.ex. vindriktning och vindhastighet. Tunga och kalla gaser sprids längs marken medan lätta söker sig uppåt.

Gaser används i många sammanhang, bl.a. i industrin vid tillverkningsprocesser och på sjukhus t.ex. vid operationer. Användarna varierar från svetsverkstaden med en eller ett par anställda, till det stora företaget som förbrukar tusentals kubikmeter gas per dygn eller elektronikföretaget med mycket höga krav på gasens renhet.

Både yttre och inre miljöaspekter beaktas vid val av gas för olika ändamål. Ozon används alltmer vid massblekning och desinfektering av vatten och ersätter därmed klor. Freonavvecklingen innebär en återgång till användning av ammoniak i kylsystem. Vid blästring med koldioxidpellets erhålls ingen rest som vid sandblästring, vilket är en fördel vid t.ex. blästring av radioaktivt kontaminerad utrustning.

Det finns flera olika risker att beakta vid hantering av gas. I första hand gäller det riskerna för inandning, stänk på hud eller i ögon, kvävning samt brand och explosion. Effekten som gasen ger upphov till är bl.a. beroende av vilken gas det är och vilken koncentration som personen utsätts för samt expositionstiden.

Dessa föreskrifter reglerar i första hand akuta faror vid gashantering. Hygieniska aspekter, som riskerna vid inandning av låga halter gas under längre tid, behandlas i andra regler.

I bilaga 1 finns en indelning av gaser i olika kategorier. I bilagan finns också en kort beskrivning av egenskaper hos gaser i de olika kategorierna jämte exempel på gaser som tillhör respektive kategori.

Behållare, rörledningar och annan utrustning

Besiktning, fortlöpande tillsyn, m.m.

För behållare och rörledningar för gas finns bestämmelser i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om tryckkärl och andra tryckbärande anordningar (AFS 1986:9). Dessa innehåller bl.a. bestämmelser om tillverkningskontroll, **besiktning, egenkontroll, och fortlöpande tillsyn**. För gasflaskor finns motsvarande bestämmelser i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gasflaskor (AFS 1996:9). För enkla tryckkärl finns bestämmelser i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om enkla tryckkärl (AFS 1993:41).

Val och installation av utrustning

En behållare eller en rörledning kan bli skadad och börja läcka av bl.a. följande anledningar:

- Påkörning.
- Fallande föremål.
- Igenisning av tryckutjämningsanordning.
- Korrosion och förslitning.
- Felaktigt packningsmaterial t.ex. i flänsförband.
- Felaktig svetsfog.
- Felaktigt material.
- Bristfällig upphängningsanordning.

Med tanke på vissa gasers korrosiva och reaktiva egenskaper är det viktigt att material till behållare, rörledningar och annan utrustning väljs med omsorg. Exempel på faktorer som speciellt bör beaktas är om hanteringen avser kondensat eller gasfas, torr eller fuktig gas samt vilka driftryck och drifttemperaturer som är aktuella. Vid överföring av kondenserad gas med tryckluft eller annan trycksatt gas är det viktigt att gasen är ren från förorening som kan skada utrustningen eller reagera med innehållet. För t.ex. tömning av klorbehållare med tryckluft är det viktigt att det finns ett särskilt tryckluftssystem som säkerställer att luften är torr och ren.

Uppgifter om lämpligt material för olika tillämpningar kan erhållas från bl.a. standarder, handböcker och gasleverantörer. För vissa gaser är materialvalet särskilt kritiskt. För syrgasinstallationer bör således följande iakttas:

Koppar, kopparlegeringar eller rostfritt stål bör användas till rörledningar för syrgas vid driftryck högre än 40 bar om strömningshastigheten är högre än 8 m/s och vid driftryck lägre än 40 bar om strömningshastigheten är högre än 25 m/s. Vid icke torr syrgas bör dessa material användas även vid lägre hastigheter än de angivna. Ovanstående gäller inte rörledningssystem i den s.k. coldboxen vid produktion av syrgas.

Till armatur som kommer i beröring med syrgas med ett tryck högre än 10 bar bör användas koppar, kopparlegeringar eller rostfritt stål. I rostfritt stål av Cr/Ni-typ bör halterna krom och nickel tillsammans uppgå till minst 22%.

Som tätningsmedel i rörledningssystem för syrgas bör metalliska och andra oorganiska ämnen som inte är brännbara i syrgasatmosfär användas.

Rörledningssystem för gas bör normalt vara svetsat i förbindningar. Slangledning bör normalt inte användas i fasta installationer. För att underlätta kontroll av rörledning för hälsofarlig gas, t.ex. klor, bör den vara oisolerad. Rörledning som måste isoleras bör inte isoleras med material som kan reagera med den hälsofarliga gasen.

I vissa situationer kan frånvaro av isolering orsaka risker och även tekniska problem. Utanpå oisolerad utrustning för kondenserad gas som har en temperatur under syrets kokpunkt (omkring -183 EC), t.ex. flytande kväve vid lågt tryck, kan luftsyre kondensera. Detta leder till en anrikning av syre på utrustningen som kan leda till ökad risk för brand. Risk kan också finnas för isbildning utanpå utrustning för kondenserad gas med en temperatur under 0EC.

Vid gashantering, särskilt sådan som omfattar flera olika gaser eller gas i både kondenserad fas och som gas är det angeläget att kopplingar och anslutningar som kan förväxlas på farligt sätt har sådant utförande att felaktig koppling inte är möjlig. Olika dimensioner och utförande på kopplingar och anslutningar förebygger sådan sammankoppling.

I utloppsledningar behövs ofta **rörbrottsventiler**. En rörbrottsventil är en ventil som automatiskt stänger om flödet genom ventilen överstiger ett inställt värde, normalt högst tre gånger driftflödet.

I fyllningsledning behövs normalt **backventil**. Används fyllningsledning även som distributions- eller tömningsledning används i stället rörbrottsventil. Även i system för överföring av kondenserad gas med tryckluft eller annan gas behövs normalt backventil som förebygger att t.ex. ett korrosivt medium kan komma in i kompressorsystem, rörledningar eller gasbehållare. För att förebygga att ämne från reaktionskärl eller motsvarande i vilken gasen används kommer in i gasbehållaren behövs normalt också backventil. I vissa fall kan backventil inte användas just på grund av gasens korrosiva egenskaper, och då bör motsvarande skyddsnivå ordnas på annat sätt. För t.ex. klor kan ett s.k. barometriskt rör användas i vissa fall.

Även **fjärrmanövrerad ventil** i utloppsledning kan behövas i vissa fall. Fjärrmanövrerad ventil behövs normalt t.ex. om behållaren saknar rörbrottsventil och det kan förutses att man vid ett läckage kommer att ha svårigheter att på ett säkert sätt nå behållarens ventil. På behållare för särskilt hälsofarlig gas kan det vara motiverat med både rörbrottsventil och fjärrmanövrerad ventil. Beträffande fjärrmanövrerad ventil vid tömning från

transportbehållare, se 18 §.

Särskilt utrustning för kondenserad gas kan utsättas för stora temperaturvariationer. Det är därför viktigt att upphängningsanordningar för rörledningar liksom stöd för fast installerad behållare är utformade med hänsyn till förekommande temperaturvariationer och därav följande rörelser i utrustningen. På rörledningar kan t.ex. så kallad expansionslyra förebygga farliga spänningar i utrustningen.

Regler om utrustningar för explosionsfarlig miljö finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö (AFS 1995:5).

Avsäkringsanordning

På stationär och sluten **behållare** för gas behövs oftast avsäkringsanordning. Observera att korrosiv gas kan påverka en säkerhetsventils funktion, och för sådan gas kan det behövas t.ex. sprängbleck i serie före säkerhetsventil. Det är viktigt att hänsyn tas till det tillkommande tryck som överföring från behållare för kondenserad gas med hjälp av tryckluft eller annan gas medför vid konstruktion och utformning av behållare, tryckavlastare och tryckluftsystem eller motsvarande.

Det är viktigt att gas som avblåses genom sprängbleck eller säkerhetsventil leds bort så att den inte orsakar personskada eller skada på processutrustning. Det är också viktigt att säkerhetsventil monteras stående, om inte tillverkaren kan garantera ventilens funktion i annat läge.

Märkning

Regler om märkning av behållare och rörledningar finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om farliga ämnen (AFS 1994:2), om gasflaskor (AFS 1996:9), om tryckkärl och andra tryckbärande anordningar (AFS 1986:9) och om varselmärkning och varselsignalering på arbetsplatser (AFS 1994:47). Regler om märkning av rörledning för brandfarlig gas finns i Sprängämnesinspektionens föreskrifter om förbudsanslag och varningsanslag samt om märkning av rörledningar vid hantering av brandfarliga varor (SÄIFS 1996:3).

Det är angeläget att även annan utrustning än rör och behållare säkert kan identifieras i samband med reparationer och andra ingrepp. Därför bör även sådan utrustning, som olika typer av ventiler och givare för processparameter, märkas så att de kan identifieras. Märkning kan utföras med bricka i beständigt material som förses med uppgift om positionsnummer eller motsvarande och som fästs på utrustningen. För ventiler kan även märkning avseende läge och funktion behövas.

Täthetskontroll och läcksökning

Täthetskontroll bör normalt utföras regelbundet på gasdistributionssystem. Det gäller såväl stora industriella anläggningar som mindre anläggningar på laboratorier och sjukhus samt slangledningar för svetsgaser. Periodicitet och omfattning avgörs i det enskilda fallet efter bedömning av faktorer som bl.a.:

- konsekvenserna av läckage,
- systemets utformning (antal skarvar, svetsade/bultade skarvar etc.) samt
- förekomst av fast installerad utrustning för gasmätning.

Täthetskontroll bör alltid utföras vid idrifttagning av nya system och efter längre tids uppehåll i användningen.

Täthetskontroll kan utföras på olika sätt. I en del system kan en enklare kontroll ske genom att systemet trycksätts till normalt arbetstryck med alla förbrukningsanslutningar stängda. Tryckfallet i systemet över tiden följs via befintlig tryckmätare. Vissa gasolsystem anslutna till flaskor kan ha utrustning för enkel flödeskontroll som kan användas på samma sätt, så kallade läckindikatorer.

Alla utrustningar läcker i någon mån. Uppgift om godtagbart läckage i det enskilda fallet kan erhållas t.ex. från leverantören av utrustningen, tillämplig standard eller i vissa fall föreskrivande myndighet.

Så kallad läcksökning, när läckande gas spåras, kan genomföras på olika sätt, t.ex. med såpvatten som anbringas direkt på ledningen eller genom användning av direktvisande gasmätningssinstrument.

Larm och utrymning

Bestämmelser om larm och utrymning vid gasutströmning finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om larm och utrymning (AFS 1993:56). Här behandlas bl.a. **detektorer** och **larmanordningar**, manuell utlösning av larmsignal, kontroll av larmanordning, samt **åtgärdsplan** för utrymning.

Skyltning

Regler om varselmärkning och varselsignalering på arbetsplatser finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om varselmärkning och varselsignalering (AFS 1994:47).

Regler om skyltning vid hantering av brandfarlig gas finns i Sprängämnesinspektionens föreskrifter om förbudsanslag och varningsanslag samt om märkning av rörledningar vid hantering av brandfarliga varor (SÄIFS 1996:3). Regler om varningsskylt utanför lokal eller annat utrymme där gasflaskor förvaras finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gasflaskor (AFS 1996:9). Behovet av skyltning avgörs i det enskilda fallet efter en bedömning av riskerna i verksamheten. Exempel på skyltar som kan behövas är:

- Varningsskylt utanför områden, byggnader eller lokaler där hälsofarlig gas förvaras eller eljest hanteras i större mängder. Skyltar som då är aktuella är i första hand varningsskylt med symbol för giftiga, hälsoskadliga eller irriterande ämnen, men även förbudsskylt med symbol "Obehöriga äga ej tillträde" kan vara aktuell.
- Varningsskylt med varning för låg temperatur i anslutning till utrustning med kondenserad gas.
- Varningsskylt för kvävningsrisk vid utrymmen där kvävningsrisk kan finnas.
- Informationsskylt med uppgift om huvudavstängningsventil till gasdistributionssystem.
- Varselmärkning (och varselsignalering) vid plats för fyllning och tömning av tankvagnar och tankbilar enligt 15 § i dessa föreskrifter.

Första hjälpen, nöddusch och ögonspolningsmöjlighet

Stationär eller portabel utrustning för behandling med andningsoxygen, samt personal som är utbildad för detta, bör finnas i verksamheter med risk för kraftig exposition av gas som efter inandning kan kräva snabb behandling med andningsoxygen.

Tillgång till nöddusch och ögonspolning behövs normalt om det finns risk för stänk av farlig kondenserad gas eller risk för att i första hand ögonen utsätts för skadlig gas i farlig halt. En del kondenserade gaser har dock ingen annan vävnadsskadande effekt utöver den som orsakas av den låga temperaturen. Snabb tillgång till nöddusch och ögonspolningsmöjlighet är för sådana gaser vanligen inte nödvändig. Spolning av köldskada med högst kroppstempererat vatten kan vara en behandlingsmetod för sådana skador, men detta bör normalt avgöras av läkare. Sköljning av köldskada på arbetsplatsen bör inte tillåtas fördröja medicinsk bedömning. Det är viktigt att kläder som förorenats av kondenserad gas tas av. Vid hantering av andra kondenserade gaser som klor och ammoniak är snabbt insatt och utdragen spolning den enda möjligheten att förebygga bestående skador efter stänk. Hantering av sådana gaser kräver således tillgång till snabb nöd- och ögonspolningsmöjlighet. Även vid hantering av gas i gasform kan ibland tillgång till i första hand ögonspolningsmöjlighet behövas. Det gäller t.ex. vid hantering av ammoniak.

Observera dock att behandlingen i det enskilda fallet bör utgå från information i varuinformationsblad eller motsvarande för den hanterade gasen, och att det är viktigt att kunskap om första hjälpen finns redan innan olyckan sker (jämför 4 §).

Utrustning för första hjälpen inklusive nöd- och ögonspolning bör placeras på sådant sätt och i

sådan omfattning att tillgång till sådan utrustning inte äventyras vid gasutsläpp.

Regler om nöddusch och ögonspolningsmöjlighet finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om farliga ämnen (AFS 1994:2) och i styrelsens allmänna råd om ögonspolning (AFS 1986:25).

Regler om första hjälpen finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om första hjälpen vid olycksfall och akut sjukdom (AFS 1984:14).

Transport av behållare i fordon

Transport av behållare i fordon regleras i den europeiska överenskommelsen om internationell transport av farligt gods, ADR och ADR-S. För transport av s.k. begränsad mängd finns i bestämmelserna regler om godsdeklaration, brandsläckare, avsändarintyg, etiketter på kolli samt ventilation. Reglerna om ventilation saknar dock närmare uppgifter om utformning, varför det har bedömts vara lämpligt att lämna vissa råd här, som således avser transport av **begränsad mängd** gas enligt ADR.

Fordon av typ skåpbil, kombibil eller vanlig personbil, som saknar särskilt avgränsat utrymme med separat ventilation bör normalt inte användas för transport av gas. (I stället bör transporten ske på släpvagn kopplat till sådant fordon eller på annat fordon, t.ex. fordon med öppet flak.) Från förarutrymme med hel och tät vägg avgränsat utrymme som är ventilerat kan dock i vissa fall användas för transport av gas. Ventilationen bör då minst utgöras av självdragsventiler såväl upptill som nedtill i utrymme. Det är viktigt att sådana ventiler inte förses med filter, eftersom ventilationen då starkt begränsas. En förutsättning är vidare att även förarutrymme är ventilerat separat. Sådant utrymme i kombibil eller vanlig personbil bör dock bara utnyttjas för transport av små mängder, t.ex. enstaka flaskor.

Det kan dock räcka med enklare ventilation för transport av små mängder gas som inte rimligen kan leda till ökad risk för ohälsa eller olycksfall. Ett sådant exempel är transport i bagageutrymme av flytande kväve i en eller flera välisolerade behållare, med sammanlagt bara någon enstaka liter flytande kväve, eller av behållare med flytande kväve som har en tät försluten ytterbehållare, varifrån förångat kväve leds utanför karossen med slangledning eller liknande. Självklart är det viktigt att en sådan behållare är säkrad så att den inte välter, samt att bilens ventilationssystem är väl fungerande och inställt för frisklufttillförsel. Ett annat exempel är transport av s.k. undantagsmängder enligt transportbestämmelserna.

Kommentarer till vissa paragrafer

Tillämpningsområde

Till 1 § Gaser hanteras ofta i form av gasblandningar. Föreskrifterna gäller också gaser när de förekommer i gasblandningar.

Undantaget för avgaser och andra reaktionsprodukter som inte omhändertas gäller t.ex. motorfordonsavgaser och spränggas. Däremot omfattas gas som produceras för direkt användning, t.ex. ozon vid massblekning.

Med luft under atmosfäriska förhållanden avses luft av normalt atmosfärstryck och sammansättning som förekommer i vår omgivning. Sådana begränsade avvikelser från atmosfärstryck som uppkommer t.ex. i en ventilationsanläggning och i ventilerade utrymmen omfattas här av begreppet atmosfäriska förhållanden. För tryckluft (som ofta har ett tryck omkring 7 bar) och annan luft som komprimerats för användning gäller däremot dessa föreskrifter.

Definitioner

Till 2 § Observera att brandunderhållande gas inte är detsamma som oxiderande vara enligt Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 1993:6) med förteckning över brandreaktiva varor.

En från början med kondenserad gas inte helt fylld behållare kan vid termisk expansion komma att fyllas helt med kondenserad gas, stumfyllas. Termisk expansion inträffar då vätskans temperatur höjs som t.ex. efterhand vid förhöjd omgivningstemperatur eller ökad direkt solstrålning på behållaren.

Definitionerna i 2 § kompletteras här med följande definitioner av begrepp som används i kommentarerna men inte i föreskrifterna:

Brandfarlig gas	Sådan gas som vid en temperatur av +21°C kan bilda en antändbar gasblandning med luft.
Inert gas	Gas som endast under extrema förhållanden reagerar med andra ämnen.
Korrosiv gas	Gas som genom sina frätande egenskaper kan skada levande vävnad och/eller material.
Självantändande gas	Gas som omedelbart antänds i kontakt med luft vid rumstemperatur.
Särskilt hälsofarlig gas	Gas som tillhör någon av faroklasserna mycket giftig, giftig, eller frätande med riskfras R 35 enligt Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska

produkter (KIFS 1994:12).

Allmänt

Till 3 § Enligt 3 kap. 2a § arbetsmiljölagen skall arbetsgivaren bl.a. fortlöpande undersöka riskerna i verksamheten och vidta de åtgärder som föranleds av detta. Regler om riskbedömning finns bl.a. i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om internkontroll av arbetsmiljön (AFS 1996:6), om storskalig kemikaliehantering (AFS 1989:6) och om farliga ämnen (AFS 1994:2).

Riskbedömning omfattar huvudsakligen stegen **riskidentifiering**, **riskuppskattning** och **riskvärdering**. Terminologin på området varierar dock. Med risk avses normalt en sammanvägning av bedömd sannolikhet/frekvens för en oönskad händelse med bedömda konsekvenser av händelsen. Sammanvägningen (normalt produkten) av sannolikhet/frekvens och konsekvens kallas **riskuppskattning**. Efter riskuppskattningen genomförs **riskvärdering**, som syftar till att avgöra om riskerna kan accepteras eller om åtgärder måste vidtas. En väsentlig faktor som bör beaktas i riskvärderingen är vilka olika möjligheter som finns att reducera/eliminera risken. **Riskanalys** brukar användas som beteckning på stegen riskidentifiering och riskuppskattning när man använder en strukturerad och systematisk metodik för granskningen, företrädesvis med etablerade metoder.

För att närmare bedöma allvarligheten av en viss skadehändelse kan en särskild **konsekvensanalys** behövas. I en konsekvensanalys bedöms omfattningen av en viss händelse. Det kan t.ex. vara frågan om att med någon spridningsmodell för gasmoln uppskatta vilka konsekvenser ett rörbrott eller annat haveri medför. Utifrån uppgifter om hur långt farlig koncentration sprids, antalet personer som kan förväntas uppehålla sig i området m.m., kan konsekvensen uttryckas t.ex. i antalet skadade personer. Konsekvensanalysen är således en del av riskuppskattningen och utgår från vissa skadehändelser, t.ex. rörbrott. Observera dock att konsekvensanalysen inte på något sätt ersätter identifieringssteget eller andra moment i riskanalysarbetet.

Exempel på riskanalysmetoder som kan vara lämpliga i samband med gashantering är grovanalys/preliminär riskanalys, s.k. What If-analys, feleffektanalys och HazOpanalys (Hazard and Operability studies). Ofta behövs inledningsvis någon form av grovanalys för att avgöra vilka processavsnitt som bör studeras mer ingående.

Det är viktigt att inte bara den tekniska installationen bedöms. Bedömningen bör omfatta även organisatoriska frågor som personalens utbildning och kompetens, risken för felhandlingar vid olika arbetsmoment, anlitanade av entreprenörer och vikarier eller liknande, rutiner för uppföljning av tillbud och olycksfall, rutiner för fortlöpande tillsyn samt uppföljning av att arbetet verkligen utförs på ett säkert sätt. Det är också viktigt att riskbedömningen vid hantering av gas omfattar alla ingående gaser.

Ett grundläggande steg i riskbedömningen är att klargöra från vilka normer eller standarder som anläggningen har konstruerats. Den tekniska delen av riskanalysarbetet kan normalt begränsas i mindre komplexa anläggningar om följande förutsättningar föreligger:

- Anläggningen har konstruerats utifrån moderna normer eller standarder.
- Normerna och standarderna omfattar för säkerheten viktiga faktorer.

Att normer och standarder har tillämpats kan dock inte helt ersätta den tekniska riskanalysen, eftersom installationen i det enskilda fallet är unik beträffande t.ex. omgivande faktorer, anslutning till andra system samt organisatoriska förhållanden.

Begreppet riskbedömning omfattar här även en enklare identifiering och uppskattning av riskerna i ett system utan att någon etablerad riskanalysmetodik används. Sådana enklare modeller för riskbedömning kan vara tillräckliga i begränsade system för mindre farliga gaser, t.ex. enstaka mindre behållare för gas utan stora distributionssystem.

För en tryckluftbehållare kan det normalt vara tillräckligt att konstatera följande:

- Behållaren besiktigas enligt gällande regler om tryckkärl.
- Rutiner för fortlöpande tillsyn och underhåll finns, tillämpas, och omfattar minst regelbunden kontroll av säkerhetsventil, kontroll av utrustningens utvändiga skick, dränering av kondensvatten samt eventuellt ytterligare punkter enligt instruktioner från tillverkare eller leverantör.
- Anläggningen saknar anslutningar till andra media, och tilluften kan inte förorenas på farligt sätt.
- Behållaren är placerad och installerad så den inte kan utsättas för farlig mekanisk eller annan påverkan, och enligt anvisningar från tillverkare eller leverantör.
- Anläggningen sköts och används av personal med tillräckliga kunskaper om utrustningen.
- Uppföljning sker av att fastställda rutiner tillämpas.

För en gassvetsutrustning på kärra med en acetylen- och en syrgastub kan ofta en enklare riskbedömning på motsvarande sätt genomföras enligt följande:

- En systematisk genomgång av arbete, organisation och utrustning görs med utgångspunkt i en handbok som behandlar säkerhet vid gassvetsning, Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om smältsvetsning och termisk skärning (AFS 1992:9), dessa föreskrifter samt tillverkarens instruktioner.

Riskbedömningen bör alltid följas av förslag, beslut, genomförande och uppföljning av **åtgärder** som behövs för en säker hantering. Åtgärderna kan vara av olika slag, t.ex. utbyte av process, metod eller material, ny eller annan konstruktion av utrustning, införande av bättre rutiner, instruktioner och utbildning, förbättrade gaslarm och sprinklersystem, säkrare elutrustning eller kompletterad personlig skyddsutrustning.

För hantering av gas som omfattas av Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om storskalig kemikaliehantering (AFS 1989:6) gäller att riskbedömningen liksom vidtagna åtgärder skall dokumenteras (3 §). Även Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om internkontroll av arbetsmiljön (AFS 1996:6) innehåller bestämmelser om skriftlig dokumentation av riskbedömningar.

Införande eller ändring av process eller arbetsmetod innebär ofta att ett produktval skall göras. Regler om produktval finns i 7 § Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om farliga ämnen (AFS 1994:2). Om valet står mellan ämnen i olika aggregationstillstånd är det viktigt att beakta såväl de risker som aggregationstillståndet i sig medför som ämnenas toxikologiska och fysikalisk-kemiska egenskaper. Vid val mellan olika gaser finns det också skäl att ta hänsyn till under vilka förhållanden gasen hanteras -- i kondenserad form, under högt tryck, vid hög temperatur etc. Som exempel på produktval kan nämnas val mellan ammoniak och brandfarlig gas vid ersättande av freon i kylsystem eller val mellan olika ämnen för desinfektering av vatten. Tänkbara alternativ för desinfektion är bl.a. klor, hypoklorit och ozon.

Till 4 § Enligt 3 kap. 3 § arbetsmiljölagen skall arbetsgivaren bl.a. upplysa arbetstagarna om de risker som kan vara förknippade med arbetet. Enligt samma bestämmelse skall arbetsgivaren förvissa sig om att arbetstagaren har den utbildning för arbetet som behövs och vet vad han har att iaktta för att undgå riskerna i arbetet. Det är också viktigt att för arbetet nödvändiga kunskaper hålls aktuella. I Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om farliga ämnen (AFS 1994:2), finns regler om information och instruktioner. Regler om anlitande av minderåriga vid hantering av gas finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om minderåriga (AFS 1996:1).

Kunskaper om risker och skyddsåtgärder är en förutsättning bl.a. för att kunna följa upp att arbetet verkligen utförs på ett säkert sätt. Sådan uppföljning är en viktig arbetsuppgift för arbetsledningen. Bestämmelser om kunskaper om arbetsmiljön för såväl arbetstagare som chefer och arbetsledande personal finns också i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om internkontroll av arbetsmiljön (AFS 1996:6).

Det är viktigt med noggrann information vid nyanställning och vid byte av arbetsuppgifter samt vid införande av nya rutiner, ny utrustning eller nya gaser. Normalt finns anledning till upprepad information därefter. Såväl muntlig som skriftlig information kan behövas. Det är också viktigt att arbetstagarna är utbildade inom t.ex. första hjälpen.

Till 5 §

Följande åtgärder är lämpliga att vidta vid brand då det finns gasflaskor som kan beröras av branden:

- Utrym lokalen, varna.
- Larma räddningstjänsten.
- Gör en sammanställning över de gasflaskor som finns och lämna den till räddningstjänsten när den anländer.

I avvaktan på att räddningstjänsten skall komma kan man, om det är uppenbart att det inte äventyrar säkerheten, stänga gasflaskventilerna och flytta de gasflaskor som inte är direkt berörda av brandhärden. Om det är möjligt bör man kyla upphettade gasflaskor som inte kan flyttas. Det är viktigt att kyla hela flaskytan med vatten från en säker plats, t.ex. i skydd av tunga maskiner eller betongväggar, till dess att branden är släckt och ytan förblir våt när kylningen avbryts. Observera att för acetylen gäller särskilda skyddsåtgärder som inte beskrivs här.

Till 6 § Låg syrgaskoncentration är en framträdande risk i första hand vid hantering av inerta gaser. Kondenserade inerta gaser expanderar i allmänhet kraftigt vid förångning, och undantränger då luftens syrgas. Även läckage av andra gaser kan undantränga luftens syre. Andra än inerta gaser medför dock normalt andra risker (hälsofara eller brandfara) vid betydligt lägre koncentrationer än de som är aktuella när kvävningrisk föreligger.

I första hand bör kravet på tillräcklig syrgashalt ordnas genom ventilationsåtgärder. Om ventilationen är otillräcklig för att säkerställa att syrgashalten inte sjunker under 20 volymprocent behövs andra skyddsåtgärder som kontinuerlig syrgasmätning enligt 8 §.

Vanligen behövs inte kontinuerlig mätning av syrgashalten vid utomhushantering. Exempel på verksamhet som däremot kan behöva kontinuerlig mätning är hantering av koldioxid- och kvävgasbehållare i trånga källarlokalerna i anslutning till ölutskänkning. Sådana utrymmen är normalt inte lämpliga för gashantering. Om gashantering ändå förekommer i sådana utrymmen är det viktigt att mängden gas som hanteras begränsas så långt som möjligt, samt att det finns ventilation med frånluftsdon i låg nivå med ett flöde av minst omkring två luftomsättningar per timme. Kontinuerlig mätning kan eventuellt ersättas av forcerad ventilation med omkring tio omsättningar per timme som är så kopplad att den arbetar då personal uppehåller sig i utrymmet. Om kvävningens risk som härrör från kvävgashantering kan uteslutas på grund av att kvävgas bara hanteras i små mängder eller inte alls, räcker det normalt att enbart mäta halten koldioxid. I andra fall behövs mätning av såväl syrgashalt som halten koldioxid.

Vid fyllning av behållare med kondenserad gas undantränger kondensatet motsvarande mängd gas i gasfas i behållaren som fylls. Om den undanträngda gasen inte återförs till behållaren som tappas är det viktigt att avledning sker på annat säkert sätt. Om t.ex. koldioxid på detta sätt avleds till ett ventilationssystem är det viktigt att ventilationssystemets funktion säkerställs och att gasen inte kan nå andra lokaler där den kan leda till risker.

En del kondenserade gaser, s.k. kryogena gaser (se bilaga 1) som flytande kväve, hanteras i öppna behållare i anslutning till förbrukningsställen inomhus. Flytande kväve används på detta sätt på bl.a. sjukhus och laboratorier. Vid sådan hantering är mängden gas som avgår från en behållare beroende främst av behållarens värmeisolering. Denna mängd tillsammans med utsläpp vid avtappning och annan hantering påverkar syrgaskoncentrationen i luften och behovet av ventilation i lokalen. Finns det risk för stora variationer i tillströmningen, kan kontinuerlig mätning av syrgashalten i lokalen vara nödvändig. Enbart det förhållandet att en

behållare teoretiskt kan tänkas påverkas vid manuell hantering så att den stjälp bör normalt inte föranleda kontinuerlig mätning. Ett sådant spill uppmärksammas ju av den person som orsakade händelsen, och nödvändiga åtgärder kan vidtas omedelbart. Det är viktigt att behållare som innehåller kryogen gas skyddas mot oavsiktlig stjälpning. Vid hantering av kalla gaser är god ventilation särskilt viktig i lågt liggande utrymmen, eftersom förångad gas i allmänhet är tyngre än luft vid rumstemperatur.

Om syrgaskoncentrationen understiger 20 volymprocent är det viktigt att åtgärder vidtas för att återställa normal syrgaskoncentration, d.v.s. 21 volymprocent. Under tiden detta sker behöver arbetstagarna normalt göras observanta på den onormala syrgaskoncentrationen via t.ex. skyltar, ljud- eller ljussignaler.

Regler om ventilation och luftkvalitet finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om ventilation och luftkvalitet i arbetslokaler (AFS 1993:5). I föreskrifterna finns uppgifter om bl.a. uteluft, tilluft, frånluft, kontrollsystem för processventilation i vissa fall, villkor för återluft samt om underhåll och funktionskontroll.

Till 7 § Luften innehåller normalt 21 volymprocent syrgas. Om medelhalten överstiger 22 volymprocent bör lokalen användas som arbetslokal först sedan syrgaskoncentrationen genom ökad ventilation eller annan åtgärd sänkts till normal nivå, d.v.s. 21 volymprocent. Brandhastigheten fördubblas när syrgaskoncentrationen ökar till cirka 24 volymprocent och ökar cirka 10 gånger vid 40 volymprocent syrgas. Förhöjd syrgaskoncentration i luften kan förekomma i närheten av läckande behållare och distributionsanläggningar för syrgas. Att syrgashalten är förhöjd omedelbart intill t.ex. en gängad anslutning på en ledning behöver dock normalt inte föranleda några åtgärder och det är inte lämpligt att mätning görs i en sådan punkt. Syrgashalt över 22 volymprocent i anslutning till brandfarliga ämnen eller material utgör dock en risk som behöver åtgärdas.

I första hand bör förhöjning av syrgashalten i luften motverkas genom ventilationsåtgärder. Om ventilationen är otillräcklig för att säkerställa att syrgashalten inte överstiger 22 volymprocent behövs normalt andra skyddsåtgärder som kontinuerlig syrgasmätning, se kommentaren till 8 §. Behovet av kontinuerlig mätning bör bedömas vid riskbedömningen enligt 3 §.

Om syrgaskoncentrationen överstiger 22 volymprocent är det viktigt att åtgärder vidtas för att återställa normal syrgaskoncentration, d.v.s. 21 volymprocent. Under tiden detta sker bör arbetstagarna uppmärksammas på den onormala syrgaskoncentrationen, via t.ex. skyltar, ljud- eller ljussignaler.

Till 8 § Gasdetektor och larm kan fylla två funktioner. För det första att ge varning för akut hälsofarliga halter, för det andra att uppmärksamma läckage så att fel kan åtgärdas och risker därmed förebyggas. Ofta sammanfaller dessa funktioner. Gasdetektor och larm kan däremot normalt inte användas för att övervaka att hygieniska gränsvärden innehålls. Ett hygieniskt

gränsvärde anger en gräns för vad en arbetstagare tillåts andas in i form av en viss luftförorening under en viss tidsperiod (oftast en arbetsdag), oberoende av uppehållsort, och mäts i andningszonen.

Utrustning för kontinuerlig gasmätning kan behövas i lagerutrymmen och i anslutning till distributionssystem och förbrukningsställen. Behovet bör bedömas vid riskbedömningen enligt 3 §. Faktorer som därvid är viktiga att beakta förutom den hanterade gasens egenskaper är bl.a.:

- mängden gas som hanteras,
- mängden gas i förhållande till lokalens volym,
- möjligheter att uppmärksamma läckage på annat sätt än genom mätning,
- läckage under normala förhållanden,
- läckage som kan uppkomma vid felfunktion, felaktigt handhavande eller skadeverkan,
- sannolikheten för fel och skador på anläggningen,
- rutiner för regelbunden tillsyn och täthetsprovning av utrustningen,
- anläggningens utformning och belägenhet,
- ventilationens utformning och kapacitet samt
- om ventilationens funktion säkerställts (genom t.ex. kontrollfunktion).

Exempel på hantering där utrustning för kontinuerlig gasmätning normalt behövs är:

- Inomhus belägna förvaringsutrymmen för självantändande gas och gas som tillhör faroklassen mycket giftig enligt Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter (KIFS 1994:12). Beroende på distributionssystemets utformning, förläggning och dimensioner (flöden) även i anslutning till distributionssystem och förbrukningsställen.
- Inomhus belägna förvaringsutrymmen för större mängder gas som tillhör någon av faroklasserna giftig eller frätande med riskfras R 35 enligt Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter (KIFS 1994:12). I vissa fall även i anslutning till distributionssystem och förbrukningsställen för sådan gas.
- Inomhus belägen större kylanläggning med ammoniak eller brandfarlig gas som köldmedium.
- Vissa arbeten i slutna utrymmen enligt 12 §.
- Viss gashantering i djupa diken, gropar, kulvertar, trånga källarutrymmen och liknande platser där tung gas kan samlas, t.ex. mätning av koldioxid vid ölutskänkning.
- Anläggning för hyttgas vid järnframställning.

Utrustningar för gasmätning kan vara fast installerade eller portabla. Portabla utrustningar används t.ex. vid tillfälliga arbeten som vid arbete i slutet utrymme. Portabla utrustningar kan vara personburna. Personburna utrustningar för kontinuerlig gasmätning kan behövas bl.a. om arbetet är rörligt i stora utrymmen som kan vara svåra att tillfredställande kontrollera med fast

utrustning, som t.ex. arbete invid masugn. Personburna utrustningar vid sådant arbete är ett komplement till fast installerad utrustning, och ersätter inte den fasta utrustningen.

Larmsignal som kopplas till gasdetektor kan behövas för olika grader av risk, "låglarm", "höglarm", utrymningslarm eller liknande. I vissa fall bör larmet även kopplas till den kommunala Räddningstjänsten. Larmsignal kan vara akustisk, visuell, eller bådadera.

I Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om varselmärkning och varselsignalering på arbetsplatser (AFS 1994:47) finns regler om utformning av ljud- och ljussignaler.

Behov av vindriktningsvisare kan finnas t.ex. vid hantering av större mängder hälsofarlig eller brandfarlig gas, som vid utsläpp kan påverka omgivande verksamheter.

Exempel på verksamhet där såväl utrustning för gasmätning, möjlighet att utlösa gas- och brandlarm som vindriktningsvisare kan behövas är i anslutning till särskilt klorlagerrum med mer än 2000 kg klor.

Till 9 § Det är farligt att förvara brandfarliga och självantändande ämnen i ett förråd med brandunderhållande gas. Risker för antändning är stora vid en eventuell olyckshändelse. Det är viktigt att kläder som blivit nedsmutsade av olja eller fett inte används vid hantering av syrgas på grund av den ökade risken för brand i kläderna.

Till 10 § På grund av den låga temperaturen hos många kondenserade gaser uppstår vid kontakt lätt köldskador på vävnader. Vid risk för stänk av sådana gaser är det därför viktigt att använda ögonskydd, t.ex. täta skyddsglasögon eller ansiktsvisir. Välisolerade handskar ger ett gott skydd mot köldskador på händer.

Handsken bör vara tillräckligt sträv för att medge ett stadigt grepp. Det är också viktigt att materialet på handskens utsida inte är köldsprött och att ytan är tillräckligt tät för att hindra vätska från att tränga in. Detsamma gäller också fotbeklädning, som dessutom bör ha skaft. Overall eller annan klädsel bör inte ha fickor eller veck som kan samla kondenserad gas, och byxben bör dras utanpå stövelskaft.

Risken för svåra och bestående skador vid hudkontakt ökar ju lägre temperatur vätskan har, vilket medför högre krav på skyddsutrustningen. Vid hantering av särskilt kalla gaser bör fria hudytor och ögon skyddas, även om det är fråga om begränsade gasmängder.

Exempel på arbeten som normalt bör ske med skydd för såväl händer som ansikte och i synnerhet ögon, samt med särskild fotbeklädning med skaft, är all lastning och lossning av kondenserad gas till eller från transportbehållare på lastbil eller järnvägsvagn.

Till 11 § I Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om åtgärder mot luftföroreningar till förebyggande av ohälsa (AFS 1980:11) föreskrivs om i vilken ordning förebyggande åtgärder skall övervägas för att minska mängden luftföroreningar samt om användning av andningsskydd om andra åtgärder inte är tillräckliga. Observera att andningsskydd inte ersätter andra åtgärder, utan används bara då det inte går att vidta andra skyddsåtgärder.

En kemskyddsdräkt som skyddar mot gas behöver normalt vara övertrycksventilerad och gastät. Tillsammans med andningsskydd täcker en sådan utrustning hela kroppen. Den behöver i vissa fall vara utförd i särskilt köldtåligt material eller kompletteras med tillsatsskydd om risk finns att den utsätts för stark kyla vid utsläpp av kondenserade gaser, t.ex. ammoniak, svaveldioxid eller klor. Materialet i kemskyddsdräkten kan annars bli sprött och spricka.

Flyktutrustning kan vara lämplig att ha tillgänglig för att användas vid katastrofläge, då snabb och säker utrymning krävs. En flyktutrustning är inte avsedd att användas vid insatser.

Det är viktigt att personalen instrueras och övas i användning av andningsskydd. Övning är särskilt viktig om andningsapparat eller kemskyddsdräkt finns på arbetsplatsen. Särskilda **rutiner** för såväl instruktion om användning, som om skötsel och underhåll av andningsskydd bör finnas. Sådana rutiner bör vara skriftliga. Regler om personlig skyddsutrustning finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om utförande av personlig skyddsutrustning (AFS 1996:7) och om användning av personlig skyddsutrustning (AFS 1993:40).

Den hanterade gasens egenskaper och hanteringssättet avgör behovet av andningsskydd. Riskbedömningen inklusive konsekvensanalysen enligt 3 § bör liksom yrkeshygieniska mätningar vara underlag vid bedömning av behovet. Till ledning vid bedömningen lämnas följande exempel, som anger vad som kan vara normalt behov. Behovet i det enskilda fallet kan avvika på grund av särskilda omständigheter som vid arbete i slutet utrymme.

Exempel 1. Stora mängder klor hanteras. Med stora mängder avses lagring av tonkvantiteter eller dygnsförbrukning av något hundratal kilo.

- All personal som vistas ute i anläggningen medför helmask med filterskydd för klor eller flyktfilter.
- Besökare, entreprenörer och liknande som vistas ute i anläggningen medför flyktfilter.
- Vid lossning av klor medför personalen helmask.
- Vid arbete som medför ingrepp i klorsystemet medförs alltid helmask, vid vissa ingrepp är masken påtagen.
- All personal som sysselsätts i klorhanteringen har personlig helmask.
- Kontorspersonal har tillgång till flyktfilter på kontoret.
- Andningsapparater och kemskyddsdräkter finns till ett antal, och med sådan placering, som bestämts efter samråd med räddningstjänsten.

Exempel 2. Hantering av mindre mängder flytande kväve i öppna behållare på laboratorium eller inom sjukvården.

- Filterskydd skyddar inte mot syrebrist. Normalt behövs inte tillgång till andningsapparat på den enskilda arbetsplatsen. (Goda kunskaper om risker, skyddsåtgärder, samt rutiner för åtgärder vid situationer då flytande kväve spillts ut är viktiga. I undantagsfall kan kontinuerlig mätning av lokalens syrgashalt också behövas.)

Till 12 § Arbeta **inuti behållare** (slutet utrymme) är förenat med stora risker. Risk för inandning av hälsofarlig gas, syrebrist och risk för brand eller explosion kan vara aktuell, förutom de särskilda risker som begränsat arbetsutrymme, svårigheter att kommunicera och att undsätta en person i fara kan innebära.

Exempel på åtgärder som normalt behöver vidtas vid arbete i slutet utrymme är:

- Avskiljning av behållaren på säkert sätt från gas och annan fara. Observera att enbart stängd ventil inte kan betraktas som säker avskiljning, ventil behöver låsas för att förebygga oavsiktlig manövrering. Detsamma gäller avstängning av eventuell mekanisk utrustning. För avskiljning från trycksatta gassystem eller i förekommande fall t.ex. ånga, behövs normalt isärkoppling och blindflänsning.
- Tömning, ventilering, och rengöring.
- Kontroll av halten hälsofarlig gas/brandfarlig gas/syrehalt genom mätning.
- Fortsatt ventilering och eventuellt gasmätning under arbetets gång.

Arbetet bör dessutom alltid styras av skriftliga instruktioner, och påbörjas först efter skriftligt arbetstillstånd. Exempel på personlig skyddsutrustning som normalt behövs är lyftsele med lina förutom lämpligt andningsskydd. Exempel på utrustning som kan behövas vid risk för brand eller explosion, d.v.s. i första hand vid arbete i behållare för brandfarlig gas, är särskild elutrustning och gnistfria verktyg. Normalt bör halten brandfarlig gas i sådan behållare med hänsyn till risken för brand och explosion understiga 5 % av undre explosionsgränsen när hetarbete skall utföras, och vara högst 25 % vid annat arbete förutsatt att inga tändkällor finns. Det är viktigt att arbete i slutna utrymmen övervakas av minst en person utanför behållaren. Normalt behövs dock mer än en person för att manuellt lyfta upp en medvetlös från ett slutet utrymme.

Observera att denna beskrivning av arbete i slutet utrymme inte redovisar alla skyddsåtgärder som kan behövas. Regler om arbete i slutet utrymme finns bl.a. i Arbetarskyddsstyrelsens allmänna råd om arbete i slutet utrymme (AFS 1993:3) samt i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om smältsvetsning och termisk skärning (AFS 1992:9).

Även vid **utvändigt arbete** på utrustning för brandfarlig gas finns risk för brand eller explosion, i första hand genom termisk tändning av innehållet vid s.k. hett arbete (d.v.s. arbete då man använder verktyg eller arbetsmetoder som ger öppen låga, gnista eller värme och som direkt eller indirekt kan orsaka brand eller explosion). Risker kan dock finnas även vid annat

arbete som avluckning utan gnistfria verktyg. Vid hetarbete bör halten brandfarlig gas i utrustningen inte överstiga 5 % av undre explosionsgränsen. Kontroll av halten görs vanligen med explosimeter. Även vid utvändigt arbete behövs därför normalt särskilda rutiner för avskiljning av utrustningen, tömning, ventilering, eventuell inertgasspolning, arbetstillstånd m.m. Se även Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om smältsvetsning och termisk skärning (AFS 1992:9).

Under pågående reparationsarbete är det viktigt att uppmärksamma personalen på om förhöjda gaskoncentrationer kan förekomma i lokalen. Detta kan ske t.ex. med varningsskylt.

Regler om utrustningar för explosionsfarlig miljö finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö (AFS 1995:5) samt i Elsäkerhetsverkets föreskrifter om elektriska utrustningar för explosionsfarlig miljö (ELSÄK-FS 1995:6). Regler om klassning av riskområden vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor finns i Sprängämnesinspektionens föreskrifter om klassning av riskområden vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor (SÄIFS 1996:6).

Till 13 § För att förebygga att fukt kommer in i känslig utrustning är det viktigt att utrustningen används på riktigt sätt. Fukt i luft kan slussas "bakåt" i system om ventiler manövreras i fel ordning och på felaktigt sätt.

Till 14 § Om kondenserad gas stängs in mellan två avstängningsventiler i en rörledning är volymen stumfylld. Om innehållet värms upp medför detta en tryckökning som kan orsaka läckage och även få rörledningen att brista. En anordning som hindrar sådan tryckökning, t.ex. säkerhetsventil, är därför viktig.

Avsäkringsanordning mellan två avstängningsventiler kan dock vanligen undvaras om det kan bedömas att avsaknad av sådan anordning inte medför nämnvärt ökad risk för ohälsa eller olycksfall. Risken uppskattas genom att sannolikheten för inneslutning och termisk expansion som leder till läckage sammanvägs med konsekvenserna av läckage (se kommentarerna till 3 § beträffande begreppen risk, sannolikhet och konsekvens).

Sannolikheten för instängning och läckage om avsäkringsanordning saknas kan begränsas genom följande åtgärd:

En av avstängningsventilerna är låst eller plomberad i öppet läge vilket medför att rörledningen mellan dessa avstängningsventiler står i oavstängbar förbindelse med en annan avsäkringsanordning samt

- avstängningsventilerna kan lätt identifieras genom tydlig märkning,
- ventillägena (öppen respektive stängd ventil) är tydligt markerade och
- instruktion finns för stängning, öppning, låsning och plombering av ventil.

Observera att rutiner som begränsar sannolikheten för farlig inneslutning enligt ovan förutsätter att gällande instruktioner följs, att sällsynta och undantagsvisa avvikelser från gällande instruktioner rapporteras och korrigeras samt att det säkerställs att bara personal inklusive arbetsledning med mycket goda kunskaper om risker och skyddsåtgärder deltar i arbetet.

Sannolikheten för läckage kan normalt bedömas vara försumbar om utrustningen har beräknats för att motstå bildat övertryck. Detta är normalt aktuellt bara i undantagsfall och inte i industriella anläggningar.

Vid bedömningen av **konsekvensen** för hälsa och säkerhet av läckage bör följande faktorer särskilt beaktas:

- Den kondenserade gasens egenskaper (hälsofarlighet, brandfarlighet, etc.).
- Instängbar volym.
- Utrustningens belägenhet (inomhus eller utomhus, belägenhet i förhållande till personal, platsens ventilationsförhållanden m.m.).
- Möjligheterna att snabbt uppmärksamma ett läckage och förebygga allvarliga konsekvenser.

Konsekvenserna av läckage av hälsofarlig gas är normalt begränsade i följande exempel:

- Om en rörlednings volym mellan två avstängningsventiler inte är större än 0,5 liter och det inte är fråga om inomhus placerad utrustning för gas som tillhör faroklassen mycket giftig enligt Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter (KIFS 1994:12).
- I fråga om utomhus fritt placerad utrustning som inte finns i farlig närhet till personal eller ventilationsintag, om volymen understiger 100 liter.

Det är också viktigt att bedöma om skadlig tryckökning kan leda till att inte bara den instängda volymen kan frigöras, utan att utrustningen skadas på sådant sätt att läckaget blir större.

När såväl sannolikheten som konsekvensen bedömts görs en sammanvägning, och man kan då bedöma om risken med utelämnad avsäkringsanordning är acceptabel.

Fyllning och tömning

Till 15 § Avgränsningen markerar att det pågår ett arbete som är riskfyllt och var gränsen går för obehöriga. Avgränsning kan göras med t.ex. avspärningsband, koner eller bommar. Exempel på fixeringsutrustning för tankvagn är bromsslädar eller bromsskor och på tankbilar bromsklossar. Det är lämpligt att med såväl varningsskylt som ljussignal framför och bakom fordonet markera att fyllning eller tömning pågår. I vissa fall då påkörning av annat fordon kan leda till mycket stora konsekvenser kan ytterligare avspärning som fysiskt hindrar

påkörning behövas. Det kan t.ex. vara lämpligt att med bromssläde eller spårspärr förebygga att annan järnvägsvagn som rullar på samma spår kan kollidera med den vagn som fylls eller töms.

Vid lastning och lossning på särskild lossningsplats inom fabriksområde med bevakat tillträde, och som dessutom är avskild från trafikled inom området, behövs normalt inte lösa koner, bommar eller band. På sådan lossningsplats uppnås motsvarande skyddsnivå genom att platsen är utmärkt med varningsskyltar samt varningssignal som aktiveras under pågående lastning eller lossning.

Den som svarar för säkerheten på en lossnings- eller lastningsplats är i allmänhet den arbetsgivare som råder över platsen.

Det är viktigt att lossning (lastning) inte påbörjas innan den som svarar för säkerheten gett klartecken.

Lossningsplatsen bör utformas så att tankbilar inte behöver backa i samband med lossning eller lastning.

Om fyllning eller tömning utförs som ensamarbete är det viktigt att det finns kontaktmöjlighet i form av t.ex. telefon, kommunikationsradio eller i vissa fall larmanordning. Vid lossning och lastning av särskilt hälsofarlig gas bör därutöver normalt finnas möjlighet till snabb hjälp i en nödsituation. Med snabb hjälp avses här att den person som skall undsätta operatören finns på samma arbetsplats, i ett kontrollrum, en vaktkur eller liknande och har möjlighet att snabbt lämna sina ordinarie arbetsuppgifter.

Till 16 § Det är viktigt att ledningen är anpassad inte bara till aktuella tryck, utan även till aktuella temperaturer. För mycket kalla gaser bör flexibel metallnät slang användas. Sådana slangledningar utsätts för stora påfrestningar genom temperaturvariationer och den mekaniska hanteringen. Normalt får man räkna med att slangledningarna har en begränsad livslängd jämfört med annan processutrustning.

Exempel på en situation då slangledningen inte behöver tömmas är när utelämnad tömning inte kan leda till ökad risk för ohälsa eller olycksfall. Detta kan vara aktuellt t.ex. då slangen är av liten dimension och trycket är lågt, vilket innebär att mängden gas är begränsad. Även den aktuella gasens egenskaper har naturligtvis betydelse för risken med utelämnad tömning, och en riskbedömning enligt 3 § behövs i det enskilda fallet. Det kan också i vissa fall finnas hinder för att tömma slangen på ett säkert sätt. I sådana fall får riskerna med utelämnad tömning vägas mot riskerna vid tömningen.

Observera att det finns särskilda risker med lösa slangar. Om slangen okontrollerat töms mot det fria kan häftiga slag och rörelser i slangen leda till svåra skador på personer i närheten. En

slang i vilken gasen bildat "ispropp" (av t.ex. koldioxid) kan vara mycket farlig på detta sätt. Det är därför mycket viktigt att en sådan slang inte placeras löst på marken med öppen ventil. "Proppen" kan också bli en projektil när den släpper om slangventilen är öppen.

Till 17 § Acceptabel fyllnadsgrad är beroende av vilken gas som fylls och vilken temperatur som råder vid fyllning. Som exempel kan nämnas att om en behållare fylls till 85 % med klor vid 0 EC inträffar stumfyllning vid +68 °C. Det är mycket viktigt att högsta tillåten fyllnadsgrad bestäms i det enskilda fallet för aktuell temperatur. Uppgiften kan erhållas i tabellverk eller beräknas.

Fyllnadsgraden kan mätas t.ex. genom vägning, flottörmätning och så kallad vridmätare. Vridmätare fungerar på samma sätt som ett så kallat säkerhetsrör, men är rörlig och försedd med avläsningsmöjlighet för vätskeståndet.

Ett säkerhetsrör eller maxnivåventil är ett med ventil försett rör som når ner till vätskeytan vid maximalt tillåten fyllnadsgrad vid en viss temperatur, vanligen +15 °C. När ventilen öppnas avleds gas eller kondensat till förbrukningsställe eller motsvarande med ringa mottryck. Om kondensat avleds sjunker temperaturen vid tryckfallet efter ventilen, vilket kan konstateras genom att röret beläggs med rimfrost eller vattendroppar. Om gas avleds blir däremot tryckfallet, liksom nedkyllningen, obetydlig. Ett sådant rör kan vanligen godtas som nivåmätningstrustning om det är säkerställt att kondensatets temperatur i behållaren inte understiger den temperatur som rörets nivå i behållaren motsvarar. I praktiken är det inte minst vintertid svårt att undvika att kondensatet är kallare. En förutsättning är också att gasen kan avledas på ett säkert sätt.

Om fyllnadsgraden kontrolleras på bara ett sätt ökar risken för stumfyllning, t.ex. genom att använd mätmetod är felaktigt kalibrerad eller genom misstag i avläsning. Om det ändå kan vara tillräckligt att mäta fyllnadsgraden på bara ett sätt får avgöras genom en riskbedömning i det enskilda fallet. Faktorer och överväganden som då är aktuella är i princip desamma som beträffande bedömningen av risk för farlig stumfyllning mellan ventiler i rörledning i kommentarerna till 14 §.

Det är viktigt att nivåmätare, liksom annan säkerhetsutrustning, kontrolleras genom fortlöpande tillsyn.

Av kondensatet undanträngd gas i den behållare som fylls avleds ofta tillbaka till behållaren som man tappar från. Om den undanträngda gasen däremot avleds på annat sätt från behållaren som fylls är det viktigt att det sker på ett säkert sätt.

Till 18 § Det är viktigt att manöverdon till fjärrmanövrerad ventil placeras så att något don är åtkomligt vid läckage. Fjärrmanövrerad ventil kan exempelvis manövreras pneumatiskt eller elektriskt, i vissa fall också mekaniskt. Sådan ventil bör vid mediabortfall gå till stängt läge. Fjärrmanövrerad ventil behövs för att snabbt kunna stänga av flödet från behållaren t.ex. vid

läckage i lossningsledning.

Utelämnad fjärrstyrning kan vara aktuell t.ex. då det är fråga om mindre volymer, klenta rördimensioner, och det finns förutsättningar att manuellt stänga behållarens ventil i utloppsledningen på ett snabbt och säkert sätt även efter t.ex. rörbrott nära ventilen.

Exempel på transportbehållare som normalt inte behöver fjärrmanövrerad ventil är behållare för kondenserad koldioxid som transporteras på bilflak. Exempel på transportbehållare som behöver fjärrmanövrerad ventil är behållare på tankbil och järnvägsvagn.

Till 19 § Lämpligt underlag för lossningsplats för kondenserad syrgas är t.ex. betong eller grus.

Det är viktigt att lossningsplatsen är fri från brännbart emballage eller dylikt.

Till 20 § Med en tryckregulator ansluten till gasflaskan reduceras gastrycket. De på regulatorm placerade tryckmätarna visar normalt gasflasktrycket respektive arbetstrycket. Vid användning av tryckregulator är det viktigt att

- se till att den är anpassad för aktuell gas (framgår av märkningen på tryckregulatorm),
- man bara använder handkraft och anpassad nyckel vid åtdragning,
- flaskventilen öppnas långsamt och försiktigt samt att
- man inte använder tryckregulatorm som öppnings- respektive stängningsventil.

På grund av risken att tryckmätarglasets splitteras vid öppning av flaskventil bör man inte stå för nära eller rakt framför tryckmätaren vid avläsning. Det är särskilt viktigt att ventil på syrgasflaska öppnas försiktigt, vilket förebygger risken för brand i armaturen.

Lagring och förvaring

Till 21 § Utgångspunkten vid utformning och dimensionering av ventilationen vid inomhusförvaring av gasflaskor är en riskbedömning. Faktorer som behöver beaktas vid bedömningen är i huvudsak desamma som redovisas för bedömningen av behovet av kontinuerliga gasmätare i 8 §. Ventilationsbehovet påverkas även av om det finns sådana gasmätare. Ventilationen kan dock inte helt ersättas av gasmätare. Viss vägledning vid dimensionering av ventilationen kan erhållas genom rekommendationer från gasbolagen. Observera dock att ventilationen i det enskilda fallet avgörs utifrån lokala förhållanden.

För alla gaser utom de inerta är det viktigt att ingen annan utrustning än behållare, rörledning och doseringsutrustning finns i lagerlokalen. Det är också viktigt att ämnen som kan reagera häftigt med de lagrade gaserna inte förvaras i lagerlokalen.

Med hänsyn till möjligheterna att vid brand flytta gasflaskor (jämför 5 § med kommentarer) är det angeläget att inomhus placerad flaska är lätt åtkomlig.

Allmänna regler om förvaring av farliga ämnen finns också i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om farliga ämnen (AFS 1994:2). Även gasbolagen lämnar information beträffande vilka gaser som bör, respektive inte bör, lagras tillsammans. Regler om förvaring av gasflaskor finns också i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gasflaskor (AFS 1996:9), samt beträffande brandfarlig gas, i Sprängämnesinspektionens föreskrifter om brandfarlig gas i lös behållare (SÄIFS 1995:2).

En gasflaska kan lätt stjalpa om den har liten bottendiameter i förhållande till höjden och utsätts för stötar. För att undvika detta bör behållaren förvaras på en skyddad plats, på plant underlag, i en särskild ställning eller kedjas fast vid väggen. Det är dock angeläget att den lätt kan lösgöras för att föras bort vid brand eller brandfara.

Om ventilationssystemet är ett riskområde enligt Sprängämnesinspektionens föreskrifter om klassning av riskområden vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor (SÄIFS 1996:6), finns regler om utförande av utrustning i systemet, t.ex. en fläkt, i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö (AFS 1995:5) samt Elsäkerhetsverkets föreskrifter om elektriska utrustningar för explosionsfarlig miljö (ELSÄK-FS 1995:6).

Till 22 § För lagring av gas är normalt utomhusförvaring att föredra från säkerhetssynpunkt. Inomhusförvaring kan vara aktuell t.ex. om det är fråga om mindre mängder eller om det utomhus inte finns tillgång till plats som är avskild från starkt trafikerade transportleder. Gas bör inte förvaras i arbetslokaler annat än i mycket begränsade mängder t.ex. på laboratorier eller i anslutning till viss kontorskopieringsutrustning. Det är sålunda olämpligt att förvara ammoniak i en hårdverkstad.

Kravet på inhägnad kan uppfyllas om själva lagringsplatsen finns inom ett fabriksområde med bevakat tillträde som man har god kontroll över.

Indelning av gaser i kategorier

Gaser kan indelas i följande kategorier beroende på deras egenskaper: inerta, brandunderhållande, brandfarliga, hälsofarliga, korrosiva och självantändande. Vissa gaser tillhör fler än en kategori, t.ex. kolmonoxid, som är brandfarlig, hälsofarlig och korrosiv. En del gaser hanteras i kondenserad form vilket påverkar riskbilden.

Om koncentrationen av **inerta gaser** ökar så minskar syrgaskoncentrationen i luften vilket kan medföra kvävning. Att hamna i syrgasfattig atmosfär är ytterst farligt. Någon varning i form av andnöd uppträder inte, utan medvetlöshet inträder mycket snabbt.

En del **hälsofarliga gaser** kan ge retningar på slemhinnor i ögon och luftvägar, medan andra har negativa effekter på centrala nervsystemet, andra åter på celledningen. Vissa hälsofarliga gaser kan leda till dödsfall även efter kortvarig hög exposition. Exempel på en sådan gas är svavelväte.

Kännetecknande för **brandfarliga gaser** är att de tillsammans med luft (och andra **brandunderhållande gaser**) kan bilda antändbara gasblandningar. Därför är det mycket viktigt vid hantering av brandfarliga gaser att känna till vid vilka halter de kan vålla brand eller explosion, d.v.s. brännbarhets- och explosionsområdena, tillsammans med luft eller annan brandunderhållande gas som hanteras. Många brandfarliga gaser är också hälsofarliga. De som inte är hälsofarliga kan ändå medföra risk eftersom de på samma sätt som de inerta gaserna tränger undan syre. Sprängämnesinspektionen, SÄI, utfärdar regler om brandfarliga gaser. Därför finns inte särskilda regler från brandfarlighetssynpunkt för sådana gaser i dessa föreskrifter och allmänna råd. I stället hänvisas till SÄI:s föreskrifter.

Självantändande gaser antänds omedelbart i kontakt med luft. De flesta av dem är också mycket hälsofarliga.

Korrosiva gaser är inom ramen för dessa föreskrifter gaser som genom sina frätande egenskaper kan skada levande vävnad eller material. Många korrosiva gaser har sådana effekter på både levande vävnad och material.

Temperaturen hos många gaser i kondenserad form är betydligt under 0 °C och kan vid hudkontakt ge köldskador. De gaser som är kondenserade och kylda till en temperatur under omkring -150 °C betecknas **kryogena** (djupkylda) **gaser**, och medför särskilt stora risker vid hudkontakt. Hudkontakt med sådana gaser leder ofta till svåra bestående skador om inte kontakten är mycket kortvarig och begränsad.

Nedan uppräknade gaser är ett urval av dem som hanteras inom industrin, sjukvården m.m.

Eftersom begreppet korrosivt är vidsträckt så finns det kanske några gaser vars indelning kan diskuteras.

A. Inerta

- Argon (Ar), koldioxid (CO₂), helium (He), krypton (Kr), kvävgas (N₂), neon (Ne), svavelhexafluorid (SF₆), xenon (Xe)

B. Brandunderhållande

- Luft, lustgas (N₂O), syrgas (O₂)

C. Brandfarliga

- Acetylen (C₂H₂), butan (C₄H₁₀), buten (C₄H₈), butyn (C₄H₆), cyklopropan (C₃H₆), dimetyleter (C₂H₆O), dimetylpropan (C₅H₁₂), etylen (C₂H₄), metan (CH₄), propadien (C₃H₄), propan (C₃H₈), propen (C₃H₆), propyn (C₃H₄), vätgas (H₂)

D. Brandfarliga -- hälsofarliga

- Arsin (AsH₃), butadien (C₄H₆), cyanogen (C₂N₂), cyanväte (HCN), diboran (B₂H₆), etylklorid (C₂H₅Cl), fosfin (PH₃), fosgen (COCl₂), svavelväte (H₂S), väteselenid (H₂Se)

E. Brandfarliga -- hälsofarliga -- korrosiva

- Diklorsilan (H₂Cl₂Si), dimetylamin ((CH₃)₂NH), etylamin (C₂H₅NH₂), etylenoxid (C₂H₄O), fluor (F₂), karbonylsulfid (COS), kolmonoxid (CO), metylamin (CH₃NH₂), metylbromid (CH₃Br), metylfluorid (CH₃F), metylklorid (CH₃Cl), metylmerkaptan (CH₃SH), trimetylamin ((CH₃)₃N), vinylbromid (C₂H₃Br), vinylklorid (C₂H₃Cl)

F. Hälsofarliga -- korrosiva

- Ammoniak (NH₃), bortrifluorid (BF₃), bortriklorid (BCl₃), klor (Cl₂), klore cyan (CNCl), kvävedioxid (NO₂), kvävemonoxid (NO), kvävetrifluorid (NF₃), ozon (O₃), svaveldioxid (SO₂), svaveltetrafluorid (SF₄), vätebromid (HBr), vätefluorid (HF), vätejodid (HI), väteklorid (HCl)

G. Självantändande (pyrofora) -- hälsofarliga

- Bromtrifluoretylen (C₂BrF₃), disilan (Si₂H₆), german (GeH₄), silan (SiH₄)