



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

HANDBOK

Hantering av brandfarlig gas för yrkesmässig verksamhet

Remiss

Hantering av brandfarlig gas för yrkesmässig verksamhet

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

Enhet: Enheten för hantering av farligt gods och brandfarlig vara

Produktion: Advant

Publikationsnummer: MSB1589 - ~~juni 2020~~

ISBN: 978-91-7927-045-2

Förord

Denna handbok riktar sig till dig som hanterar brandfarliga gaser eller aerosolbehållare med brandfarligt innehåll i en yrkesmässig verksamhet, eller arbetar som tillstånds- eller tillsynsför rättare enligt lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE).

För butiker finns dock en särskild handbok, **Brandfarliga gaser och vätskor samt gasapparater i butiker**, och för sådana verksamheter hänvisar vi helt till den. Den här handboken gäller för all övrig yrkesmässig hantering.

Utgångspunkten är hantering som omfattas av Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB:s) föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler, MSBFS 2020:1. Dess omfattning och vad som är undantaget beskrivs i [bilaga A](#). Handboken redovisar de krav i föreskrifterna som gäller för yrkesmässiga verksamheter (men alltså inte de som gäller enbart för privat hantering). Definitioner av använda begrepp finns i [bilaga B](#).

Handboken redovisar även allmänna råd som hör till kraven i de fall det finns. Allmänna råd beskriver ett sätt att uppfylla ett krav, och har en starkare juridisk status än handbokens exempel, men är inte tvingande. Om de allmänna råden inte följs måste kravet uppfyllas på något annat sätt. De allmänna råden kan då betraktas som nivasättande.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter blir i vissa avseenden relevanta för att ge en helhetsbild av hur en säker hantering av brandfarlig gas behöver utformas. Även annan lagstiftning som inte tas upp i denna handbok kan bli relevant. Referenser till krav i Arbetsmiljöverkets föreskrifter finns i rutor med lila överstreck (referenser till krav under LBE och lagen (2006:263) om transport av farligt gods (LFG) har rött överstreck). Syftet med dessa är att ge en mer komplett bild av de regler som gäller vid hantering av brandfarlig gas. För frågor rörande dessa krav, vänligen kontakta Arbetsmiljöverket.

En komplett lista över de föreskrifter som handboken hänvisar till finns i [bilaga C](#). Där listas även vägledning från MSB samt branschansvisningar och andra skrifter [och websidor](#) som kan vara relevanta vid hantering av brandfarlig gas. Exempelvis så har MSB tagit fram handböcker och information som riktar sig till butiker, bensinstationer, restauranger, skolor och laboratorium.

Observera att alla krav som redovisas i denna handbok gäller oavsett om en verksamhet behöver tillstånd eller inte, förutom kraven på föreståndare och på utredning om risker i [kapitel 10](#), vilka enbart gäller för tillståndspliktig verksamhet.

De volymer som anges i denna handbok avser behållarnas invändiga volym, så kallad vattenvolym, oavsett hur stor mängd brandfarlig gas de innehåller. För aerosol-behållare avses innehålllets nominella volym, som är märkt på behållaren. De tryck som anges avser övertryck.

[I denna nyutgåva har kompletteringar gjorts för den allt vanligare brandfarliga gasen vätgas. Även mindre andra ändringar och kompletteringar har gjorts.](#)

År 2045 ska Sverige, enligt riksdagens långsiktiga klimatmål, inte längre ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. Det innebär stora förändringar i Sveriges energisystem.

Vätgas har identifierats som en viktig energibärare i klimatomställningen från fossila bränslen till fossilfria energiformer. El-energi från sol- och vindkraft kan lagras som vätgas med hjälp av en elektrolysör och sedan åter omvandlas till elkraft till exempel med hjälp av en bränslecell i till exempel ett fordon. Vätgasen kan även användas i andra typer av verksamheter som till exempel för produktion av e-bränslen och ammoniak, lagring av energi för att balansera elnätet och till nya processer för fossilfri järn- och stålproduktion.

Ett intensivt arbete pågår med att utveckla och införa teknik för att producera, hantera och bygga en infrastruktur för transport samt för lagring och användning av vätgas. Att detta kan ske på ett säkert sätt är en förutsättning för klimatomställningen.

Ett nytt kapitel 5 om mobila gaslager har lagts till för att tydliggöra reglerna kring dem. Ett nytt kapitel 9 Vätgas har också lagts till. Kapitlet avser ge en översiktligt och generell bild av vätgasens egenskaper och om dess säkra hantering. Handboken har i övriga kapitel, kompletterats med de föreskriftskrav och allmänna råd som lagts till i hanteringsföreskriften MSBFS 2020:1. Tre nya bilagor om detektion, väteförsprödning och om riskutredning för brandfarlig gas samt en bilaga med beräkningsexempel har också lagts till.

Handboken har ingen ambition att på djupet beskriva detaljerade säkerhetslösningar. Det finns istället viktig kunskap beskriven i andra svenska, europeiska och internationella handböcker, vägledningar och standarder vilka det är rimligt att verksamhetsutövarna känner till och beaktar.

Det kan i detta sammanhang vara värt att nämna att utvecklingen är snabb och att forskning kring risker pågår parallellt. Det innebär att regler och rekommendationer kan komma att behöva uppdateras ytterligare.

Innehåll

1. Hantering av brandfarlig gas	9
1.1 Anordningar	9
1.1.1 Aerosolbehållare	10
1.1.2 Gasapparater/gasanordningar	10
1.2 Obrännbart material	14
1.2.1 Fästeanordningar	14
1.3 Utomhustemperaturer	15
1.4 Säkerhetsutrustning	15
1.4.1 Undertryck	16
1.5 Fackmässigt utförda installationer	17
1.6 Korrosion	18
1.6.1 Korrosionsskyddssystem	19
1.6.2 Galvanisk korrosion	19
1.7 Skadliga vibrationer	19
1.8 Avstängning	20
1.8.1 Huvudavstängning	21
1.9 Påkörning och annan yttre påverkan	22
1.9.1 Påkörningsskydd	22
1.9.2 Nedfallande föremål	22
1.10 Skyltning	23
1.11 Ventilation	25
1.11.1 Ventilation av vätgasinstallationer inomhus	27
1.11.2 Ventilation enligt ATEX	27
1.11.3 Risk för ansamling av vätgas	28
1.11.4 Inomhus, utomhus och utrymmen	28
1.12 Detektion och åtgärder vid vätgasutsläpp	30
1.12.2 Detektorer och larm	31
31	
1.12.3 Åtgärder vid detektion av vätgas	33
1.12.4 Bedömning av säkra förhållanden från säker plats	36
1.12.5 Arbetsmiljöverkets regler om detektorer och larmanordningar	37
1.13 Tryckavlastning	37
1.13.1 Tryckavlastning i säker riktning	37
1.13.2 Arbetsmiljöverkets regler om tryckavlastning och skydd mot kaststycken	39
1.14 Obehörigt förfarande åtkomst	39
1.15 Släckutrustning	40
1.16 Kontroller	41
1.16.1 Kontroller enligt MSBFS 2020:1	41
1.16.2 Kontroller enligt AFS 2023:11	41
1.17 Tankstationer för metan och vätgas	42
1.17.2 Kontroll av skydd mot för högt tryck i fordonstankar	44
1.17.3 Förebyggande av tryckkärlsexplosioner	45
1.18 Instruktioner	46
1.18.1 Instruktionernas innehåll	46
1.18.2 CE-märkt utrustning	47

1.19	Olyckor och tillbud	48
1.20	Nätbolag.....	48
1.21	Lastade fordon.....	49
1.22	Luktsättning.....	51
1.23	Driftsättning.....	51
1.24	Gasfriförklaring	52
1.25	CE-märkning av tryckbärande anordningar och gasanordningar.....	52
1.25.1	Tryckbärande anordningar	52
1.25.2	Gasanordningar	53
2	Placering, avstånd och brandteknisk avskiljning.....	54
2.1	Lösa behållare med brandfarlig gas undantaget vätgas	57
2.1.1	Förvaring i olika utrymmen	60
2.1.2	Placering vid vägg	60
2.2	Gascisterner med gasol.....	60
2.2.1	Gascisterner i mark.....	61
2.2.2	Gascisterner för flytande metan (LNG/LBG)	61
2.3	Gasklockor och rötkammare	62
2.4	Brandteknisk avskiljning	62
2.4.1	Avstånd till öppningar i den brandtekniska avskiljningen	63
2.4.2	Mur som brandteknisk avskiljning.....	64
2.4.3	Brandavskiljande skåp	64
2.5	Byggnader och utrymningsmöjligheter – brandfarlig gas inklusive vätgas.....	65
2.5.1	Arbetsmiljöverkets regler om utrymningsvägar	65
2.5.2	Säker plats och väg för utrymning enligt Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i samband med brand, BFS 2024:7	66
2.5.3	MSB:s regler om utrymningsvägar.....	66
2.6	Vätgasinstallationer	70
2.6.1	Inledning.....	70
2.6.2	Skyddsklasser och skyddsvärda objekt	71
2.6.3	Dimensionerande skadefall och skadekriterier för olika skyddsvärda objekt	73
2.6.5	Skadekriterier.....	77
2.6.6	Tröghetsbaserat flöde och stigkraft.....	78
3	Lösa behållare	87
3.1	Hantering av lösa behållare	87
3.1.2	Saluföring av lösa behållare.....	89
3.2	Samförvaring	89
3.2.1	Samförvaring med annan gas	90
3.2.2	Lättantändligt material.....	90
3.2.3	Andra faror.....	90
3.2.4	Brandklassade utrymmen	91
3.2.5	Förvaring i plåtskåp	91
3.3	Fyllning av gasflaskor.....	92
4	Gascisterner och gasklockor.....	93
4.1	Gascisterner och gasklockor ovan mark	94
4.2	Gascisterner i mark	95
4.3	Kontroll av gascisterner	96
4.4	Lastning och lossning.....	97
4.5	Gascisterner och gasklockor som tas ur bruk.....	99

5. Mobila gaslager.....	100
5.1 Underlag	101
5.2 Lastning och lossning av ett transportfordon med mobila gaslager	101
5.3 Flänsskydd.....	103
5.4 Fyllning av mobila gaslager.....	103
6. Rörledningar.....	104
6.1 Materialval för rörledningar	104
6.2 Ledningsdragnig.....	104
6.2.1 Fästnanordningar	105
6.2.2 Skydd mot oavsiktlig ventelmanövrering	105
6.2.3 Förväxling av anslutningar på rörledningar	106
6.2.4 Dolda rörledningar	107
6.3 Märkning av rörledningar	108
6.4 Rörledningar i mark.....	109
6.4.1 Spårbarhet av rörledningar i mark.....	109
6.4.2 Skydd mot pågrävning.....	110
6.4.3 Skydd mot trafiklaster.....	111
6.5 Anslutning för fartyg	111
6.6 Rörledningar som tas ur bruk.....	112
6.7 Rörledningar och zonklassning.....	112
7. Slangledningar.....	113
7.1 Användning av slang	113
7.2 Skydd mot förslitning.....	114
7.3 Förläggning av slang.....	114
7.4 Förväxling av anslutningar på slangledningar	114
7.5 Backventil	115
7.6 Att välja rätt slang Standarder för slanger	116
8. Acetylen	117
8.1 Sönderfall.....	117
8.2 Materialval.....	118
8.3 Bakslagsskydd	118
8.4 Särskilda krav för verksamheter i bostadshus	119
9. Vätgas.....	120
9.1 Vätgashantering.....	120
9.2 Vätgasens egenskaper	123
10. Utredning om risk.....	128
10.1 Tillstånd enligt LBE.....	128
10.2 Aktsamhetskravet	128
10.3 Förebyggande och begränsande barriärer	130
10.4 Omfattning och metoder	131
10.5 Allmänt råd till 7 § LBE.....	132
10.6 Särskilda frågor i en riskutredning för vätgasanläggningar	133
10.7 Anvisningar och normer.....	134
10.8 Tillståndsmyndighetens granskning.....	136
11. Risk för explosiv atmosfär	137

11.1 Arbetstillstånd	138
11.2 Arbeten i anslutning till EX-zoner	139
Bilaga A: Tillämpnings-område för MSBFS 2020:1	140
Undantagen hantering i MSBFS 2020:1	142
Hantering undantagen från LBE	145
Bilaga B: Definitioner	146
Bilaga C: Föreskrifter och vägledningar	151
Föreskrifter och allmänna råd	151
Vägledning från MSB	152
Anvisningar och handböcker	152
Rapporter	153
Web-sidor	153
Standarder	153
Bilaga D: Granskning av utredning om risker	156
Bilaga E: Sammanfattning, placering av vätgasbehållare och vätgasinstallationer utomhus ovan mark	159
Inledning	159
Skyddsavstånd från vätgasinstallationer	159
Påverkan på skyddsavstånd av fysiska barriärer	161
Egen beräkning av skyddsavstånd	162
Skyddsavstånd för påverkan från brand i omgivningen mot vätgaslager	163
Bilaga F: Detektion	165
Detektionsmetoder	165
Gasdetektion	165
Tillförlitlighet och integritetsnivå (SIL)	168
Bilaga G: Väte-försprödning	171
Bilaga H: Generellt om riskutredningar för brandfarlig gas	175
Oönskat utsläpp (Loss of containment)	176
Skadlig uppvärmning	177
Bilaga I: Exempel på beräkning för att avgöra om ett utrymme bör ha detektion och larmanordningar samt tryckavlastning	178
Inledning	178
Standardcontainern	178
Laborationslokal	180
Industrilokal	181

1. Hantering av brandfarlig gas

I detta kapitel redovisas de allmänna krav som gäller vid hantering av all brandfarlig gas och i vissa fall specifikt för vätgashantering. I kapitel 2 tas riktlinjer upp för avstånd i förhållande till omgivningen. Efterföljande kapitel 3-8 tar upp mer specifika områden: lösa behållare, gascisterner och gasklockor, mobila gaslager, rörledningar, slangledningar och acetylen. Det är viktigt att läsa dessa tillsammans med kapitel 1 och 2. Slutligen finns i kapitel 9-11 faktakapitel om vätgas, utredning om risk och risk för explosiv atmosfär.

Vad MSBFS 2020:1 omfattar och vad som är undantaget beskrivs i bilaga A. Definitioner av alla använda begrepp finns samlade i bilaga B. Bilagorna C och D innehåller en sammanställning av föreskrifter, vägledningar, standarder mm., respektive en checklista för en generell granskning av en riskutredning hantering av brandfarlig gas. Bilaga E innehåller en sammanfattning av hur vätgasbehållare kan placeras utomhus ovan mark. Bilagorna F, G och H innehåller fördjupningar om detektion, väteförsprödning respektive generellt om riskutredningar för brandfarlig gas. Bilaga I innehåller exempel på hur avstånd kan beräknas samt hur behovet av detektion och larmanordningar kan bestämmas.

1.1 Anordningar

Brandfarlig gas får endast hanteras i anordningar som är

- täta i syfte att motverka läckage,
- motståndskraftiga mot den gas, de tillsatser och de föroreningar som kan förväntas förekomma, och
- lämpliga för de tryck och de temperaturer som de kan förväntas utsättas för.

2 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Med en anordning för brandfarlig gas menas utrustning, behållare, förvaringskärl, rörledning, slangledning och liknande som är avsedda att innehålla brandfarlig gas. Därmed omfattas till exempel gascisterner, lösa behållare, gasklockor, gasflaskor, gasapparater, bränsleceller, elektrolysörer eller annan utrustning som innehåller eller kommer i kontakt med brandfarlig gas. Även tillhörande armatur och övriga komponenter som till exempel flänsar och ventiler ingår i begreppet.

För anordningar som innehåller vätgas är det viktigt att känna till och beakta vätgasens särskilda egenskaper gällande materialets alla delar som kommer i kontakt med gasen. Det beror dels på så kallad väteförsprödning men även på väte-attack eller liknande fenomen.

Vätgas kan även långsamt tränga igenom fasta material. Det beror på att vätgas består av väldigt små molekyler som kan passera genom materialet, så kallad permeation (genomträngning). Vätgas kan även läcka ut genom till exempel kopplingar och packningar. Hastigheten varierar för olika typer av material. Polymera material medger generellt en högre genomsläpplighet än stål. Vätgas kan i viss mån även lösa sig i vatten och sedan sprida sig vidare. Se vidare kapitel 9 samt bilaga F.

Att välja rätt material är i grunden ett produktkrav som, för alla anordningar och aggregat som omfattas av den, regleras genom Arbetsmiljöverkets föreskrifter om tryckbärande anordningar (AFS 2023:5)

1.1.1 Aerosolbehållare

Även en aerosolbehållare (sprejburk) betraktas som en anordning. Med brandfarliga aerosoler menas sådana behållare som enligt MSB:s föreskrifter om aerosolbehållare, MSBFS 2018:1, har brandfarligt eller extremt brandfarligt innehåll. I MSBFS 2018:1 finns även de krav som styr hur aerosolbehållare ska vara utformade och beskaffade.

Denna handbok gör ingen skillnad mellan brandfarligt eller extremt brandfarligt innehåll, och inte heller på om det är en gas eller en vätska som gör att aerosolbehållarens innehåll klassats som brandfarligt. De aerosolbehållare som omfattas ska vara märkta med faropiktogram för brandfarlig vara, se figur 1, och omvänt epsilon.



Figur 1. Aerosolbehållare märkt med "flamman" som symboliserar varning för brandfarlig vara. Foto: David Gårsjö.

1.1.2 Gasapparater/gasanordningar

Regler för vissa gasapparater, deras förpackningar och medföljande instruktioner finns i EU-förordning (2016/426). Med gasapparater eller gasanordningar, som är det begrepp som numera används, avses då anordningar för förbränning av gasformiga bränslen avsedda för matlagning, kylning, luftkonditionering, uppvärmning, varmvattenberedning, belysning eller tvätt, samt även fläktgasbrännare och uppvärmningsanordningar som ska förses med sådan brännare. Det gäller krav kring konstruktion, tillverkning, märkning och bedömning av överensstämmelse med kraven. Mer information om saluföring och märkningskrav av gasapparater finns i MSB:s handbok *Brandfarliga gaser och vätskor samt gasapparater i butiker*¹.

¹ Publikationsnummer MSB1538.

1.2 Obrännbart material

Anordningar ska vara av obrännbart material eller på annat sätt skyddade mot brand. Kravet gäller inte för

- slangledningar,
- lösa behållare,
- gasklockor och rötktammare med övertryck upp till 0,5 bar,
- gasuttagssystem i deponier,
- rörledningar av polyeten för brandfarlig gas med yttre diameter högst 32 mm ($d_e \leq 32$) som ansluts från mark direkt till abonnentcentral.

2 kap. 2 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Rörledningar bör vara av stål eller koppar, alternativt vara skyddade mot brand genom att de är förlagda i mark med minst 0,6 meter täckningsdjup.

MSBFS 2020:1 har enbart till syfte att reglera den faktiska hanteringen av brandfarlig gas. Att det redan finns tydliga produktkrav på de tryckbärande anordningarna som sådana är en utgångspunkt till föreskrifterna om hanteringen.

Undantaget för **obrännbarhet hos** gasuttagssystem i en deponi omfattar det markområde där avfallsrester har deponerats. Det gäller däremot inte när gasledningen går utanför detta område och vidare till exempelvis en tryckhöjningsanläggning.

Det sista undantaget för rörledningar av polyeten gäller specifikt inom distributionsnätet för gas till abonnentcentraler hos gasanvändare.

Rörledningar som är nedgrävda minst 0,6 meter under mark anses vara skyddade mot brand, och kan därför vara av plast (polyeten, PE). Detta är i många fall en fördel då plast till skillnad från stål inte rostar. Ledningar av PE är dock inte lämpliga för gasol i vätskefas.

Läs mer om kompositcylindrar och cisterner för vätgas i kapitel 9.1.4.

1.2.1 Fästeanordningar

Att även stativ och fästsättningsanordningar står emot en brand är i många fall en förutsättning för att bibehålla en anordnings integritet. Av det generella aktsamhetskravet följer då att även dessa, i de flesta fall, behöver vara av obrännbart material eller skyddade mot brand.

1.3 Utomhustemperaturer

Eftersom vi har ett kallt klimat i Sverige behöver anordningar som kan utsättas för utomhustemperaturer vara anpassade för det. Det innebär vanligtvis att de behöver tåla temperaturer ner till $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i norra Sverige (zon N) och $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ i södra Sverige (zon S). Figur 2 kan användas som vägledning. **Data över minimitemperatur för platsen i fråga samt produkternas specifikationer/datablad kan i vissa fall behöva vara styrande för val av material.** För slangar är dock **vanligen** $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ tillräckligt i hela landet, men för fasta installationer utomhus där lägre temperaturer är vanligt förekommande är det lämpligt att välja slangar avsedda för temperaturer ner till $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.4 Säkerhetsutrustning

För att begränsa konsekvenserna vid brand eller annan oönskad händelse och i övrigt minska riskerna med hanteringen kan olika typer av säkerhetsutrustning behövas. Med säkerhetsutrustning menas utrustning som är avsedd att skydda anordningar mot överskridande av tillåtna gränser för säker drift, såsom till exempel säkerhetsventiler, termiska avlastningsventiler, tryck- och temperaturvakter, snabbstängventiler, läckavblåsningsventiler eller olika typer av styrda säkerhetsfunktioner.²

Exempelvis kan en säkerhetsventil, se figur 3, avlasta trycket hos en cistern eller annan behållare som utsätts för värmepåverkan från en brand. På så vis motverkas risken att behållaren rämnar (**ruptur**) med allvarliga konsekvenser som följd. För att tillgodoräkna sig ett sådant skydd är det viktigt att säkerhetsventilen fungerar och är dimensionerad för ett sådant scenario.

Exempel på användning av säkerhetsutrustning finns i Energigas Sveriges olika normer och anvisningar (se bilaga C).

I stationära lagringstankar för vätgas används ofta kompositmaterial. Kompositbehållare ska enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter om tryckbärande anordningar (AFS 2023:5), om nödvändigt vara skyddade mot brand. Läs mer om detta i kapitel 9.1.3. Om en extern brand eller en intern brand från en närliggande rörledning eller annan behållare, ändå träffar en kompositbehållare, riskerar hållfastheten hos kompositbehållaren påverkas allvarligt. Om kompositbehållaren rämnar ger det upphov till allvarlig brand, explosion och kaststycken som kan förvärra situationen ytterligare.



Figur 2. Illustration: Energigas Sverige.



Figur 3. Säkerhetsventiler med avblåsningsrör på gasolcistern. Foto: MSB

² Krav kring säkerhetsutrustning för vissa anordningar finns i 6–7 §§ samt bilaga 1 punkt 2.10 i AFS 2023:5 som gäller vid tryck över 0,5 bar, i andra fall kan en utredning om risker enligt 7 § LBE (se kapitel 8) visa att säkerhetsutrustning behövs.

Att kompositbehållaren förlorar sin hållfasthet sker vid uppvärmning snabbare än att vätgasstrycket i behållaren ökar tillräckligt mycket för att aktivera en tryckaktiverad säkerhetsventil. Därför måste tryckavlastning aktiveras termiskt. Detta beror delvis på att kompositmaterialet tappar sin hållfasthet vid lägre temperaturer än stål och delvis att det leder värme sämre vilket därmed hindrar uppvärmning och den tryckökning hos gasen som kan aktivera en tryckaktiverad säkerhetsventil. För att skydda mot ruptur kan därför andra strategier för användning av säkerhetsutrustning behövas för kompositbehållare. Läs mer om lagringsbehållare av kompositmaterial i kapitel 9.1.4.

1.4.1 Undertryck

Anordningar med brandfarlig gas med tryck som understiger atmosfärstrycket ska vara skyddade mot inläckage av luft eller andra skador orsakade av undertryck.

2 kap. 3 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

För ett uttagssystem i en deponi bör kravet uppfyllas genom syrgasmätning som stänger av en tryckhöjningsanordning innan syrgashalten på undertrycksidan överstiger 9 volym-%.

Inläckage av luft i en anordning med brandfarlig gas innebär risk för att en antändbar gasblandning uppstår inuti anordningen. En antändning kan då få allvarliga konsekvenser. Eftersom biogas sugas ut ur deponier bildas undertryck, och därmed finns risk för att luft sugas in i rörledningarna.

1.5 Fackmässigt utförda installationer

Anordningar som är varaktigt fastsatta ska **installeras, repareras och underhållas på ett fackmässigt sätt och av personer med kompetens för den aktuella gasen.**

2 kap. 4 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Standarder och etablerade branschnormer bör användas i de delar som kan ha betydelse för risken för brand och explosion.

Kompetens för den aktuella gasen bör innefatta minst vad som framgår av bilaga 4. En ackrediterad personcertifiering (enligt SS-EN ISO 17024) för arbetsuppgifterna, i de fall sådan finns på marknaden eller motsvarande genomgången utbildning från högskole- eller branschinstitut, bör ses som sätt att visa att kompetens finns.

Med *varaktigt fastsatta* gasinstallationer menas rörledningar, gascisterner och andra behållare som är fast installerade på den plats där de är avsedda att användas. Det omfattar alltså till exempel en rörledningsinstallation till en gasapparat men inte en gasflaska som ansluts till den fasta installationen.

Syftet med detta krav är att förtydliga aktsamhetskravet för varaktigt fastsatta gasinstallationer och slå fast att **både installation, reparation och underhåll** ska göras på ett fackmässigt sätt **fortvarigt**. Vid tillståndsprövning ska den som söker tillståndet visa att installationen är fackmässigt gjord vilket därmed även ska dokumenteras. Vid tillsynen kan tillsynsmyndigheten följa upp installationen/ dokumentationen och vid behov utreda huruvida installationen fortfarande uppfyller kravet. Att följa det allmänna rådet är ett sätt att uppfylla kravet som MSB rekommenderar, men som tidigare nämnts utesluts inte andra alternativ.

I bilaga C listas några exempel på standarder och etablerade branschnormer (ex. anvisningar) som kan följas för att anordningen ska kunna anses vara installerad mm på ett fackmässigt sätt. ~~Genom att följa någon av de anvisningar som listas i de allmänna råden kan kravet alltså anses vara uppfyllt.~~ MSB bedömer att formuleringen ”i de delar som kan påverka risken för brand och explosion” ger en tillräcklig avgränsning för vilka delar som är relevanta. LBE har som syfte att förhindra oönskade händelser med brand och explosion. **I de fall standarder och branschnormer** innehåller delar som har andra syften **är** det därför inte relevant att hänvisa till **de delarna**. Till vissa anvisningar finns en blankett om åtagande att följa anvisningen. Det kan vara bra att den **i så fall** finns till hands vid en tillsyn och skickas med vid en tillståndsansökan.

Standarder och etablerade branschnormer förutsätts i MSB:s rekommendation vara harmoniserade med gällande EU-direktiv och förordningar och i annat fall har EU-lagstiftning företräde. Att parallell nationell lagstiftning efterlevs förutsätts också som en del av att en installation är fackmässigt gjord.

Att följa en anvisning innebär inte per automatik att kravet om

utredning om risker i lagen om brandfarliga och explosiva varor är uppfyllt. Läs mer om denna utredning i [kapitel 10](#).

För en anläggning som uppförts enligt en äldre utgåva av en [anvisning standard eller branschnorm](#) är det lämpligt att göra en analys för att utreda om anläggningen uppfyller [den senaste utgåvan de senaste standarderna och branschrekommendationerna](#). En sådan analys utförs lämpligen i god tid innan tillståndet går ut och man behöver söka nytt. Om installationen är av äldre modell och uppförd enligt då gällande [anvisning normer](#) så bör detta som huvudregel ändå accepteras så länge gällande föreskrifter uppfylls. Endast om det föreligger en uppenbar säkerhetsrisk eller att föreskrifter inte uppfylls måste åtgärder vidtas. För äldre installationer där det saknas dokumentation om hur eller enligt vilken standard installationen är gjord ligger det i en tillståndsansökan på den sökande att visa att installationen är fackmässigt gjord. Om dokumentation saknas så bör man kunna begära att den sökande i så fall får anläggningen kontrollerad av en oberoende part som bedömer fackmässigheten av installationen. I en tillsynssituation ligger detta på tillsynsmyndigheten att bedöma, på grundval av egen kompetens eller genom att bekosta en tredjepartsbedömning.

Med kompetens för den aktuella gasen avses att personen bör ha dokumenterade grundkunskaper om brandfarlig gas samt särskild kompetens för den aktuella gasen. Att ha en ackrediterad personcertifiering för arbetsuppgifterna inom området är ett tänkbart sätt att uppfylla det allmänna rådet. Ett annat sätt kan vara godkänd utbildning från högskola eller branschinstitut.

I bilaga 4 i MSBFS 2020:1 finns en lista med rekommenderad kompetens dels generellt och dels specifikt för vätgas. Med grundläggande kunskaper om hur roller, ansvar och befogenheter för hantering av brandfarlig gas är fördelade i verksamheten innefattas bland annat att ha dokumenterad kännedom om föreståndarens roll, ansvar och befogenheter.

1.6 Korrosion

Anordningar med brandfarlig gas ska vara skyddade mot korrosion.

2 kap. 5 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Anordningar i utsatta miljöer som till exempel i mark bör skyddas genom materialval eller katodiskt korrosionsskydd.

Rör genomföringar utifrån och in i en byggnad bör skyddas genom att genomföringen tätas på utomhussidan.

Risken för korrosion beror mycket på vad en anordning utsätts för. Nedgrävda rörledningar och cisterner är särskilt utsatta. Om rörledningarna går under eller nära en väg eller annan köryta behöver risken för att vägsalt påverkar ledningarna särskilt beaktas. Även föroreningar i luften kan ge upphov till korrosion.

Risken för korrosionsskador kan förebyggas genom att välja komponenter av material som har gott skydd mot korrosion, som

vissa typer av rostfritt stål. Exempel på rostfria stålsorter finns i Energigas Sveriges anvisningar³. Andra alternativ är att skydda dem med ytbeläggning eller korrosionsskyddssystem (katodiskt skydd). Även risken för galvanisk korrosion (se nedan) måste undvikas.

1.6.1 Korrosionsskyddssystem

Exempel på utformning av korrosionsskyddssystem finns i NGSA⁴, och även i följande standarder:

- SS-EN 13636 om katodiskt skydd av cisterner i mark och jordförlagda stalcisterner med tillhörande rörledningar.
- SS-EN ISO 12944 om korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning.

Se standardernas fullständiga namn i bilaga C.

1.6.2 Galvanisk korrosion

Kravet innebär också att anordningar inte får vara sammansatta av sådana material som i förening kan ge upphov till galvanisk korrosion, såvida de inte installeras i torra utrymmen och endast innehåller torr gas. Risken för galvanisk korrosion föreligger endast i samband med fukt.

Galvanisk korrosion är inte beroende av tillgång på syre utan kan inträffa om det finns olika ädla metaller eller legeringar närvarande (metaller med olika elektropotential) i en fuktig miljö.

1.7 Skadliga vibrationer

Anordningar med brandfarlig gas ska vara skyddade mot skadliga vibrationer.

2 kap. 6 § MSBFS 2020:1

Skadliga vibrationer kan uppkomma av olika orsaker som till exempel självsvängning eller vara pulsinducerade. I de fall skadliga vibrationer befaras uppkomma eller uppkommer är det viktigt att dessa snarast åtgärdas för att undvika utmattning hos materialet eller förlorad integritet på grund av att förband vibrerar upp. Varje situation behöver sannolikt analyseras specifikt för att leda fram till rätt åtgärder.

Ett exempel där det historiskt har inträffat några skadefall när kopplingar släppt från rörledningar, sannolikt just till följd av vibrationer, kommer från tankstationer för fordonsgas (komprimerad metan), där kompressorerna själva ger upphov till vibrationer. Potentiella skadeverkningar från dessa vibrationer motverkades genom att kompressorerna placerades på lämpligt utformade fundament, en anpassning av varvtalen och genom att i övrigt ta höjd

³ EGN, SGA och TSA, H₂-TSA se bilaga C

⁴ Naturgassystemanvisningar, SIS

för vibrationernas inverkan på rörsystemens svetsning, kopplingar etcetera. Därtill står kompressorerna placerade i EX-klassade utrymmen (se kapitel 11).

Skadliga vibrationer förebyggs bäst, som framgår ovan, redan i konstruktionsfasen. Att förutsäga, designa bort och därmed helt undvika vibrationer kan dock vara svårt. Om skadliga vibrationer uppstår kan åtgärder behöva vidtas i efterhand. Då behövs även rutiner för detta.

Vätgasinstallationer är särskilt känsliga mot vibrationer av två skäl. Dels kan väteförspädning initieras och påskyndas av vibrationer. Dels kan vibrationer lättare ge upphov till läckage i kopplingar på grund av vätegasmolekylernas begränsade storlek, höga diffusionshastighet och låga viskositet samt att vätegas i många fall hanteras under högre tryck än andra gaser. Detta kan påverka när en vibration kan betraktas som skadlig.

1.8 Avstängning

Vid yrkesmässig förbrukning av brandfarlig gas ska gasflödet kunna stängas av manuellt när gasen inte används samt snabbt vid en nödsituation.

Vid fyllning av lösa behållare, mobila gaslager eller gascisterner ska gasflödet snabbt kunna stängas av vid en nödsituation.

2 kap. 7 § MSBFS 2020:1

Kravet kan exempelvis uppfyllas med en lätt åtkomlig manuell stängventil som är väl synlig och placerad i nära anslutning till förbrukningsplatsen eller en fjärrstyrd ventil som kan manövreras från en lämplig plats och som stänger vid strömbortfall. En fjärrstyrd ventil kan till exempel aktiveras av ett nödstoppsdon, se figur 5. Ventilen kan då uppfylla båda funktionerna i första stycket. Stängventilen på en gasflaska kan vara tillräcklig för att uppfylla kravet om den är lätt att komma åt.

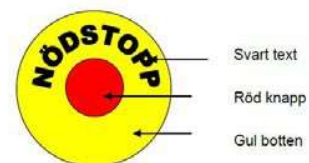
Kravet behöver inte stå i kontrast mot kravet i 2 kap. 14 § på skydd mot obehörig manövrering, eftersom en snabb manuell avstängning visserligen skulle kunna vara oläglig men får inte i sig innebära en ökad risk.

1.8.1 Huvudavstängning

En stängventil med syfte att stänga av gasflödet när gasen inte används kallas ofta för huvudavstängningsventil och kan märkas med denna skylt enligt figur 6 nedan, som visar exempel på skylt för just gasol.



Figur 6. Huvudavstängningsventil i restaurangkök. Foto: David Gårsjö.



Figur 5. Nödstoppsdon Källa: Gasum.

**HUVUDAVSTÄNGNING
GASOL**

1.9 Påkörning och annan yttre påverkan

Anordningar med brandfarlig gas ska genom sin placering eller genom fysiska skydd vara skyddade mot skador orsakade av påkörning, nedfallande föremål och annan liknande påverkan. Fysiska påkörningsskydd ska vara utformade med beaktande av trafiksituationen på platsen.

2 kap. 8 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Fysiska påkörningsskydd för en gascistern bör placeras minst 2 meter från cisternen och bör vara utformade i minst kapacitetsklass N2 enligt EN 1317-2.

För rörledningar med klena dimensioner kan särskild hänsyn behövas till skyddet av dessa från yttre påfrestningar och skador.

1.9.1 Påkörningsskydd

Om inte risken för påkörning kan motverkas genom en skyddad placering kan påkörningsskydd vara nödvändigt. Behovet av påkörningsskydd avgörs utifrån trafiksituationen, det vill säga trafikmängd, hastigheter och typ av fordon och varje hantering måste beaktas utifrån sina förutsättningar. **En vägledning till hur riskutredningen kan göras finns i TSFS 2021:122, 1 kap. 12 §.**

Exempel på skydd är avvisarräcke, skyddsbarriär eller (för tillfälligt bruk) trafikbuffert. Avvisarräcke motsvarande minst kapacitetsklass N2 enligt SS-EN 1317-2⁵ är tillräckligt i de flesta fall. För anordningar som riskerar att skadas av påkörning vid högre hastigheter kan högre kapacitetsklasser behövas. Vid lägre hastigheter, till exempel vid parkeringsmanövrar, kan ett större betongelement vara tillräckligt. ”Betongsuggor” är dock sällan tillräckligt eftersom de lätt kan flyttas av ett tyngre fordon eller vid snöröjning.

En dispenser för tankning av gas till fordon kan skyddas genom att den är placerad på ett minst 10 cm högt betongfundament. Det är då viktigt att slangen inte kan falla utanför kanten och riskera att klämmas mellan fordon och fundament.

1.9.2 Nedfallande föremål

Risk för nedfallande föremål kan exempelvis förekomma vid byggnadskonstruktioner på en byggarbetsplats, linbana, lyftanordning, träd, stolpar, vindkraftverk eller kraftledning. Sådana risker kan med fördel förebyggas genom en skyddad placering. På byggarbetsplatser kan ett kraftigt tak som skyddar mot nedfallande föremål vara en lösning.

⁵ Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Klassificering, prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon.

1.10 Skyltning

Skyltar som upplyser om förbud mot rökning och öppen eld samt förekomst av brandfarlig vara och gas under tryck ska finnas vid områden, inhägnader, lokaler och andra utrymmen där brandfarlig gas förvaras, om den totala mängden överstiger 30 liter. Kravet på skyltning gäller även vid annan hantering där det finns risk för läckage av brandfarlig gas i mer än ringa grad.

För privatpersoner gäller kravet endast vid förvaring eller annan hantering av mer än 60 liter gasol eller mer än 10 liter annan brandfarlig gas.

Skyltarna ska vara utformade enligt bilaga 2. Skyltarna ska vara tillverkade av slagtåligt material med god väderbeständighet. De ska vara placerade och anpassade till den omgivande miljön så att de är lätta att se även under varierande ljusförhållanden.

Skyltar ska avlägsnas om förhållandet de avser inte längre gäller.

2 kap. 10–12 §§ MSBFS 2020:1

Hantering där det finns risk för läckage av gas i mer än ringa grad kan till exempel vara ett potentiellt slangbrott vid en lossningsledning, vid en fyllningsstation eller för en utrustning med viss komplexitet.

Utredningen om risker bör ge svar på frågan om det finns hantering som kan ge upphov till läckage av brandfarlig gas i mer än ringa grad.

Varningsskylten för gas under tryck, se figur 9, ser ut som en gasflaska även om den trycksatta gasen finns i en cistern. Denna skylt används där gasflaskor förvaras med tilläggs-texten ”Gasflaskor förs i säkerhet vid brandfara”, se figur 10.

Riskområden för explosiv atmosfär (se kapitel 11) ska skyltas med EX-skylten, se figur 11 nedan.

De skyltar som krävs är:

Figur 7. Varningsskylt brandfarlig vara⁶



Figur 8. Förbudsskylt mot rökning och öppen eld⁷



⁶ Utformad som faropiktogram GHS02 enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1272/2008 (CLP-förordningen).

⁷ Utformad som i avsnitt 3.3.1 i bilaga 3 till Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2023:12) om arbetsplatsens utformning.

Figur 9. Varningsskylt för gas under tryck⁸



Figur 10. Varningsskylt för gas under tryck med tilläggstexten "Gasflaskor förs i säkerhet vid brandfara"⁹



Figur 11. Risk för explosiv atmosfär, EX-skylt¹⁰



Regler om skyltning finns även i Arbetsmiljöverkets föreskrifter, som gäller parallellt med MSBFS 2020:1.

Enligt AFS 2023:10 ska områden, lokaler och inhägnader där så stora mängder farliga kemiska produkter lagras att det har betydelse för säkerheten skyltas med tillämpliga faropiktogram om inte märkningen av de individuella behållarna kan ses och läsas utifrån.¹¹ Utöver skyltning enligt föregående stycken ska skyltar med förbud, påbud och varningar som rör kemiska risker sättas upp när riskbedömningen enligt 7 kap. 29 § i samma föreskrifter (AFS 2023:10) visar att det behövs.¹²

Bedömningen av vilka mängder som har betydelse för säkerheten får enligt AFS 2023:10 göras i varje enskilt fall.

Krav på utformning, storlek med mera gällande skyltar finns även i Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2023:12. Dessa krav överensstämmer med kraven enligt MSBFS 2020:1.

⁸ Utformad som faropiktogram GHS04 enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1272/2008 (CLP-förordningen).

⁹ Enligt 9 kap. 15 § AFS 2023:11.

¹⁰ Enligt 10 § Statens Räddningsverks föreskrifter om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor (SRVFS 2004:7).

¹¹ Enligt 7 kap. 28 § Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd (AFS 2023:10) om risker i arbetsmiljön

¹² Enligt 7 kap. 29 § Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd (AFS 2023:10) om risker i arbetsmiljön

1.11 Ventilation

Kravet gäller till exempel i utrymmen för förvaring av lösa behållare

Ett utrymme där brandfarlig gas förvaras eller där det finns risk för läckage av brandfarlig gas i mer än ringa grad ska vara tillräckligt ventilerat för att motverka utbredning av en antändbar gasblandning.

Ventilationens tilluft och frånluft ska vara placerad på lämpliga platser. Ventilationen ska vara utformad så att frånluften inte kan komma in genom andra öppningar i byggnader.

Källare, kulvertar och andra utrymmen där naturlig ventilation inte kan ge tillräckligt ventilationsflöde ska ha mekanisk ventilation.

Funktionaliteten hos ventilationen ska löpande säkerställas.

2 kap. 13 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Vid naturlig ventilation i utrymmen med lösa behållare större än 5 liter bör ventilationsöppningarna för andra gaser än vätgas ha en sammanlagd area på minst 1 % av utrymmets golvarea.

Vid mekanisk ventilation i ett utrymme för lösa behållare bör det specifika luftflödet (luftomsättningen) för andra gaser än vätgas inte understiga 0,5 rumsvolym per timme (rv/h).

Vid placering av till- och frånluftsdon bör den hanterade gasens densitet beaktas. Öppningarna bör vara jämnt fördelade upptill vid tak och nertill vid golv samt på motsatta sidor. I utrymmen mindre än 1 m³ eller i utrymmen där avståndet från dörr till motsatt vägg är högst halva dörrens bredd (till exempel skåp) kan ventilationsöppningarna sitta på samma sida. För vätgas bör oventilerade delar inte överstiga 5 % av utrymmets totala volym.

Ventilationen bör vara utformad så att det finns ett avstånd på minst 1 meter mellan frånluftöppningarna och andra öppningar i byggnader.

Vätgas bör i första hand hanteras utomhus.

Vid naturlig ventilation inomhus i en sådan anläggning som avses i X 2 kap. B §, där detektion för vätgas krävs, bör ventilationsöppningarna minst ha en sammanlagd area enligt nedanstående tabell.

Vid mekanisk ventilation i en sådan anläggning som avses i X 2 kap. B §, där detektion för vätgas krävs, bör det specifika luftflödet (luftomsättningen) minst ha en kapacitet enligt tabellen nedan. Ventilationen bör kunna aktiveras vid detektion av ett utsläpp av vätgas eller drivas kontinuerligt.

Tabell 1. Ventilationsarea för naturlig ventilation och ventilationsflöde vid mekanisk ventilation vid vätgashantering i inneslutna utrymmen beräknat för en hålstorlek på 0,1 mm² för olika tryck och golvarea.

Tryck i rörledningen (bar)	Naturlig ventilation (m ² + m ² /m ² golvarea)	Mekanisk ventilation (l/s per m ² golvarea)
<10	0,40 + 0,004 m ² /m ²	9 + 0,5 l/s per m ²
>10 – 50	0,46 + 0,004 m ² /m ²	42 + 0,5 l/s per m ²
>50 - 100	0,56 + 0,004 m ² /m ²	82 + 0,5 l/s per m ²
>100 - 300	0,88 + 0,004 m ² /m ²	229 + 0,5 l/s per m ²
>300 - 500	1,36 + 0,004 m ² /m ²	357 + 0,5 l/s per m ²
>500 - 1000	2,18 + 0,004 m ² /m ²	614 + 0,5 l/s per m ²

eller i utrymmen där det finns risken för att ett läckage eller utsläpp kan ge en antändbar gasblandning, innebär ett riskområde för explosiv atmosfär. (EX-zoner) Se även avsnitt 1.11.3 nedan och kapitel 11 om ATEX. Detta gäller vanligtvis inte ett pannrum eller ett utrymme där det endast går gasledningar.

Utredningen om risker bör ge svar på frågan om det finns hantering som kan ge upphov till läckage av brandfarlig gas i mer än ringa grad.

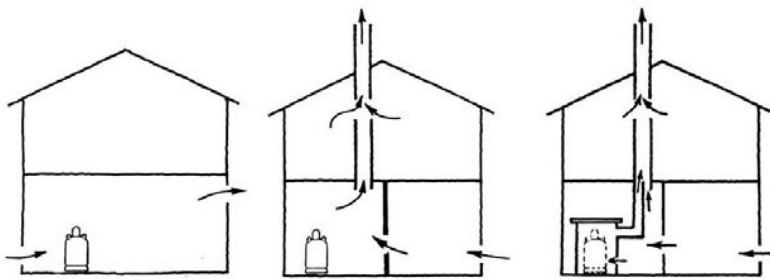
Ventilationen kan anses tillräcklig om läckage från läckande ventil eller liknande ventileras bort utan att antändbar gasblandning, Lower Flammable Limit, LFL, bildas.

Utgångspunkten är att hela utrymmet är ventilerat, såvida inte en utredning kring ventilationen visar annat. Ett alternativ för större utrymmen är att förse gashantering med punktutsug.

Det allmänna rådet att placeringen av till- och frånluftsdon bör beakta den hanterade gasens densitet syftar till att en bedömning av placeringen av till- och frånluftsdon ska kunna göras. Att ventilationsöppningarna bör vara jämnt fördelade upptill vid tak och nertill vid golv samt på motsatta sidor bidrar även till att jämna ut effekter av olika vindförhållanden som kan påverka en naturlig ventilation. För vätgas bör oventilerade delar inte överstiga 5 % av utrymmets volym. Samma allmänna råd gäller för alla utrymmen, se vidare bakgrund i 1.11.3.

Exempel på lämplig plats för ventilationens frånluft är utomhus där gas inte kan antändas eller föras in inomhus. Ventilation via annat rum/utrymme eller frånluft som återcirkuleras är vanligtvis inte att anse som lämplig plats. Se figur 12 nedan.

Det allmänna rådet rekommenderar ett avstånd på minst 1 meter mellan frånluftsöppningarna och andra öppningar i byggnader. Observera dock att en EX-zon kan innebära att ett längre avstånd behövs.



Figur 12. Exempel på utformning av ventilation.

Ventilationens funktionalitet kan löpande säkerställas genom till exempel återkommande kontroller, övervakning (rotationsvakt kopplat till indikering) eller backupsystem (till exempel dubbla fläktar). Även naturlig ventilations funktionalitet ska löpande säkerställas bland annat genom att luftspjäll kontrolleras och luftvägar i övrigt hålls fria. Hur den löpande funktionaliteten säkerställs anpassas och motiveras baserat på gas, tryck och riskbild i övrigt.

De allmänna råden är inte avsedda att täcka in alla tänkbara förhållanden utan då gäller den övergripande föreskriftstexten. I det allmänna rådet ges rekommendation om hur naturlig ventilation bör vara utformad i utrymmen avsedda för lösa behållare större än 5 liter. Angående behållare upp till 5 liter är grundprincipen att fabriksförslutna förpackningar kan förvaras i skåp som inte behöver vara ventilerade, men att behållare som använts förvaras i ventilerade skåp.

1.11.1 Ventilation av vätgasinstallationer inomhus

Av säkerhetsskäl bör vätgas, när så är möjligt, förvaras utomhus. Vätgas har en högre sannolikhet både för att läcka och att diffundera igenom fasta material på grund av molekylen begränsade storlek, höga diffusionshastighet och låga viskositet, än andra gaser. Särskilda krav behöver därför ställas på ventilationen vid inomhusförvaring av vätgas. Det är angeläget att ventilationen är utformad så att utöver permeation även mindre läckage kan inträffa utan att en ansamling av antändbar gas sker.

Vissa verksamheter lämpar sig mindre bra för utomhushantering. Ett sådant exempel är elektrolysörer där vatten används och det åtminstone i delar av hanteringen finns frysrisker.

Ett exempel på olämplig plats för ventilationens frånluft från en vätgasanläggning kan vara i närheten av ett syrgasutsläpp. Eftersom vissa vätgasanläggningar så som elektrolysörer producerar stora mängder syrgas är det viktigt att utsläppspunkten för syrgasen om den inte samlas in och används beskrivs och finns med i riskhanteringen för verksamheten.

Ventilationsanläggningen bör i en sådan anläggning som avses i X 2 kap. B § minst kunna hantera ett läckage från en hålarea på 0,1 mm². Se vidare [1.13.3](#).

1.11.2 Ventilation enligt ATEX

Där risk för explosiv atmosfär finns kan större ventilationsflöden behövas, vilket kan vara slutsatsen av den riskbedömning som krävs enligt SRVFS 2004:7 (se kapitel 11). ~~I många fall kan dock grundventilation enligt allmänna rådet ovan vara tillräckligt, vilket är det luftflöde som rekommenderas i bostäder.~~

I explosionsskyddsdocumentationen (se kapitel 11) framgår det vilka krav som verksamheten ställer på ventilationen. Exempelvis vilket flöde och vilken tillgänglighet den behöver ha och om det behöver finnas ett reservaggregat eller ~~kan också ställa ytterligare krav på ventilationen samt på dess tillgänglighet. Det kan då dessutom innebära att reservkraft behövs~~ för att säkerställa ventilationens funktion vid strömavbrott.

1.11.3 Risk för ansamling av vätgas

Ansamling av vätgas från ett läckage eller utsläpp i utrymmen både utomhus och inomhus, ska begränsas genom utrymmets utformning och ventilationsöppningars placering.

X 2 kap. A § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2028.

Allmänna råd

Ett oventilerat utrymmes volym bör inte överstiga 5 % av utrymmets totala volym.

Fler än två sammanhängande väggar bör undvikas utomhus.

Vid hantering av vätgas ska inte ett läckage eller utsläpp av vätgas, t.ex. från en läckande ventil, kunna innebära att en större mängd gas ansamlas i ett utrymme under tak, i fickor eller håligheter, varken utomhus eller inomhus. Risken för detta är hög beroende på den mycket låga densiteten hos vätgas relativt luft. Vätgas kan vid en antändning, med hänsyn till den höga flamhastigheten, i vissa fall ge betydande övertryck. Detta är skälet till att utrymmen där risk för ansamling finns måste begränsas. Detta krav överlappar i någon mån 2 kap. 13 § men är befogat i vissa fall.

Några exempel är utrymmen ovanför ventilationsutsug, takkonstruktioner utomhus och där otäta takfötter kan leda till att gas tränger in och ansamlas inuti byggnaden. Ett sådant oventilerat utrymmes volym bör inte överstiga ca 5 % av utrymmets totala volym då tryckuppbyggnaden vid en explosion i det oventilerade utrymmet då inte överskrider 10 kPa som är skadekriterium för människor och byggnad.¹³ Detta bygger på att den totala mängden vätgas i utrymmet inte heller överstiger 0,3 g per m³ rumsvolym. Se vidare kapitel 1.12.

Att undvika ansamling även av andra gaser och ångor beroende av annan densitet än luft är något som normalt sett bör beaktas i en riskutredning.

1.11.4 Inomhus, utomhus och utrymmen

Vad som är att betrakta som utomhushantering eller som en öppen byggnad, har tidigare beskrivits i tillståndshandboken, se faktaruta. Observera att samtliga fyra punkter behöver vara uppfyllda men att beskrivningen inte utesluter andra lösningar, så länge de kan likställas med utomhusförhållanden. Inomhus eller utomhus styrs framförallt av utrymmets grad av öppenhet. En bedömning får göras i det enskilda fallet.

För exempelvis vätgas blir begreppet *utrymme utomhus* relevant. Vätgas riskerar på grund av skillnaden i densitet mot luft ansamlas i utrymmen högt upp både inomhus och utomhus. Några exempel på utrymmen finns i 1.11.3 ovan.

Vätgas bör i första hand hanteras fritt utomhus för att minska risken för ansamlingar av antändbara gasblandningar. Det anges därför inga

Utomhus: En byggnad kan betraktas som utomhus om den har:

1. Öppningar både nedtill vid mark och upptill vid tak.
2. Öppningar vars totala area uttryckt i m² är minst hälften av byggnadens omkrets uttryckt i meter.
3. Öppningar som är jämnt fördelade på väggarna.
4. Öppningar som dessutom finns vid högsta punkt vid hantering av gaser som är lättare än luft.

¹³ Deflagrations of localised homogeneous and inhomogeneous hydrogen-air mixtures in enclosures, D. Makarov, 2018

rekommenderade mängder av vätgas som får hanteras i inneslutna utrymmen i de allmänna råden för placering i 2 kap. 9 §. Risken för skadehändelser inomhus förebyggs till en tolerabelt låg nivå.

Sammanfattningsvis har vätgas utöver en låg densitet, en högre sannolikhet än andra gaser, både för att läcka och att permeera (tränga igenom) fasta material på grund av molekylens begränsade storlek, höga diffusionshastighet och låga viskositet. Flera särskilda krav behöver därför ställas vid hantering av vätgas inomhus. Risker att beakta inomhus är framför allt gasansamling som skulle medföra risk för explosion och i värsta fall detonation. Regler för att förebygga detta, där inomhusförvaring ändå är nödvändig, finns därför för ventilation (se [1.11.1](#)), för att begränsa/förhindra ansamling (se [1.11.3](#)) samt för detektion med bland annat larm och automatisk avstängning och skadebegränsande åtgärder (se 1.12). Vidare finns regler om att begränsa potentiella konsekvenser genom tryckavlastning av byggnaden i säker riktning (se 1.13) i de fall där det bedöms nödvändigt.

Utrymmen utomhus

Hur utrymmen utomhus kan utformas på ett sätt som minskar risken för ansamling behöver viss eftertanke. Några principer att utgå från kan vara:

- Håll öppet uppåt
- Undvik fler än två sammanhängande väggar
- Undvik väggar som går ända ner eftersom luftcirkulationen främjas om ersättningsluft kan komma in underifrån. Skydda vid behov mot jetstrålar/jetflammar genom sekundära barriärer som inte hindrar ventilationsflödet men ändå blockerar en jetstråle/jetflamma.
- Ventilationsöppningar i tak och väggar minskar risken för ansamling

1.12 Detektion och åtgärder vid vätgasutsläpp

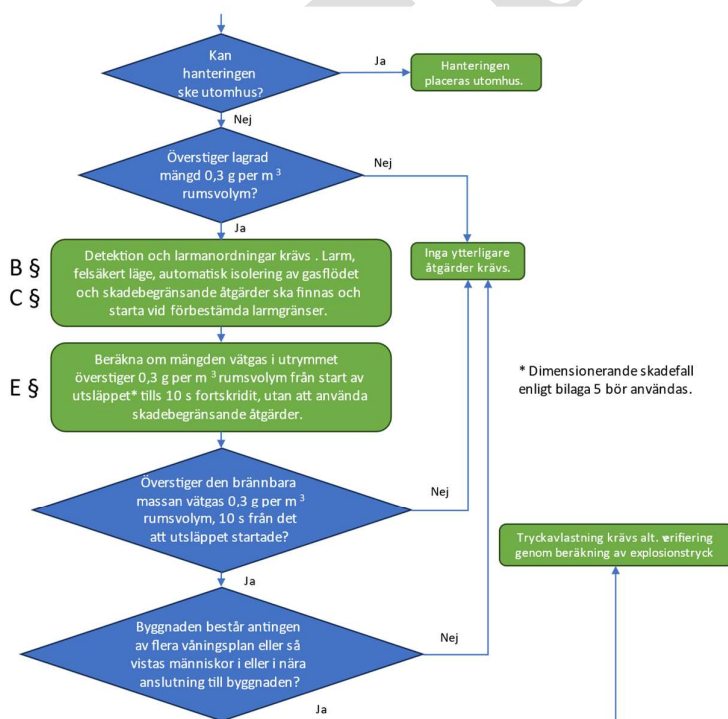
1.12.1 Bakgrund

Erfarenhetsmässigt har läckage av brandfarliga gaser ansetts som ovanligt, och riskerna för olycksfall små. Detektion och larmanordningar har därför inte generellt ansetts nödvändigt. Vid hantering med särskilda risker för gasläckage har dock gasvarnare ansetts behövligt vilket då ofta framkommit vid riskanalyser. Exempel har varit vid fyllningsstationer för gasflaskor och vid storskalig lagring av till exempel flytande metan. Riskanalysen är generellt ett viktigt verktyg för att identifiera behovet av detektion, larm och automatisk avstängning för alla gaser.

För vätgas är riskbilden sådan att gasdetektion kan anses nödvändig i flertalet fall beroende på bland annat att vätgas är osynlig, luktfri, läckage- och detonationsbenägen. Den brinner med en mycket het och ofta osynlig låga. Vätgasen förekommer samhällsnära och används vid höga tryck dvs. ett läckage kan snabbt få lång räckvidd och ge stor skadeverkan.

Kravet på detektion av vätgas omfattar både inomhushantering och andra utrymmen om det finns risk för gasansamling. Detektion med automatisk avstängning kan dessutom påverka rekommenderade skyddsavstånd för vätgasinstallationer genom så kallad isoleringsmöjlighet, se vidare avsnitt 2.6. Strategin för när detektion och automatiska åtgärder bör anses behövas beskrivs översiktligt av nedanstående flödesschema i figur 13.

Figur 13. Flödesschema för när detektion och automatiska åtgärder av olika slag krävs och bör anses behövas enligt allmänna råd



1.12.2 Detektorer och larm

X 2 kap. B § För vätgasinstallationer inomhus och där risk för gasansamling finns ska det finnas detektorer och larmanordningar i den omfattning som behövs för att snabbt och tillförlitligt detektera och larma om ett vätgasutsläpp i syfte att motverka skador orsakade av brand och explosion.

X 2 kap. B § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2028.

Allmänna råd

Det bör finnas detektorer och larmanordningar om den lagrade mängden som kan läcka ut överstiger 0,3 g per m³ rumsvolym.

Typ, antal och placering av detektorer bör anpassas för att snabbt och tillförlitligt kunna detektera och larma om ett utsläpp av vätgas. Tiden från att 1% vätgas uppnås vid detektorn till larm avges bör inte överstiga 5 sekunder. Motsvarande prestanda bör uppnås för akustiska detektorer. För säkerhetsfunktionerna bör SIL-klass 2 eller motsvarande anses godtagbart.

Där risk för gasansamling finns anger att det även finns utrymmen utomhus, där det kan finnas kvarstående risk för ansamling av vätgas från ett läckage eller ett utsläpp, trots att dessa ska begränsas genom utrymmets utformning, enligt X 2 kap. A §. Se även avsnitt [1.11.3](#) ovan om utformning av utrymmen för att undvika gasansamling.

Den omfattning som behövs för att snabbt och tillförlitligt detektera och larma om ett vätgasutsläpp syftar dels på om/när detektion behöver finnas och dels på vilken typ av detektion som behövs, hur tätt detektorerna bör sitta (antal) samt var. Detta förtydligas i det sista allmänna rådet.

Det allmänna rådets första stycke anger en gräns för hur stor mängd vätgas som kan hanteras (inkl. lagras) inomhus eller i ett utrymme utomhus, per m³ rums-/utrymmesvolym, utan att detektion och larm bör anses behövas. Rummet/utrymmet beräknas då som om det var oventilerat. (Totala kvantiteten av vätgas divideras alltså med utrymmets volym).

Bakgrunden till siffran 0,3 g per m³ rumsvolym är att det är den maximala massan vätgas som kan accepteras i ett utrymme utan att det teoretiskt ska kunna rendera i en explosion som ger en tryckökning som överstiger 10 kPa. Mängden motsvarar 0,379 volyms-%¹⁴.

Behovet av detektion för lösa oinkopplade behållare behöver bedömas i det enskilda fallet. Oinkopplade lösa behållare bör kunna anses inte utgöra en risk för gasansamling för fabriksförslutna

¹⁴ Deflagrations of localised homogeneous and inhomogeneous hydrogen-air mixtures in enclosures D. Makarov a, *, P. Hooker b, M. Kuznetsov c, V. Molkov a

behållare. Manuella flaskventiler ger enligt SEK handbokens exempel NL 1.7 vanligtvis inte upphov till någon klassad zon, då redan mindre läckage upptäcks när de manövreras, och då snabbt kan åtgärdas. Risker bör därför i de flesta fall kunna anses försumbar.

Snabbt och tillförlitligt

I det sista allmänna rådet utvecklas kravskrivningen snabbt och tillförlitligt. Där anges att snabbheten bör beskrivas av svarstiden, dvs tiden från att en förutbestämd vätgaskoncentration uppnås, enligt allmänt råd 1 %, till att larmet går. Svarstiden bör enligt det allmänna rådet inte överstiga 5 sekunder. I vissa verksamheter bör svarstiden vara kortare vilket då följer av riskutredningen. Säkerhetsfunktionen i form av ett larm ska vara både snabbt och ha hög tillförlitlighet (SIL-klass). Det är också viktigt att detektorerna är av lämplig typ och placeras på rätt platser och i tillräckligt antal.

Detektion

Detektion kan göras på många sätt och teknikutvecklingen kommer sannolikt att fortsätta. Detektorer kan baseras på olika fysikaliska egenskaper hos gasen men även på till exempel ljud från läckaget. Se vidare fördjupande avsnitt om detektorer och detektion i bilaga E.

Snabb och tillförlitlig identifiering och larmning av ett utsläpp innebär att både detektions- och larmfunktionen ska ha snabb reaktionstid och hög tillförlitlighet (SIL-klass). Detta medför att de testas och underhålls regelbundet enligt gällande manualer. Även detta beskrivs närmare i bilaga E.

De som kan behöva larmas kan till exempel vara allmänhet som uppehåller sig i närheten men även verksamhetsutövarens driftpersonal och föreståndare. Även räddningstjänst och SOS-larmcentral kan vara berörda. Vilka som ska larmas för den aktuella verksamheten identifieras lämpligen i riskutredningen.

Exempel

I bilaga I finns några exempel på hur kravet på detektion kan utredas, för några olika exempel.

Frågeställningen är om detektion enligt 2 kap. B § behövs eller inte i följande exempel:

- Inuti en container
- Laboratorium
- En industribyggnad

Beräkningen görs på vilken total massa som kan lagras utan krav på detektion.

1.12.3 Åtgärder vid detektion av vätgas

X 2 kap. C § Vid detektion av ett oönskat utsläpp av vätgas som indikerar att en farlig situation riskerar uppkomma, i en sådan anläggning som avses i X 2 kap. B §, ska gasflödet automatiskt, snabbt och tillförlitligt stängas av. Vidare ska anläggningen på samma sätt försättas i ett läge som inte kan förvärra konsekvenserna och skadebegränsande åtgärder aktiveras i den omfattning som behövs för att sänka vätgaskoncentrationen, i syfte att motverka skador orsakade av brand och explosion. Oinkopplade lösa behållare omfattas inte av detta krav.

X 2 kap. C § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2028.

Allmänna råd

En farlig situation bör anses riskera uppkomma senast när 1 % vätgas överskrids.

Tiden från att detektorn aktiverar till att säkerhetsfunktionen stoppar gasflödet, bör inte överstiga 5 sekunder. Den kvarvarande oisolerade rörsträckan bör inte överstiga 50 meter. För säkerhetsfunktionerna bör SIL-klass 2 eller motsvarande anses godtagbart.

Larm- och åtgärdsgränser, felsäkert läge samt stopp av gasflödet

För utrymmen som behöver detektion ska en övre larmgräns (höglarm) ha fastställts som indikerar att en farlig situation kan uppkomma och att åtgärder behöver vidtas. När en sådan larmgräns överskrids ska anläggningen snabbt, automatiskt och tillförlitligt försättas i ett läge som inte kan förvärra konsekvenserna, gasflödet stängas av och nödvändiga andra skadebegränsande åtgärder vidtas. Den övre larmgränsen för vätgas bör sättas på högst 1 % vätgas enligt allmänna rådet. Många anläggningar har även en lägre larmgräns (låglarm) som syftar till att initiera ökad uppmärksamhet.

Att sätta anläggningen i läge som inte förvärrar situationen, ett så kallat felsäkert läge, innebär bland annat att rätt ventiler stängs respektive öppnas för att minimera riskerna i anläggningen. Det felsäkra läget kan även utlösas av andra triggande händelser.

Lämpliga säkerhetsfunktioner för att automatiskt stoppa gasflödet är med lämplig stoppventil. För att ge redundans kan två stoppventiler i serie användas. Även backventiler kan ha en viktig roll.

Skadebegränsande åtgärder

Det finns olika skadebegränsande åtgärder att vidta när en koncentration av vätgas överskrider 1 %. Några exempel på åtgärder

kan vara att starta upp en forcerad ventilation, göra en kontrollerad tömning av systemet till säker plats (sänkning av trycket), injektion av inerteringsämnen, etc. Det viktiga är att åtgärderna leder till att förhållandena i utrymmet snabbt återgår till det normala. Detta innebär framför allt att mängden vätgas i utrymmet med hjälp av skadebegränsande åtgärder snabbt kan minskas till $\leq 0,3$ g per m³ rumsvolym.

Remiss

Ventilationsbehov

När detektion krävs är ventilation en skadebegränsande åtgärd enligt 2 kap. C §, som behöver användas.

För ett potentiellt läckagehål på 0,1 mm² finns nödvändigt naturligt eller mekaniskt ventilationsbehov för olika tryck angivet i tabell X nedan. Samma tabell finns i det allmänna rådet till 2 kap. 13 §.

Tabell X. Ventilationsarea för naturlig ventilation och ventilationsflöde vid mekanisk ventilation vid vätgashantering i inneslutna utrymmen beräknat för en hålstorlek på 0,1 mm² för olika tryck och golvarea.

Tryck i rörledningen (bar)	Naturlig ventilation (m ² + m ² /m ² golvarea)	Mekanisk ventilation (l/s per m ² golvarea)
<10	0,40 + 0,004 m ² /m ²	9 + 0,5 l/s per m ²
>10 – 50	0,46 + 0,004 m ² /m ²	42 + 0,5 l/s per m ²
>50 - 100	0,56 + 0,004 m ² /m ²	82 + 0,5 l/s per m ²
>100 - 300	0,88 + 0,004 m ² /m ²	229 + 0,5 l/s per m ²
>300 - 500	1,36 + 0,004 m ² /m ²	357 + 0,5 l/s per m ²
>500 - 1000	2,18 + 0,004 m ² /m ²	614 + 0,5 l/s per m ²

Dimensioneringen som ligger till grund för värdena i tabell X utgår från att den högsta vätgaskoncentration vid ett typiskt läckage inte får överskrida 8 volym-% (LHL), någonstans i det inneslutna utrymmet. Värdet baseras på att ett utrymme där brandfarlig gas förvaras eller där det finns risk för läckage av brandfarlig gas i mer än ringa grad ska vara tillräckligt ventilerat för att motverka utbredning av en antändbar gasblandning. För vätgas går gränsen för vad som ska betraktas som en antändbar gasblandning vid LHL. Värdena i tabellen bygger på resultat från en studie som beskrivs i rapporten *Parameterstudie av ventilationsbehov för vätgasinstallationer*¹⁵. Rapporten är baserad på beräkningar i en modell för vätgasventilation beskriven i Runefors et al. (2023b) och bygger på en plymmodell. Mer om begreppet LHL går att läsa i kapitel 9.2.2.

Värden anges både för naturlig ventilation (ventilationsarea) och mekanisk ventilation (ventilationsflöde). Beroende på hur gasinstallationen är utförd (risk för större läckage) kan andra värden behöva tas fram istället.

Snabbt och tillförlitligt

Snabbheten beskrivs av svarstiden, dvs tiden från att läckaget detekteras till att säkerhetsfunktioner bland annat stoppar gasflödet, och bör enligt det allmänna rådet inte överstiga 5 sekunder. I vissa verksamheter bör svarstiden vara kortare vilket då följer av riskutredningen. Säkerhetsfunktioner ska vara både snabba och ha hög tillförlitlighet (SIL-klass) men även medföra att utsläppt mängd oförbränd gas minimeras.

¹⁵ https://lup.lub.lu.se/search/files/141747404/Rapport_Parameterstudie_Slutlig.pdf

För att begränsa tiden från det att en ventil stängt av en rörledning till dess att utsläppen väsentligen har minskat, så bör rörlängden som fortfarande är i kontakt med läckagepunkten (oisolerad rörsträcka) inte överskrida 50 m. Det motsvarar för det dimensionerande skadefallet på 3 % av en rörlednings innerarea, en tid på ca 10 s. Tiden är oberoende av innerdiametern på röret då volymen på röret ökar direkt proportionellt mot flödet på läckaget.

Riskutredningen bör även ge svar på hur mängden oförbränd gas minimeras på ett säkert sätt för att ge en så stor riskreducerande effekt som möjligt. Det kan innebära att stoppa flödet uppströms läckaget samt att förhindra ett back-flöde mot läckaget.

1.12.4 Bedömning av säkra förhållanden från säker plats

X 2 kap. D § Vid detektion av ett oönskat utsläpp av vätgas i en sådan anläggning som avses i X 2 kap. B §, ska det vid behov gå att bedöma när säkra förhållanden råder från en plats som inte påverkas av en explosion.

X 2 kap. D § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2028.

Syftet är här att ge förutsättning för inhämtande av information oftast från en så kallad brandförsvarstabla. Behovet av detta handlar att bedöma om en manuell räddningsinsats, i syfte att begränsa konsekvenserna och riskerna för en eskalering av brand och explosion, och får göras i det enskilda fallet. Manuella konsekvensreducerande åtgärder bör inte anses behövas om det kan visas att ett läckage av vätgas alltid kan stoppas automatiskt och med passiv ventilation helt vädras ut inom en avgränsad tid.

En säker plats kan vara en skyddad plats där det går att läsa av de detektorer som används på installationen. Avläsning av detektorerna som avser samma installation är lämpligen samlade på ett ställe.

1.12.5 Arbetsmiljöverkets regler om detektorer och larmanordningar

För att förebygga olycksfall och akut ohälsa på grund av brand, gasutströmning, syrebrist eller liknande ska det finnas detektorer och larmanordningar i den omfattning som är nödvändig. Vid bedömningen av vad som är nödvändig omfattning ska hänsyn tas till 1. arbetsplatsens storlek, läge och användning, 2. de fysikaliska och kemiska egenskaperna hos de material, ämnen och produkter samt den utrustning som förekommer, och 3. det antal människor som arbetsplatsen är avsedd för, och deras förutsättningar.

4 kap. 12 § AFS 2023:12

Larm ska kunna utlösas manuellt vid fara. Om det behövs ska det finnas en anordning som automatiskt utlöser larmet vid brand, gasutströmning, syrebrist eller liknande.

4 kap. 12 § AFS 2023:12

Arbetsgivaren ska se till att installationer för utrymning underhålls och kontrolleras regelbundet. Kontrollen ska dokumenteras och arbetsgivaren ska ha tillgång till dokumentationen.

4 kap. 15 § AFS 2023:12

1.13 Tryckavlastning

1.13.1 Tryckavlastning i säker riktning

Utrymmen där vätgas hanteras ska förses med tryckavlastning i säker riktning om en explosion i utrymmet allvarligt kan skada människor eller byggnad.

X 2 kap E § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2029.

Allmänna råd

Tryckavlastning bör användas om vätgaskoncentrationen överskrider 0,3 g per m³ rumsvolym efter 10 sekunder från det att ett läckage enligt de dimensionerande skadefallen i bilaga 3 uppkommer och

- när byggnaden består av flera våningsplan, eller
- när människor vistas i eller i angränsande lokaler eller i nära anslutning till byggnaden eller utrymmet.

Vätkas är läckagebenägen, lättantändlig och den snabba förbränningshastigheten vid en antändning ger en snabb och kraftig tryckuppslagning. Detta gör att tryckavlastning kan behövas för att skydda mot verkan vid en deflagration (gasexplosion).

Egenskaperna hos vätkas behöver beaktas när en tryckavlastning dimensioneras med avseende på snabbhet och storlek på paneler,

enligt gängse beräkningsmetoder för tryckavlastning av en byggnad. Om en explosion sker vid koncentrationer i närheten av stökiometrisk förhållanden eller övergår i detonation (DDT) är det dock osannolikt att hinna tryckavlasta och rädda byggnaden.

Med *säker riktning* avses att de paneler eller den vägg som har lägst motståndskraft mot en tryckvåg bör riktas bort från eventuella skyddsvärda objekt. Detta kan innebära att omgivningen ibland även kan behöva skyddas mot potentiella kaststycken. Exempel på åtgärder kan vara:

- att undvika eller begränsa förekomsten av lösa föremål
- att byggnadsdelar och lösa föremål förankras med hänsyn till potentiella explosionskrafter som kan uppstå
- avskärmningar/barriärer eller
- med avstånd

De dimensionerande skadefallen i bilaga 3 i MSBFS 2020:1 eller kapitel [2.6.3](#) i den här handboken bör användas för att definiera ett utsläppsflöde enligt det allmänna rådet. Om mängden vätgas beräknas överstiga 0,3 g per m³ rumsvolym efter tiden 10 sekunder ska tryckavlastning användas.

De första 5 av de 10 sekunderna får ses som en schablonmässig tid från att detekterbar halt vid detektorn uppnås tills detektorn aktiveras och larm avges. De senare 5 av de 10 sekunderna avser tiden det tar från att detektorn aktiverats till dess att skyddsåtgärder som bland annat ventilstängning vidtagits. Observera att inga skyddsåtgärder antas påverka före 10 sekunder enligt det allmänna rådets kriterium. Det finns dock möjlighet för verksamhetsutövaren att visa att de kan utföra tillräckliga skyddsåtgärder på kortare tid än 10 sekunder för att inte behöva använda tryckavlastning.

En beskrivning av hur mängden vätgas efter 10 sekunder kan beräknas samt räkneexempel för detta finns i bilaga I.

1.13.2 Arbetsmiljöverkets regler om tryckavlastning och skydd mot kaststycken

Arbetsgivaren ska se till att den riskbedömning som avgör var en trycksatt anordning ska vara placerad, tar hänsyn till betydelsen av

1. att det är möjligt att utföra underhåll, fortlöpande tillsyn och kontroll på ett enkelt och säkert sätt,
2. de förebyggande åtgärder som förhindrar att anordningen skadas av arbeten eller andra aktiviteter, som bedrivs i närheten, och
3. att konsekvenserna av en olycka förvärras genom att
 - a. de som befinner sig på arbetsstället utsätts för skadliga tryckvågor eller träffas av delar av anordningen, inom ett område där de normalt arbetar,
 - b. de som befinner sig på arbetsstället inte kan stänga av anordningen,
 - c. de som befinner sig på arbetsstället kan inte ta sig från platsen, och
 - d. byggnader eller konstruktioners bärande delar skadas.

AFS 2023:11 9 kap. 7 §

I Arbetsmiljöverkets regelverk finns regler för skydd av de som arbetar på en plats, mot att konsekvenserna av en olycka förvärras genom att de som befinner sig på arbetsstället utsätts för skadliga tryckvågor eller träffas av delar av anordningen vid en explosion. MSB:s regler skyddar utöver anställda vid verksamheten, personer som inte arbetar på platsen mot motsvarande risker för skador. Arbetsmiljöverkets och MSB:s regler gäller parallellt.

1.14 Obehörigt förfarande åtkomst

Manövrerbara komponenter till anordningar samt utrymmen där brandfarlig gas hanteras, ska vara skyddade mot obehörigt förfarande respektive obehörigt tillträde.

För privatpersoner gäller kravet endast vid hantering av mer än 60 liter gasol eller mer än 10 liter annan brandfarlig gas.

2 kap. 14 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Obevakade manövrerbara komponenter bör skyddas genom att de finns i låsta utrymmen, är försedda med låsanordningar eller är skyddade genom minst 2 meter högt stängsel.

Med manövrerbara komponenter avses stängventiler, manöverdon, manuella reglerventiler och liknande. Det kan till exempel vara en stängventil på en gasflaska.

Det finns olika sätt att uppnå ett fullgott skydd. Låsta dörrar eller låsta ventiler är andra exempel, som kan vara tillräckliga utan ytterligare åtgärder.

Anordningar som cisterner och uppställningsplatser för gasflaskor kan skyddas genom inhägnad. Det anses då tillräckligt om det består av ett 2 m högt stängsel. Om stängslet är glest nog för att kunna sticka händer igenom det är det lämpligt att det placeras minst 2 m från manövrerbara komponenter. Inom inhägnat industriområde kan särskilt stängsel runt till exempel en cistern behövas om området är tillgängligt för andra än behörig personal. Se figur 14. Ett annat sätt är att sätta lås på eller låsta skydd över anslutningar och manövrerbara komponenter.

Kravet ska inte tolkas som att nödstopp och liknande nödavstängningsfunktioner inte får vara åtkomliga. I en nödsituation kan en person som i vanliga fall betraktas som obehörig istället vara behörig att ingripa. Vem som ska anses vara behörig respektive obehörig beror av sammanhanget och får beslutas i det enskilda fallet.

Markförlagda ventiler i rörledningssystem för distribution anses skyddade genom att det krävs särskilda verktyg för att manövrera dem.

I vissa fall finns skäl att även beakta risken för sabotage vilket kan innebära att inte bara manövrerbara komponenter kan behöva skyddas.



Figur 14. Exempel på skydd mot obehörig manövrering. Foto: David Gårsjö.

1.15 Släckutrustning

Vid förvaring av brandfarlig gas i gascisterner, **mobila gaslager** eller lösa behållare ska släckutrustning finnas i den omfattning som behövs för att möjliggöra att i ett tidigt skede kunna släcka en brand som skulle kunna orsaka skadlig uppvärmning av gascisternen eller de lösa behållarna.

För privatpersoner gäller kravet endast vid förvaring av mer än 60 liter gasol eller mer än 10 liter annan brandfarlig gas.

2 kap. 15 § MSBFS 2020:1

Släckutrustningen är avsedd att göra det möjligt för en person att släcka en brand i omgivningen och därmed förhindra att branden sprider sig till eller orsakar skadlig uppvärmning av en cistern eller lös behållare, vilket annars kan förvärra branden eller orsaka explosion. Exempel på när det kan behövas är där det finns risk för att brand uppstår i närheten av ett gaslager med gasflaskor. Observera att brandsläckare behövs även om avstånd till omgivningen följer tabellerna i **kapitel 2**.

Handbrandsläckare med pulver 6 kg (effektivitetsklass 43A 233 B C eller högre) i lämplig omfattning avpassad för platsen är i regel tillräckligt, se figur 15. En sådan brandsläckare kan även släcka gasbränder. Det är dock viktigt att beakta att en släckt gasbrand innebär att gasen istället läcker ut oförbränd, vilket kan innebära värre konsekvenser om gasen sedan antänds och till exempel exploderar inomhus.



Figur 15. Handbrandsläckare med pulver 6 kg. Foto Pavel Koubeck

1.16 Kontroller

Anordningar, med undantag för lösa behållare, ska täthetskontrolleras innan de tas i drift för första gången samt återkommande med de intervaller som behövs för att motverka läckage. Detsamma gäller när en sådan anordning flyttats och ska tas i drift på en ny plats.

2 kap. 16 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Anordningar bör täthetskontrolleras återkommande i första hand med intervaller enligt tillverkarens anvisningar och i andra hand enligt **standards eller etablerade branschnormer**, eller vartannat år.

Slangledningar av plast eller gummi bör täthetskontrolleras efter anslutning samt därefter en gång per år.

1.16.1 Kontroller enligt MSBFS 2020:1

Att utföra täthetskontroller genom till exempel läcksökning eller differenstrycksmätning innan en anläggning tas i drift samt återkommande är en viktig del i att förebygga olyckor vid hantering av brandfarlig gas. För en anordning där en tillverkare har angivit kontrollintervall bör enligt det allmänna rådet dessa följas i första hand. För anordningar som inte har sådana instruktioner, exempelvis platsbyggda rörledningsinstallationer, finns exempel på lämpliga intervall i EGN. Där förekommer intervall på bland annat 1, 3 och 6 år. I andra fall (till exempel om man inte har tillgång till EGN) kan vartannat år vara ett lämpligt intervall. Återkommande kontroller enligt andra anvisningar från Energigas Sverige (se **bilaga C**) kan här jämföras med återkommande kontroller enligt EGN.

Slangledningar slits och åldras mer än rörledningar och behöver därför kontrolleras oftare, lämpligtvis en gång per år. **Vid kontrollen behövs utöver läcksökning förekomst av eventuella sprickor kontrolleras.**

Kontrollerna enligt ovan kan utföras av den som hanterar den brandfarliga gasen. Kravet innebär alltså inte att ett kontrollorgan måste utföra kontrollerna. Det kan däremot krävas även enligt AFS 2017:3.

För vätgasanläggningar finns risk att materialet blir påverkat av väteförspridning vilket gör den återkommande kontrollen än viktigare. Vätgasinstallationer med ledningar som är konstruerade för ett tryck >0,5 bars övertryck, är dock vanligast förekommande och vätgasinstallationer omfattas därmed i de allra flesta fall istället av kontroller enligt AFS 2023:11.

Om kontroller utförts av ackrediterat kontrollorgan enligt AFS 2023:11, så kan kontrollkraven enligt ovan anses vara uppfyllda.

1.16.2 Kontroller enligt AFS 2023:11

Krav på första kontroll och återkommande kontroller för vissa anordningar finns även i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om

användning och kontroll av trycksatta anordningar (AFS 2023:11). I AFS 2023:11 ställs krav på att vissa anordningar med tryck över 0,5 bar ska kontrolleras av ackrediterat kontrollorgan.

Första kontroll innebär att ett ackrediterat kontrollorgan kontrollerar att anordningen är lämplig för sitt ändamål, inte är skadad och är lämpligt placerad samt innefattar även granskning av dokumentation.

Hållfasthetstestning av anordningen genom provtryckning och kontroll av att säkerhetsutrustning finns i tillräcklig omfattning som fungerar kan också ingå. I den återkommande kontrollen ingår bland annat täthetskontroll och funktionskontroll av säkerhetsutrustning.

Risken för väteförspridning gör den återkommande kontrollen än viktigare och tas för ledningar konstruerade för ett tryck >0,5 bars övertryck om hand av AFS 2023:11.

Lösa behållare omfattas oftast av andra kontrollkrav¹⁶, därmed gäller inte kravet för dem. Däremot omfattas till exempel slangar, anslutningar och rörledningar till vilka lösa behållare ansluts.

1.17 Tankstationer för metan och vätgas

Kraven i föreskriften SÄIFS 1998:5 om tankstationer för metangasdrivna fordon, har flyttats över till, eller omfattas redan av MSBFS 2020:1, bland annat 2 kap. 4 § samt SRVFS 2004:7, och föreskriften har därför kunnat upphävas. Tankstationer för både metangasdrivna bilar och vätgasdrivna bilar ska enligt 2 kap. 4 § i MSBFS 2020:1 installeras på ett fackmässigt sätt och detta regleras genom exempelvis EU-förordningar och EU-direktiv som är genomförda i nationella föreskrifter och i vissa fall i harmoniserade standarder och etablerade branschnormer. Se exempel på relevanta föreskrifter och standarder i bilaga C. Se även 1.17.1 nedan.

Vätgasutvecklingen innebär dock att standarder nu utvecklas och uppdateras vilket gör att bilaga C får ses som exempel på relevanta standarder och inte kan betraktas som uttömmande.

Verksamhetsutövaren bör dock hålla sig å jour med utvecklingen och redogöra för detta i sin tillståndsansökan och i sitt löpande arbete med utvärdering av risk.

1.17.1 EU-lagstiftning om infrastruktur och tekniska krav för alternativa drivmedel

I förordningen¹⁷ om utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel i unionen för vägfordon, tåg, fartyg och stillastående luftfartyg finns gemensamma mål för utbyggnad av en EU-infrastruktur för tankning av vätgas och metan för bland annat vägfordon i det så kallade TEN-T nätverket. Dessutom finns enligt artikel 21 några gemensamma tekniska specifikationer för dels metan och dels för vätgas, för vägtransporter¹⁸. De tekniska specifikationerna gäller enligt förordningen de tankstationer som räknas in i TEN-T nätverket och på sikt även de som ligger utanför

¹⁶ Enligt MSB:s föreskrifter om transport av farligt gods på väg och järnväg (ADR-S och RID-S) respektive transportabla tryckbärande anordningar (TPED).

¹⁷ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (eu) 2023/1804 av den 13 september 2023 om utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel och om upphävande av direktiv 2014/94/EU.

¹⁸ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (eu) 2023/1804 av den 13 september 2023 om utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel och om upphävande av direktiv 2014/94/EU, punkterna 3.1-3.4 samt 4.1-4.3, i Bilaga II

nätverket. Det är inte tydligt att även befintliga tankstationer utanför nätverket ska leva upp till specifikationerna men det kan anses som standarder som bör följas för att leva upp till kravet på fackmässighet.

För metan gäller enligt punkt 4, bilaga II i förordningen att

- Tankningspunkter för komprimerad naturgas (CNG) för motorfordon ska uppfylla kravet på ett tankningstryck (arbetstryck) på 20,0 MPa (200 bar) vid 15 °C. Ett maximalt tankningstryck på 26,0 MPa med ”temperaturkompensering” är tillåtet i enlighet med standard EN ISO 16923:2018 samt att
- Anslutningsdonets profil ska överensstämma med föreskrifter nr 110 från Förenta nationernas ekonomiska kommission för Europa, som hänvisar till delarna I och II i standard EN ISO 14469:2017
- Tankningspunkter för flytande metan för motorfordon ska uppfylla kravet på ett tankningstryck som är lägre än det högsta tillåtna arbetstrycket för fordonstanken enligt standard EN ISO 16924:2018, ”Tankstationer för naturgas – Tankstationer för flytande naturgas”. Dessutom ska anslutningsdonets profil överensstämma med standard EN ISO 12617:2017, ”Vägfordon – Anslutningsdon för påfyllning av flytande naturgas (LNG) – Anslutningsdon för 3,1 MPa”.

För vätgas gäller enligt samma EU-förordning (bilaga II punkt 3) att

- Tankningspunkter för vätgas som finns utomhus och som tillhandahåller vätgas som används som drivmedel i motorfordon ska minst uppfylla de krav på driftskompatibilitet som beskrivs i standard EN 17127:2020
- Kvalitetsegenskaperna hos den vätgas som tillhandahålls vid tankningspunkterna för vätgas för motorfordon ska uppfylla de krav som beskrivs i standard EN 17124:2022. Metoderna för att säkerställa vätgasens kvalitet beskrivs också i standarden.
- Tankningsalgoritmen ska uppfylla kraven i standard EN 17127:2020
- Så snart certifieringsprocessen enligt standard EN ISO 17268:2020 är slutförd ska anslutningsdon för tankning av vätgas till motorfordon minst överensstämma med den standarden

Därutöver ska även följande följas

- Tekniska specifikationer för anslutningsdon för tankningspunkter som tillhandahåller (komprimerad) vätgas för tunga motorfordon.
- Tekniska specifikationer för anslutningsdon för tankningspunkter som tillhandahåller flytande vätgas för tunga motorfordon.

I kapitel 20 i EN ISO 16923:2018 framgår även att tankstationens utrustning ska underhållas i enlighet med tillverkarens instruktioner, nationella standarder eller myndighetsföreskrifter. I bilaga E till EN ISO 16923:2018 finns ett exempel på en periodisk kontroll och underhållsplan. Motsvarande krav på underhåll och kontroll för vätgastankstationer finns i SS-ISO 19880 - 1:2022. I tabell 4 i den standarden finns en checklista med vägledning om hur en periodisk

kontroll och testning kan göras.

1.17.2 Kontroll av skydd mot för högt tryck i fordonstankar

Tankstation för CNG och vätgas får inte tas i drift eller drivas utan att ha genomgått installationskontroll respektive återkommande kontroll och vid förekommande fall revisionskontroll och därvid befunnits skydda mot att fordonstankarna kan utsättas för otillåtet tryck både under tankning och under normal drift. Kontrollerna ska utföras av ackrediterat kontrollorgan i tredjepartsställning. Tiden mellan kontrollerna får inte överstiga tre år.

Revisionskontroll ska genomföras efter en reparation, ombyggnad, olycka eller om utrustningen varit avställd längre än ett år.

Kravet gäller även för fyllningsstationer vid fyllning av mobila gaslager för CNG och vätgas.

Installationskontroll ska omfatta:

- schemagranskning med avseende på säkerhetsutrustning,
- funktionsprov av temperaturkompensering, skydd mot för högt tankningstryck samt övrig säkerhetsutrustning som har med tankningstrycket att göra och
- utfärdande av kontrollintyg.

Återkommande kontroll och revisionskontroll ska omfatta

- funktionsprov av temperaturkompensering, skydd mot för högt tankningstryck samt övrig säkerhetsutrustning som har med tankningstrycket att göra och
- utfärdande av kontrollintyg.

X 2 kap. F § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Återkommande kontroll bör göras i första hand med intervaller enligt tillverkarens instruktioner och i andra hand enligt standarder eller etablerade branschnormer.

Vid schemagranskning bör minst följande kontrolleras:

- funktionsbeskrivning av temperaturkompenseringssystemet,
- metodbeskrivning av hur temperaturkompenseringssystemet med sina säkerhetsrelaterade funktioner kan kontrolleras.

Vid installationskontroll, återkommande kontroll och revisionskontroll bör följande kontrolleras

- att temperaturkompenseringssystemet har rätt tryck- och temperaturkurva för den aktuella gaskvaliteten inlagd.

Kontrollintyget bör innehålla protokoll från kontroll av temperaturkompenseringen och skydd mot för högt tankningstryck.

I SÄIFS 1998:5 fanns ett krav på tankstationen att skydda metangasdrivna fordons bränsletankar mot för högt tryck. Kravet fanns eftersom metangasdrivna fordon saknar skydd mot för högt tryck i tankarna. Skyddet skulle även löpande kontrolleras. För att uppfylla kravet på fackmässighet behöver dispensrar på metangastankstation fortsatt ha ett fyllningssystem som inte fyller

fordonens tankar med för högt tryck. Det behöver både finnas skydd mot direkt överfyllning och en temperaturkompenserad fyllning för att hindra för högt tryck vid eventuell senare temperaturökning i tanken.

I X 2 kap. F § MSBFS 2020:1 finns nu krav på installations-, återkommande och revisionskontroll av skydd mot för högt tryck både för metan- och vätgastankning. Skyddet innebär att fordonstankar inte ska kunna utsättas för otillåtet tryck varken under tankning eller senare under normal drift.

Rekommenderade testningsförfaranden för kontroll av fyllningsprotokollet för vätgastankstationer finns i SS-ISO 19880-1, 12.5 *Fuelling safety and performance functional testing*.

Efter en revisionskontroll kan tiden till nästa återkommande kontroll vara upp till tre år.

1.17.3 Förebyggande av tryckkärlexplosioner

På metangastankstationer är det även viktigt att förbygga tryckkärlexplosioner eftersom det har skett sådana olyckor vid tankning med otillåtna adapterar. Personerna har missuppfattat vilken typ av gas som levereras av anläggningen och har haft avsikten att tanka gasol istället för metangas.

För att kunna tanka har de då använt adapterar. Dessa två gastyper levereras med olika tryck (metan ca 230 bar jmf med gasol ca 10 bar) vilket har lett till tryckkärlexplosioner. För att förhindra användning av adapter finns följande varningsdekal framtagen av Energigas Sverige i samarbete med MSB, se figur 4. Se även X 7 kap. A §.



1.18 Instruktioner

Skriftliga instruktioner för driftsättning, drift och underhåll av anordningar ska finnas om det inte rör sig om en enkel hantering där riskerna lätt kan överblickas. Instruktionerna ska finnas i den omfattning som behövs för att motverka risken för brand och explosion.

För privatpersoner gäller kravet endast vid hantering av mer än 60 liter gasol eller mer än 10 liter annan brandfarlig gas.

2 kap. 17 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

För vätgasinstallationer bör underhållsinstruktionerna särskilt beskriva hur risker kopplade till material- och hållfasthetsegenskaper som kan påverkas av väteförspredning, väteattack och permeation hanteras.

Underhållsinstruktionerna för vätgasinstallationer bör identifiera vilken typ av hantering som kan innebära skadlig påverkan på materialet och leda till skador orsakade av vätgas och hur sådan påverkan kan förebyggas.

Kontroll och kalibrering av detektorer bör i första hand göras enligt tillverkarens instruktioner och i andra hand enligt standarder eller etablerade branschnormer.

Observera att hanteringen styr hur omfattande och detaljerade instruktionerna behöver vara. För enklare hantering, som gasolinstallationer på en restaurang, kan också instruktionerna vara enkla.

För gashantering av tryckbärande anordningar och aggregat med ett konstruktionstryck över 0,5 bars övertryck är det rimligt att det i instruktionerna för driftsättning och drift finns uppgifter om den dokumentation som krävs enligt Arbetsmiljöverkets (AV:s) föreskrifter AFS 2023:5 för tryckbärande anordningar och de kontroller och återkommande kontroller som krävs enligt AV:s föreskrifter AFS 2023:11 om användning och kontroll av trycksatta anordningar.

Instruktionerna kan finnas skriftligt i pappersform eller digitalt, så länge de är tillgängliga för de som berörs.

Kravet innebär att instruktionerna ska vara begripliga för de som berörs. Utgångspunkten är att instruktionerna ska vara på svenska men det kan i vissa fall vara tillräckligt med att de finns på ett annat språk eller innebära att de behöver kompletteras med andra språk.

1.18.1 Instruktionernas innehåll

Exempel på instruktioner för en anläggning där brandfarlig gas hanteras är:

- Driftsättningsinstruktioner
- Driftinstruktioner
- Underhållsinstruktioner

Med driftsättning menas att ta en anläggning i drift efter installation eller service. Se även [kapitel 1.24](#) om att ta anläggningen i drift på ett säkert sätt. Med drift menas den dagliga driften. Det bör till exempel finnas instruktioner där det framgår hur och var gasen kan stängas av med ventil för att begränsa läckaget och minska konsekvenserna, vid en oönskad händelse **samt hur personalen i övrigt bör bete sig**. Här bör även framgå var **eventuell** släckutrustning finns placerad. **Hur en oönskad händelse rapporteras och följs upp bör också finnas rutiner för, se även kapitel 1.19.** Där lastning och lossning förekommer behövs även instruktioner för detta.

En underhållsinstruktion innehåller vanligtvis en sammanställning över dagliga och övriga återkommande underhållspunkter, till exempel täthetskontroller och kontroller av säkerhetsfunktioner.

Instruktionerna kan exempelvis behöva ta upp när, hur, hur ofta och vem som ska utföra underhåll, kontroller och prov och hur detta ska dokumenteras. Instruktioner kan också behöva tas fram inför ett specifikt ingrepp i en anläggning som inte är en del av den normala hanteringen, exempelvis reparation, service eller andra tillfälliga arbeten. I sådana fall kan också arbetstillstånd krävas, se [kapitel 11.1](#).

Risken för väteförsprödning ska beaktas i underhållsinstruktionerna för en vätgasanläggning. Detta kan göras till exempel genom rutiner för att säkerställa att inga verktyg som kan skada känsliga ytor och riskera initiera väteförsprödning får användas. Det ska även gå att isolera delar av utrustningen så att eventuell väteförsprödning kan inspekteras och vid behov åtgärdas.

Förutom att anordningarna där vätgas hanteras i grunden ska vara motståndskraftiga mot vätgasens olika angreppssätt på materialet så behöver även andra faktorer beaktas. Skador kan nämligen introduceras genom exempelvis felaktig bockning, svetsning eller annan hantering i samband med exempelvis service och underhåll. Det är därför även viktigt att beakta och tänka på hantering och placeringen av anläggningsdelar utifrån följande aspekter [4]:

- Vid hantering av vätgasinstallationer ska felaktig bockning, svetsning eller annan hantering som kan leda till ökad risk för väteförsprödning, i samband med exempelvis service och underhåll undvikas.
- Ett eventuellt läckage ska (enkelt) kunna följas upp och upptäckas av verksamhetsutövaren.
- Delar av en anläggning där påverkan från vätgas är trolig ska (enkelt) kunna avgränsas (isoleras) för underhållsåtgärder.

Kravet och det allmänna rådet innebär att risken för påverkan på materialet i samband med hantering av installationen, som skulle kunna öka risken för väteförsprödning, utreds och beskrivs i riskutredningen.

Läs även mer om väteförsprödning, diffusion och läckage i bilaga F.

1.18.2 CE-märkt utrustning

Observera att detta krav på instruktioner inte påverkar det

produktkrav som finns för CE-märkt utrustning som innebär att instruktioner då ska levereras tillsammans med produkten. **Sådana instruktioner som kan komma från tillverkare, distributörer och installatörer ska alltid efterlevas. Läs mer om CE-märkning i kapitel 1.25.**

I 2 kap. 17 § MSBFS 2020:1 handlar det **istället** om vad som ska finnas till hands och kunna visas upp vid en tillsyn av hanteringen och då gäller det såväl CE-märkt som icke-CE-märkt utrustning.

1.19 Olyckor och tillbud

Inträffar en olycka till följd av en brand eller explosion vid tillståndspliktig hantering av brandfarliga eller explosiva varor eller vid hantering av sådana varor inom Försvarmakten, Försvarets materielverk, Totalförsvarets forskningsinstitut eller Fortifikationsverket, ska tillståndshavaren snarast underrätta tillsynsmyndigheten om olyckan. Detsamma gäller om det inträffar en händelse som har inneburit en hög risk för att en sådan olycka skulle ha kunnat inträffa.

12 § förordningen (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor

För att kunna uppfylla kravet är det lämpligt att ha ett system för att rapportera olyckor och tillbud till tillsynsmyndigheten (oftast räddningstjänsten). Då behövs också en instruktion för hur olyckor och tillbud ska rapporteras. Ett exempel är att använda Energigas Sveriges blankett *Rapport om energigasolycka eller -incident*, som skickas till tillsynsmyndigheten och med fördel även till Energigas Sverige.

Det finns även möjlighet att på frivillig basis rapportera olyckor och tillbud till MSB:s databas genom ett webbverktyg.¹⁹

1.20 Nätbolag

Ett nätbolag får distribuera brandfarlig gas med drifttryck upp till och med 4 bar övertryck i rörledning till annan förbrukare endast om nätbolaget är förvässat om att förbrukarens anordning för brandfarlig gas är inrättad på ett betryggande sätt med hänsyn till risken för brand och explosion. **När leverans sker till en tillståndspliktig verksamhet behöver leverantören inte särskilt förvissa sig om att förbrukarens anordning är inrättad på ett betryggande sätt.**

2 kap. 18 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Kravet bör uppfyllas genom att anordningen kontrolleras enligt **standards eller etablerade branschnormer.**

Kravet gäller nätbolag, vilket innebär företag som distribuerar brandfarlig gas (vanligtvis stadsgas, naturgas eller biogas) via rörledning till fler än 10 verksamheter eller hushåll. Detta innebär att

¹⁹ <https://www.msb.se/sv/verktyg--tjanster/verksamhetsutovares-olycksrapportering/>

nätbolaget som levererar gasen till kunden via en rörledning måste förvisa sig om att kundens anordning är säker innan gasen får levereras. Nätbolaget kan förvisa sig om detta antingen genom att kontrollera att det finns dokumenterat att anordningen är CE-märkt eller om anordningen inte omfattas av några EU-direktiv eller förordningar, har genomgått en så kallad systemgranskning. Med kontroll enligt etablerade branschnormer avses Energigasnormerna (EGN).

Det är alltid verksamhetsutövarens eget ansvar (6 § LBE) att förvisa sig om att anordningen för brandfarlig gas är inrättad på ett betryggande sätt med hänsyn till risken för brand och explosion. I de fall annan brandfarlig gas än nätbolagets finns ansluten och kan användas i anordningen, gäller det också. Om nätägaren inte ser att de har möjlighet att förvisa sig om att kundens anordning är säker, t.ex. genom att kunden inte kan visa upp nödvändig dokumentation, kan nätägaren tvingas stänga av gasleveransen till verksamheten. Ett annat sätt är att verksamheten söker LBE-tillstånd för hanteringen. När leverans sker till en verksamhet med LBE-tillstånd behöver leverantören inte särskilt förvisa sig om att förbrukarens anordning är inrättad på ett betryggande sätt.

I Energigasnormerna (EGN). Se bilaga C, redovisas lämpliga kontroller för att uppfylla kravet:

- Konstruktionskontroll som utförs före montage av vissa installationer.
- Tillverkningskontroll som utförs före driftsättning. Här ingår bland annat tryck- och täthetsprovning.
- Återkommande kontroller.

Där framgår också när kontroller krävs enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter om tryckbärande anordningar (AFS 2023:5) och om användning och kontroll av trycksatta anordningar (AFS 2023:11).

1.21 Lastade fordon

Ett tankfordon vars transporttank för brandfarlig gas inte är tömd och gasfriförklarad får inte parkeras eller ställas upp i ett garage eller annat utrymme inomhus. Detsamma gäller för ett fordon som är lastat för transport av lösa behållare för mer än 60 liter brandfarlig gas.

2 kap. 19 § MSBFS 2020:1

Ett fordon med transporttankar, se figur 16, som tömts men inte gasfriförklarats (se [kapitel 1.25](#) om gasfriförklaring) innehåller gas motsvarande hela tankens volym.



Figur 16. Fordon med transporttank. Källa: Flogas.

Kravet innebär att ett lastat fordon endast kan köras in inomhus om det är tillfälligt och där det är under uppsikt, till exempel för enklare verkstadsarbeten eller för att besiktigas. Vid ingrepp som kan påverka gassystemet är transporttanken med tillhörande anordningar lämpligen tömda och gasfriförklarade.

Två stycken gasolflaskor av typen P11 understiger gränsen 60 liter (ca 26 liter styck).

Observera att kraven i SRVFS 2004:7 (se kapitel 11) gäller vid till exempel tömning av transporttankar eller verkstadsingrepp som innebär risk för gasutsläpp.

1.22 Luktsättning

Om en brandfarlig gas läcker är det avgörande att kunna upptäcka läckaget för att kunna åtgärda det, larma eller sätta sig i säkerhet. Brandfarlig gas luktsätts därför ofta i **enlighet med en branschöverenskommelse** med luktmedel. Undantag är gas som är avsedd för industriella eller laboratorieändamål (exempelvis metan, kolmonoxid eller vätgas) som inte alltid luktsätts. Biogas (ej uppgraderad) luktsätts inte men luktar oftast ändå då den innehåller svavelväte. Flytande metan (LNG) kan dock inte luktsättas, men luktsätts ofta efter förångning.

Den mänskliga näsan kan upptäcka luktsatt gas långt under antändbara koncentrationer. Att gasen kan förnimmas vid 20 % av lägre explosionsgränsen (LEL) är vanligtvis tillräckligt. Se figur 17 för ett exempel på odöriseringsutrustning.

Vätgas kan luktsättas men det är beroende på användningsområde inte alltid lämpligt. Om vätgasen ska användas för att driva en bränslecell kan det tillsatta luktämnet skada bränslecellen. Något generellt krav på luktsättning finns därför inte heller för vätgas. Arbete pågår dock med att finna medel för luktsättning som även fungerar ihop med vissa bränsleceller.²⁰



Figur 17. Odöriseringsutrustning. Källa: Extevent AB.

1.23 Driftsättning

Det är viktigt att en anläggning tas i drift på ett säkert sätt, särskilt när det är en ny installation. Detta är främst relevant för anläggningar med cisterner eller omfattande rörledningsdragning. När man fyller en luftfylld anläggning med brandfarlig gas blandas gasen med luft och bildar en antändbar gasblandning. Detta kan få allvarliga konsekvenser om den antänds. Ett sätt att undvika detta är att fylla anläggningen med inert gas, som kvävgas (nitrogen), innan man fyller med brandfarlig gas. Ett annat sätt är genom att använda fackla försedd med flamspärr.

Exempel på säker idriftsättning för gasolcisterner finns i *Energigas Sveriges anvisningar Ur- och idrifttagning av gasolcisterner*. De finns att ladda ned på www.energigas.se. Där redovisas olika metoder hur man kan ta en cistern i och ur drift på ett säkert sätt samt information om arbetstillstånd och tillfällig uppställning av gasolcisterner.

²⁰Stedin and GRDF, 2002. Alternative odorants for hydrogen, Identifying three sulphur free odorants and their suitability for hydrogen in the gas grid, DNV, ESNL.10269197, rev 0.

1.24 Gasfriförklaring

En behållare för brandfarlig gas där gasen förbrukats, men som inte är tömd och rengjord, innehåller fortfarande gas. En sådan behållare betraktas därför i regel på samma sätt som en fylld behållare med brandfarlig gas. För att en behållare ska anses vara helt tom spolas den ur med inert gas, ofta kvävgas (nitrogen) eller vatten till dess att inga antändbara gaser finns kvar. Efter att detta kontrollerats kan en skriftlig gasfriförklaring utfärdas, vanligtvis av serviceföretaget som utfört arbetet, eller av föreståndaren.

1.25 CE-märkning av tryckbärande anordningar och gasanordningar

1.25.1 Tryckbärande anordningar

Krav kring konstruktion, tillverkning och bedömning av överensstämmelse för tryckbärande anordningar och aggregat konstruerade för tryck (PS) över 0,5 bar finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2023:5) om tryckbärande anordningar. Exempel på *anordningar* är cisterner och rörledningar. Krav kring säkerhetsutrustning för vissa anordningar finns i 6–7 §§ samt bilaga 1 punkt 2.10 i AFS 2023:5.

Eftersom vätgas hanteras vid höga tryck så medför aktsamhetskravet i 6 § LBE att verksamhetsutövaren behöver känna till och beakta tryckkärlslagstiftningen. Att föreskrifterna efterlevs kan även anses följa av kravet på fackmässiga installationer (2 kap. 4 § i MSBFS 2020:1). Arbetsmiljöverkets är tillsynsmyndighet för sina föreskrifter. Om räddningstjänsten vid en avsyning eller tillsyn uppmärksammar eller misstänker brister kan Arbetsmiljöverket informeras.

Anordningar som omfattas av AFS 2023:5 ska i de flesta fall, men undantaget anordningar enligt 8 §, vara CE-märkta enligt tryckkärlsdirektivet. För sammansatta system som består till exempel av flera gascisterner sammanlänkade av rörledningar, ett så kallat aggregat, ska istället hela aggregatet CE-märkas. Hela aggregatet som sådant ska då vara konstruktionsgranskat, provtryckt mm enligt föreskriften. På CE-märkningsskylten ska även PS = maximalt tillåtet tryck finnas angivet. PS ska överensstämma med godkänt maximalt tillåtet tryck för anordningen eller för aggregatet inklusive alla ingående komponenter.

För en CE-märkt produkt eller ett aggregat, antingen enligt exempelvis PED eller maskindirektivet (MD), ska det finnas en försäkran om överensstämmelse (COC) från ett anmält organ.

Tillverkaren utfärdar ett intyg om överensstämmelse (declaration of conformity, DOC) när produkten fyller kraven enligt aktuell produktförförordning. Ett första kontrollintyg från ett ackrediterat kontrollorgan (AKO) enligt AFS 2023:11, ska också finnas.

AFS 2023:5 (PED) är tillverkarens ansvar. Tillverkaren ska se till att det tryckbärande kärlet är CE-märkt enligt PED. För denna märkning kan de behöva anlita ett Anmält organ (AO). Arbetsmiljöverkets marknadskontroll riktar sig mot tillverkare. De kan genomföra marknadskontroll till exempel efter tips från ett ackrediterat kontrollorgan (AKO).

1.25.2 Gasanordningar

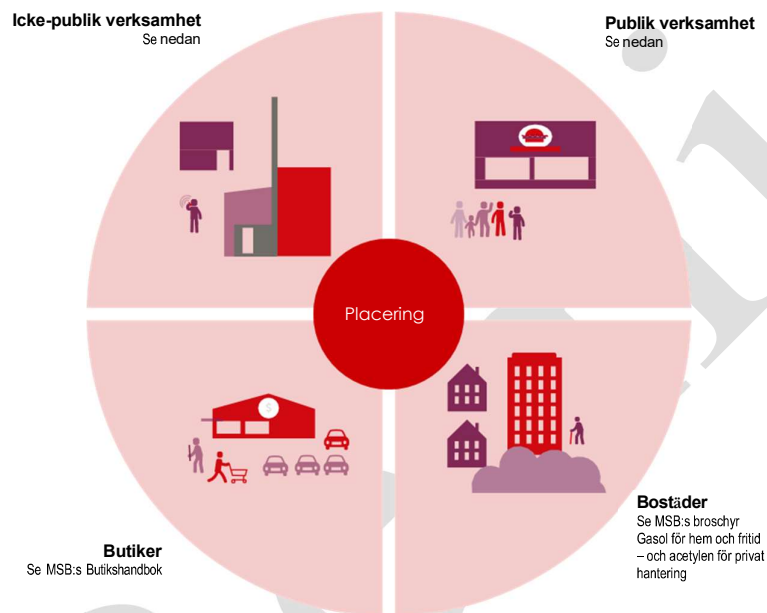
Gasanordningar²¹, se kapitel 1.1.2, som omfattas av gasanordningsförordningen ska CE-märkas enligt den, på motsvarande sätt som beskrivs ovan. Gasanordningar som till exempel industribrännare, ugnar mm., som inte omfattas av gasanordningsförordningen kan istället systemgranskas.

MSB är marknadskontrollerande myndighet för gasanordningsförordningen.

²¹ EU parlamentets och rådets förordning (EU) 2016/426

2. Placering, avstånd och brandteknisk avskiljning

I detta kapitel återges och förklaras huvudsakligen bilaga 1 och ett exempel på bilaga 3 i MSBFS 2020:1, kan användas för yrkesmässig hantering. För butiker, se MSB:s *Handbok om brandfarliga gaser och vätskor samt gasapparater i butiker, Butikshandboken*. För bostäder och annan privat hantering, se MSB:s broschyr *Gasol för hem och fritid*²².



Figur 18. Översikt över var vägledning om placering av brandfarlig gas finns för olika typer av verksamheter samt privat hantering.

²² Särskilda krav för bostäder och förvaring för hushåll finns i 3 kap. 3–6 §§ MSBFS 2020:1. De rekommendationer som sammantaget kommer att gälla för bostäder beskrivs i MSB:s broschyr *Gasol för hem och fritid – och acetylen för privat hantering*.

Lösa behållare, **mobila gaslager**, gascisterner, gasklockor, rötkammare och **övriga anordningar** ska vara placerade på ett betryggande sätt med hänsyn till

- risken för brandpåverkan och annan skadlig uppvärmning från omgivningen,
- risken för skador på omgivningen genom brand eller explosion orsakad av läckage och antändning av den brandfarliga gasen, och
- möjligheterna att utrymma området kring anordningarna vid brand.

2 kap. 9 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Placeringen av lösa behållare **med brandfarlig gas undantaget vätgas**, gascisterner med gasol ovan mark samt gasklockor och rötkammare bör följa bilaga 1.

Placering av lösa behållare och mobila gaslager med vätgas samt vätgasinstallationer utomhus ovan mark bör följa de skyddsavstånd som följer av de dimensionerande skadefallen och skadekriterierna i bilaga 3.

Placering av lösa behållare och gascisterner med vätgas inomhus bör skyddas mot brand från omgivningen baserat på skadekriterierna i tabell 2 i bilaga 3.

Risker för brand och explosion orsakade av läckage och antändning av vätgas inomhus, hanteras i första hand genom 2 kap. 13 §, A, B, C och E §§ i föreskriften. Risken för jetflammar från kopplingspunkter inomhus bör baseras på de dimensionerande skadefallen och skadekriterierna för de skyddsvärda objekten enligt bilaga 3.

Lösa behållare i och vid butiker bör istället placeras enligt **beskrivningarna i kapitel 2 i Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps handbok om brandfarliga gaser och vätskor samt gasapparater i butiker.**

Av MSB:s allmänna råd i bilaga 1 till föreskriften, framgår att kravet kan uppfyllas genom

- tillräckliga avstånd mellan anordningar och byggnader, brännbara material och liknande med avseende på brandpåverkan och explosionsrisk,
- brandteknisk avskiljning,
- tillräckliga avstånd mellan anordningar och byggnader, med avseende på möjlighet att utrymma,
- att anordningarna enkelt kan föras i säkerhet vid brand (gäller lösa behållare), eller
- en kombination av ovanstående.

I det följande kommer ovan nämnda begrepp och MSB:s allmänna råd enligt bilaga 1 **gällande placeringen av lösa behållare med brandfarlig gas undantaget vätgas** att beskrivas och förklaras närmare.



Figur 19. Schematisk illustration av risk för skadlig uppvärmning av ett gaslager och utrymning av närliggande lokaler.

Remiss

2.1 Lösa behållare med brandfarlig gas **undantaget vätgas**

Tabell 1 och 2 på nästa sida visar rekommenderade minsta avstånd mellan lösa behållare och omgivningen. För icke-publik verksamhet gäller tabell 1, för publik verksamhet (förutom butiker) gäller tabell 2. Det kan dock finnas situationer där förhållandena avviker ifrån vad tabellerna förutsätter vilket kan medföra andra avstånd.

Där tabellerna anger avståndet 0 meter innebär det att de lösa behållarna kan placeras inomhus. Förvaring på vind och tak är i de flesta fall olämpligt eftersom de blir svårevakuerade i händelse av brand.

Där tabellerna anger ett avstånd innebär det att behållarna inte bör placeras inomhus i en byggnad, eftersom avståndet gäller mellan behållarna och byggnaden i sig. Behållarna får dock alltid vara placerade i ett fristående förråd, container, gasautomat eller liknande som är särskilt avsett för behållarna. Avstånden i tabellerna gäller då mellan förrådet och byggnader etcetera, stor mängd brännbart material och utrymningsvägar. Exempelvis kan 7000 liter förvaras i ett sådant förråd med väggar i EI 60 som är placerat 6 meter från andra byggnader.

Acetylen bör i första hand förvaras i särskilt låst ventilerat utrymme utomhus. Detta gäller särskilt för acetylenflaskor som används sällan för att minska riskerna vid en eventuell brand.

Brandteknisk avskiljning motsvarande minst EI 30 eller EI 60 kan dock enligt tabellerna ge kortare avstånd. Detta kan även uppnås med ett brandtekniskt avskilt ventilerat utrymme endast avsett för de lösa behållarna. Se även [kapitel 2.4](#) om brandteknisk avskiljning.

Enligt tabell 1 kan till exempel lösa behållare med en total volym som inte överstiger 60 liter vid en icke-publik verksamhet placeras utan avstånd eller avskiljning. Behållarna bör dock samlas på lämplig plats när de inte är inkopplade/används, i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

Tabell 1. Minsta avstånd vid placering av lösa behållare (undantaget vätgas), icke-publik verksamhet

De lösa behållarnas totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och						
	- byggnad i allmänhet, - brännbart material eller - brandfarlig verksamhet			stor mängd brännbart material		utrymningsväg från svårutrymda lokaler	
	meter			meter		meter	
		EI 30*	EI 60*		EI 60*		EI 60*
0–≤60	0**	0	0	0**	0	0**	0
>60–≤250	3***	0	0	12	0	25	0
>250–≤1 200	3	3	0			25	0
>1 200–≤4 000	6	6	3	12	6	50	25
>4 000–≤8 000	12	12	6	25	12	100	50

* Brandteknisk avskiljning eller motsvarande skydd mot brand. Observera att avstånd mellan förvaringsutrymmets ventilationsöppningar och andra öppningar bör vara minst 1 meter (enligt [kapitel 1.13](#)).

** Behållarna bör samlas på lämplig plats när de inte är inkopplade/används, i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

*** Inget avstånd behövs vid användning av lösa behållare på kärra eller liknande som står lätt åtkomliga i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

Tabell 2. Minsta avstånd vid placering av lösa behållare (undantaget vätgas), publik verksamhet

De lösa behållarnas totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och						
	- byggnad i allmänhet, - brännbart material eller - brandfarlig verksamhet			stor mängd brännbart material		utrymningsväg från svårutrymda lokaler	
	meter			meter		meter	
		EI 30*	EI 60*		EI 60*		EI 60*
0–≤250	3**	0	0	12	0	25***	0
>250–≤1 200	3	3	0	12	0	25	0
>1 200–≤4 000	6	6	3	12	6	50	25
>4 000–≤8 000	12	12	6	25	12	100	50

* Brandteknisk avskiljning eller motsvarande skydd mot brand. Observera att avstånd mellan förvaringsutrymmets ventilationsöppningar och andra öppningar bör vara minst 1 meter (enligt [kapitel 1.13](#)).

** Inget avstånd från byggnaden behövs:

- upp till 60 liter vid utomhusförvaring minst 3 meter från öppningar till lokalens publika delar, lokal som används av någon annan eller till nödutgångar. Exempel på öppningar är öppningsbara fönster, dörrar och ventilationsöppningar. Om flaskorna istället placeras i låst plåtskåp eller liknande är det tillräckligt med 1 meter till samma typer av öppningar
- vid tillfälliga arbeten till exempel användning av gasolbrännare på restaurang, vid undervisning eller vid reparationsarbeten med svetsutrustning
- om de lösa behållarna inte är större än 1 liter och behållarnas totala volym inte överstiger 2 liter.

*** Kortare avstånd kan tillåtas, dock minst 3 meter, för gasoldrivna terrassvärmare och liknande utomhus.

Publik verksamhet

Hantering i verksamhet dit allmänheten har tillträde.

Icke-publik verksamhet

Hantering i verksamhet dit allmänheten inte har tillträde.

Brandfarlig verksamhet

Verksamhet som kan skapa gnistor eller som innebär öppen låga, exempelvis svetsarbete eller grillplats.

Stor mängd brännbart material

Exempelvis däckupplag, brädgård, cistern ovan jord med brandfarlig gas eller vätska (inkl. påfyllningsanslutning), lösa behållare med brandfarlig gas eller vätska med total volym mer än 600 liter.

Svårutrymda lokaler

Lokaler från vilka en utrymning kan förväntas ta lång tid på grund av verksamheten i lokalen eller typen av byggnad. Se även [kapitel 2.5](#).

EI 30/EI 60

Ett EI 30/60-avskilt utrymme kan till exempel utgöras av ett separat utrymme, ett brandtekniskt avskilt skåp eller ett skåp i kombination med annan brandteknisk avskiljning i exempelvis fasad. Se även [kapitel 2.4](#).

Figur 20. Exempel på placering för icke-publik verksamhet utifrån tabell 1.

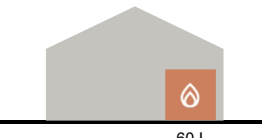
De lösa behållarnas totala volym	Avstånd mellan lösa behållare och							
	- byggnad i allmänhet - brännbart material - brandfarlig verksamhet				Stor mängd brännbart		Utrymningsväg från svårutrymda lokaler	
	meter				meter		meter	
			EI 30	EI 60		EI 60		EI 60
0–≤60	1	0**	0	0	0**	0	0**	0
>60–≤250	2	3***	3	0	12	0	25	0
>250–≤1 200	4	3	5	3			25	0
>1 200–≤4 000		6	6	3	12	6	50	25
>4 000–≤8 000		12	12	6	25	12	100	50

* Brandteknisk avskiljning eller motsvarande skydd mot brand. Observera att avstånd mellan förvaringsutrymmets ventilationsöppningar och andra öppningar bör vara minst 1 meter (enligt [kapitel 1.13](#)).

** Behållarna bör samlas på lämplig plats när de inte är inkopplade/anslötta, i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

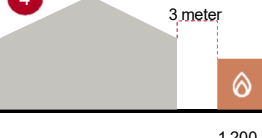
*** Inget avstånd behövs vid användning av lösa behållare på kärra eller liknande som står lätt åtkomliga i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

1 Där tabellerna anger avståndet 0 meter innebär det att de lösa behållarna kan placeras inomhus. 60 liter kan alltså placeras fritt inomhus på en industri, men behållarna bör då samlas på lämplig plats när de inte används.



60 L

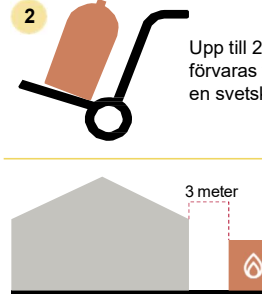
4 Ett oklassat skåp med upp till 1 200 liter kan stå 3 meter från byggnaden.



3 meter

1 200 L

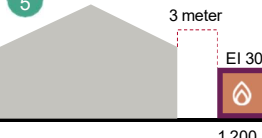
2 Upp till 250 liter lösa behållare kan förvaras fritt i en byggnad om de står på en svetskärta eller liknande enligt ***.



3 meter

250 L

5 Ett EI 30-skåp med upp till 1 200 liter kan stå 3 meter från byggnaden.

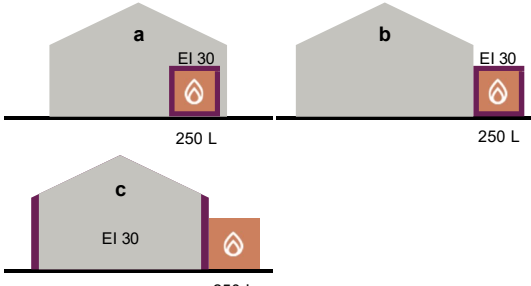


3 meter

EI 30

1 200 L

3 Lösa behållare upp till 250 liter kan förvaras i ett EI 30-utrymme (a), i ett EI 30-skåp i (a) eller intill (b) en byggnad eller **dikt-an** mot en EI 30-klassad fasad (c). Observera att avstånd mellan förvaringsutrymmets ventilationsöppningar och andra öppningar bör vara minst 1 meter.

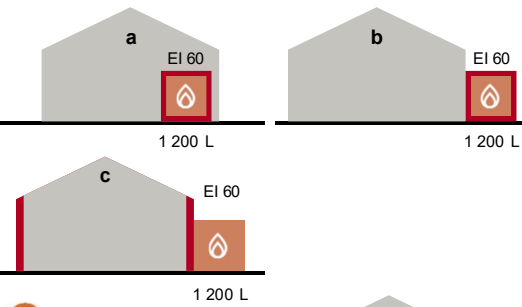


a EI 30 250 L

b EI 30 250 L

c EI 30 250 L

6 Lösa behållare upp till 1 200 liter kan förvaras i ett EI 60-utrymme (a), i ett EI 60-skåp i (a) eller intill (b) en byggnad eller **dikt-an** mot en EI 60-klassad fasad (c). Observera att avstånd mellan förvaringsutrymmets ventilationsöppningar och andra öppningar bör vara minst 1 meter.

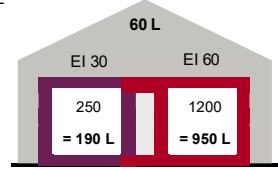


a EI 60 1 200 L

b EI 60 1 200 L

c EI 60 1 200 L

d Ett annat sätt att förvara 1 200 liter illustreras i bilden till höger. Se kapitel 2.1.1.



60 L

EI 30 EI 60

250 = 190 L

1200 = 950 L

2.1.1 Förvaring i olika utrymmen

Vid förvaring i olika utrymmen i samma byggnad kan volymerna i tabellerna fördelas mellan utrymmena. Här avses utrymmen som i huvudsak är avsedda för förvaring av gasbehållare. En icke-publik verksamhet kan alltså ha flera EI 30-klassade utrymmen innehållande 250 liter tillsammans, eller 190 liter om man samtidigt vill förvara 60 liter fritt i byggnaden. Om den totala mängden i samma verksamhet överstiger 250 liter kan överskjutande volym (eller hela volymen) förvaras i ett eller flera utrymmen avskilda i EI 60, så länge den totala mängden inte överstiger 1 200 liter. Se även exempel 6d i figur 20.

2.1.2 Placering vid vägg

Ett annat sätt är att placera de lösa behållarna utomhus vid en brandtekniskt avskild yttervägg, till exempel i ett låsbart plåtskåp. Då kan man tillgodoräkna sig väggens brandtekniska klass utan att behöva några ytterligare åtgärder. Observera att avstånd kan behövas till öppningar i väggen, se [kapitel 2.4.2](#). Om den totala volymen överstiger 1200 liter behövs dock alltid ett avstånd, vilket framgår av tabell 1 och 2 ([sida 33](#)).

Brandklassade skåp kan också användas om de klassats för motsvarande minst EI 30 respektive EI 60, se [kapitel 2.4](#). De kan då stå direkt vid en vägg oavsett väggens brandtekniska klass eller öppningar i väggen.

2.2 Gascisterner med gasol

Tabell 3 på nästa sida visar rekommenderade minsta avstånd mellan gascisterner med gasol och omgivningen. Angiven högsta volym avser volymen hos en gascistern. Avstånden räknas från gascisternens mantelyta. Det kan dock finnas situationer där förhållandena avviker ifrån vad tabellerna förutsätter vilket kan medföra andra avstånd.

Tabellen avser placering av en eller två cisterner. För två cisterner är det tillräckligt med ett avstånd mellan cisternerna motsvarande den största cisternens cisterndiameter. För fall där fler än två cisterner placeras måste en riskutredning visa att placeringen är lämplig.

För att tabellen ska vara tillämplig behöver tankfordonets lossningsslang ha dragits rakt som en förlängning av påfyllningsledningen i syfte att undvika att en potentiell jetflamma från en spricka i slangen vid ett läckage skulle kunna skada cisternen.

Brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 mellan gascisternen och annat som anges i tabellen kan ge kortare avstånd enligt tabellen. Se även [kapitel 2.4](#).

Tabell 3. Minsta avstånd vid placering av en eller två gascisterner med gasol ovan mark

Avstånd i meter mellan	Byggnad i allmänhet, brännbart material el. brandfarlig verksamhet	Stor mängd brännbart material	Utrymningsväg från svårutrymda lokaler	Pump och förångare	Parkerade fordon (personbilar/tyngre fordon)	Tankfordonets slanganslutningspunkt	Cisternens slanganslutningspunkt
Cisternvolym högst 13 m ³	6*	12*	100*	3*	6/8*	12*	0
Cisternvolym >13 m ³ ≤100 m ³	12*	25*	100*	3*	6/8*	12*	6*
Tankfordonets slanganslutningspunkt	12*	25*	100*	3**	6	-	-
Cisternens slanganslutningspunkt	12***	12*	100*	3*	6	-	-
Pump och förångare	3**	12*	-	3**	6*	3**	3*

- ej tillämplbart/relevant.

* Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre kan avståndet minskas till hälften.

** Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre behövs inget avstånd.

*** För slanganslutningspunkt på gascistern med volym högst 13 m³ gäller minsta tillåtna avstånd 6 meter. Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre får avstånden minskas till hälften för cisterner med volym högst 100 m³.

2.2.1 Gascisterner i mark

För en gascistern som ligger i mark avses normalt här en cistern som är helt täckt med minst 0,6 meter täckning. Den kan då betraktas som skyddad mot brand. MSB har inte gett några allmänna råd för gascistern i mark men ofta kan en utredning om risker visa att i princip inget avstånd behövs mellan omgivande byggnader, stor mängd brännbart material med mera och gascisternen. Däremot kan avstånd behövas för anslutningspunkt och andra anläggningsdelar som ligger ovan mark, om sådana finns.

2.2.2 Gascisterner för flytande metan (LNG/LBG)

För avstånd för gascisterner med flytande metan, har Energigas Sverige tagit fram avstånd i Anvisningar – anläggningar för flytande metan (LNGA).

2.2.3 Mobila gaslager

I 2 kap. 9 § finns krav på placering av mobila gaslager. I allmänna rådet för placering av mobila gaslager för vätgas finns i bilaga 3 dimensionerande skadefall och skadekriterier.

Branschrekommendationer om hur mobila gaslager på metantankstationer kan placeras på lämpligt sätt finns i *Energigas Sveriges Anvisningar – tankstationer för metangasdrivna fordon*, TSA.

Brandfarlig verksamhet

Verksamhet som kan skapa gnistor eller som innebär öppen låga, exempelvis svetsarbete eller grillplats.

Stor mängd brännbart material

Exempelvis däckupplag, bräddgård, cistern ovan jord med brandfarlig gas eller vätska (inkl. påfyllningsanslutning), lösa behållare med brandfarlig gas eller vätska med total volym mer än 600 liter.

Svårutrymda lokaler

Lokaler från vilka en utrymning kan förväntas ta lång tid på grund av verksamheten i lokalen eller typen av byggnad. Se även [kapitel 2.5](#).

Tankfordonets slanganslutningspunkt

Den plats på tankfordonet där slangen är ansluten.

Cisternens slanganslutningspunkt

Den plats på cisternen eller dess rörledning där slangen är ansluten.

2.3 Gasklockor och rötkammare

Tabell 4 på nästa sida visar rekommenderade minsta avstånd mellan omgivningen och gasklockor eller rötkammare utomhus. Det kan dock finnas situationer där förhållandena avviker ifrån vad tabellerna förutsätter vilket kan medföra andra avstånd.

Både rötkammare och gasklockor står normalt sett utomhus. Tabellen speglar ett sådant typfall.

Tabell 4. Minsta avstånd för placering av gasklockor och rötkammare utomhus

Avstånd i meter mellan	Byggnad, brännbar fasad	Byggnad, obrännbar fasad*	Byggnad, avskild i minst EI 60 mot gashanteringen**	Annan gasklocka/rötkammare			Fackla
				Membran	Stål	Betong	
Gasklocka av membrantyp samt rötkammare med membranöverdel	18	18	9	14	11	4	10
Gasklocka eller rötkammare i stål	9	7	4	11	4	4	5
Rötkammare i betong	6	6	3	4	4	2	5

* Med obrännbar fasad avses fasad i material i lägst klass A2-s1, d0 enligt EN 13501-1, utan oskyddade fönster, ventilationsöppningar och andra öppningar i fasaden.

** Med taktäckning i lägst klass A2-s1, d0 enligt EN 13501-1, alternativt med material av lägst klass B_{ROOF}(t2) enligt SS-EN 1187, på obrännbart underlag.

Bakgrunden till definitionerna av obrännbar fasad är hämtade i Boverkets föreskrifter BFS 2024:7.

2.4 Brandteknisk avskiljning

Brandteknisk avskiljning anges som ett sätt att förkorta avstånd eller möjliggöra hantering i byggnader, enligt tabellerna ovan. I detta avsnitt förklaras begreppet och hur det kan tolkas.

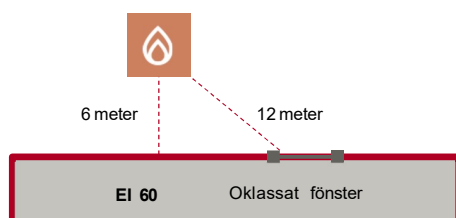
Brandteknisk avskiljning anges här som EI 30 eller EI 60. Det är en brandteknisk klassbeteckning för brandmotstånd hos byggnadskonstruktioner där "E" står för integritet, "I" står för isolering och 30/60 avser tid i minuter vid vilken funktionskraven är uppfyllda vid en standardiserad provning (enligt SS-EN 13501). Även REI förekommer, där "R" står för bärformåga. Om en vägg är bärande så behöver den vara utförd i REI 30/60.

En brandteknisk avskiljning kan utgöras av ett utrymme eller ett brandavskiljande skåp avsett endast för förvaring av behållarna. Det kan också utgöras av en fasad hos en byggnad eller av en mur.

2.4.1 Avstånd till öppningar i den brandtekniska avskiljningen

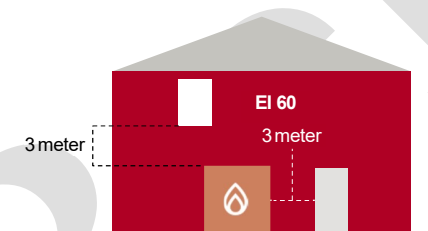
En öppning i en fasad kan bryta en brandteknisk avskiljning om öppningen är oklassad. Det innebär att det kan krävas längre avstånd till dessa öppningar. Avstånden går för lösa behållare att utläsa ur tabellerna 1 och 2 i [kapitel 2.1](#) ovan. För att förtydliga ges här några exempel:

1. För ett gaslager som står en bit ifrån en EI 60-byggnad, innebär det att ett längre avstånd behövs till oklassade öppningar i fasaden såsom fönster, dörrar eller ventilationsöppningar, än till fasaden i övrigt. I figur 21 nedan finns ett exempel på hur detta kan se ut för ett gaslager med volymen 4000–8 000 liter.



Figur 21. Avstånd till EI 60-klassad vägg med oklassade öppningar (4 000–8 000 liter).

2. Om gasbehållarna är placerade i ett oskyddat skåp som står ~~dikt an~~ mot väggen på en byggnad med en EI 60-fasad, behöver avstånden från gaslagret till öppningen i den brandtekniska avskiljningen följa avståndet som gäller utan brandteknisk avskiljning, i tabellerna ovan. [Se faktaruta för ett alternativt sätt att uppnå EI 60.](#) I figur 22 nedan finns ett exempel för upp till 1 200 liter.



Figur 22. Avstånd till öppningar vid placering intill EI 60-klassad vägg (upp till 1 200 liter).

3. Gasbehållarna kan vara placerade i ett brandavskiljande skåp (motsvarande EI 60) som antingen står minst tre meter från en fasad (upp till 4 000 liter) eller ~~dikt an~~ mot en fasad (upp till 1 200 liter). I det sistnämnda fallet behövs ett avstånd på minst 1 meter mellan skåpets ventilationsöppningar och öppningar i fasaden.
4. Enligt tabell 2 (publik verksamhet, ej butik) finns dock särskilda regler för upp till 60 liter som placeras i ett låst plåtskåp eller liknande utomhus, då det är tillräckligt med 1 meter till öppningsbara fönster, dörrar och ventilationsöppningar.

Alternativt sätt att uppnå EI 60

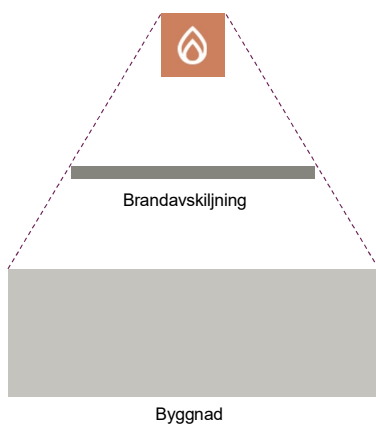
Ett skåp med en beklädnad som ger en verifierad värmisolerande effekt (vanligtvis en konstruktion med två skivor och stillastående luft emellan) får då avskiljning motsvarande EI 30 och tillsammans med fasaden (som ofta håller minst EI 30) skulle det kunna vara en lösning för att uppnå EI 60.

Viktigt att tänka på är i detta exempel att en luftspalt mellan fasaden och skåpet behövs för att möjliggöra att fri luft kan stiga och kyla ytorna samt att det vid behov går att kyla med vatten. Detta är en förutsättning för att kunna addera avskiljningsförmågan hos fasaden till avskiljningsförmågan hos skåpet med beklädnad. Här räcker det i

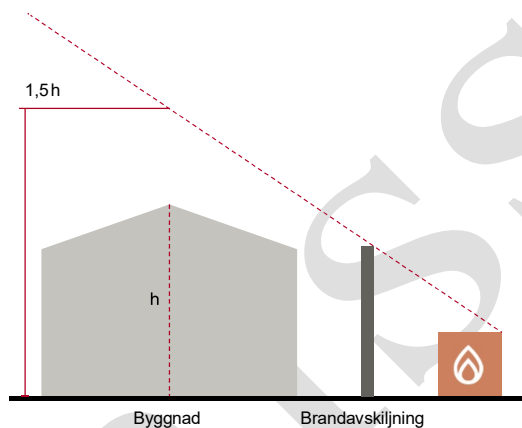
2.4.2 Mur som brandteknisk avskiljning

En brandavskiljning i form av en mur ska vara minst så bred att den skymmer siktlinjen mellan anläggningen eller gaslagret och byggnaden där brand kan uppstå. Se figur 23.

Brandavskiljningen ska även vara minst så hög att den skymmer siktlinjen mellan överkant på anläggningen eller gaslagret och en höjd motsvarande 1,5 gånger byggnaden där en brand kan uppstå. Se figur 24.



Figur 23. Bredden hos en brandteknisk avskiljning.



Figur 24. Höjden hos en brandteknisk avskiljning.

För en mur som används som brandteknisk avskiljning från brand i omgivningen till ett vätgaslager finns ett utvecklat resonemang i kapitel 2.6 nedan.

2.4.3 Brandavskiljande skåp

Skåp kan vara testade för att motstå brand under en viss tid. Här kallas dessa för brandavskiljande skåp. Exempel på brandavskiljande skåp för förvaring av gasbehållare är skåp som följer SS-EN 14470-2. De kan då till exempel vara märkta G30 vilket kan jämföras med EI 30, eller G60 som kan jämföras med EI 60.

2.5 Byggnader och utrymningsmöjligheter – brandfarlig gas inklusive vätgas

2.5.1 Arbetsmiljöverkets regler om utrymningsvägar

89 § Alla arbetstagare, oavsett funktionsförmåga, ska kunna utrymma arbetsplatsen, på ett snabbt och säkert sätt i händelse av fara. Om egenutrymning inte är möjlig för alla, ska arbetsgivaren se till att alla arbetstagare ändå kan ta sig till en säker plats innan kritiska förhållanden uppstår.

92 § Antalet utrymningsvägar, samt deras fördelning och kapacitet, ska vara avpassade efter

1. arbetsplatsens användning,
2. arbetsplatsens storlek,
3. den inredning och utrustning som förekommer på arbetsplatsen,
4. det största antal människor arbetsplatsen är avsedd för, och
5. arbetstagarnas förutsättningar att använda utrymningsvägarna.

Det ska normalt finnas minst två av varandra oberoende utrymningsvägar.

93 § Utrymningsvägar, samt vägar och dörrar till utrymningsvägar, ska hållas fria från hinder så att de när som helst är fullt användbara. De ska, så direkt som möjligt, leda ut i det fria eller till annan säker plats.

AFS 2023:12

Kommentar (utdrag)

Arbetstagarnas förutsättningar att utrymma kan påverkas av andra personer som befinner sig på platsen. (till 89 §)

Ibland kan fönster i markplan utgöra en utrymningsväg, beroende på arbetstagarnas förmåga att använda utrymningsvägen. Ibland kan fönster med balkong och hjälp av räddningstjänsten godtas som den ena av de två av varandra oberoende utrymningsvägarna, beroende på räddningstjänstens insatstid och kapacitet. Exempel på när det kan vara tillräckligt med en utrymningsväg är små lokaler i markplan, och lokaler där man endast vistas tillfälligt. För bedömning av enskilda fall kan Boverkets byggregler (BBR) användas som vägledning. (till 92 §)



Figur 25. Utrymningsvägar ska vara markerade med skyltar (enligt Bilaga 3 avsnitt 3.3.4 AFS 2023:12).

2.5.2 Säker plats och väg för utrymning enligt Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i samband med brand, BFS 2024:7

1 kap. 4 § (utdrag)

Säker plats: plats i det fria där brand och brandgaser inte kan påverka utrymmande personer och varifrån gata eller motsvarande kan nås, och

Väg för utrymning: väg till utrymningsdörr, alternativ utrymningsdörr, fönster eller motsvarande för utrymning.

BFS 2024:7

2.5.3 MSB:s regler om utrymningsvägar

I avsnitt 2.5.1 ovan finns Arbetsmiljöverkets regler om byggnader och utrymningsmöjligheter. De gäller för arbetsplatser. I avsnitt 2.5.3 finns Boverkets definitioner av säker plats och väg för utrymning enligt BFS 2024:7.

MSBFS 2020:1 har i bestämmelsen 2 kap. 9 § regler om att behållare med brandfarlig gas ska vara placerade på ett betryggande sätt med hänsyn till möjligheterna att utrymma området kring anordningarna vid brand.

Till kravet har MSB i vissa fall rekommenderat minsta avstånd till *svårutrymda lokaler* (bilaga 1 i föreskriften). Avståndet gäller då från dörren ut från byggnaden till den brandfarliga varan. I sammanhanget bör beaktas att Boverkets regler kring utrymning innebär att i princip alla byggnader ska gå att utrymma via minst två oberoende utrymningsvägar. Avsikten med detta avstånd (från gasanordning till utrymningsväg) är att inte påverka den utrymningsstrategi som har upprättats för omkringliggande byggnader.

I andra fall finns rekommenderat dimensionerande skadefall specifikt till en *samlingslokal* (bilaga 3 i föreskriften). I bilaga 3 används då istället begreppet *evakueringsväg till säker plats* och syftar på vägen från dörren till säker plats, som definieras: *väg utombus att utrymma människor från byggnad till en säker plats där de inte påverkas av en brand eller explosion.*

När det gäller begreppet *mycket svårutrymd byggnad*, som förekommer i bilaga 3, finns inga rekommenderade dimensionerande skadefall för evakueringsväg eftersom tanken då är att byggnaden istället för att utrymmas ska skyddas utifrån.

Begreppen beskrivs närmare och exemplifieras nedan. Att de råd som ges varierar mellan bilaga 1 (brandfarlig gas undantaget vätgas) och bilaga 3 (vätgas) har sin bakgrund dels i att olika gaser ger upphov till olika mycket strålning, olika långa jetflammar och olika temperaturer hos förbränningsgaserna.

Frågan om vilka lokaler och byggnader som kan anses som

samlingslokaler samt *svårutrymda lokaler* respektive *mycket svårutrymda byggnader* kan belysas och bedömas i utredningen om risker. Bedömningen granskas sedan av tillstånds- eller tillsynsmyndigheten i samband med tillståndsprövning eller tillsyn.

Svårutrymd lokal och samlingslokal enligt bilaga 1 (ej vätgas)

MSB har i bilaga 1 rekommenderat minsta avstånd från gasbehållare till utrymningsvägar från svårutrymda lokaler. Bilaga 1 omfattar alla brandfarliga gaser utom vätgas. Vid bedömningen av minsta avstånd mellan utrymningsväg från **svårutrymd lokal** och placering av brandfarlig gas har beaktats både den maximala värmestrålningen 2,5 kW/m², som en människa bör utsättas för samt att en skrämselfaktor kan uppstå som kan påverka utrymningshastigheten.

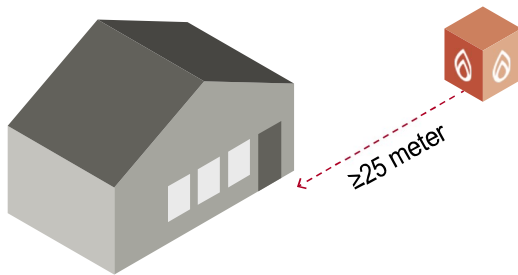
Svårutrymda lokaler har definitionen lokaler från vilka en utrymning kan förväntas ta lång tid på grund av verksamheten i lokalen eller typen av byggnad²³.

Exempel på svårutrymda lokaler skulle kunna vara vissa lokaler tillhörande verksamhetsklass 2B (samlingslokal för >150 personer) och 2C (samlingslokal för >150 personer där alkohol serveras). Andra exempel skulle kunna vara verksamhetsklass 3 (vissa flerbostadshus), 4 (hotell och andra tillfälliga boenden) eller 5 (förskolor, vårdinrättning, dagverksamhet, särskilda boenden, sjukhus, låsta anstalter) enligt Boverkets föreskrifter -BFS 2024:7.

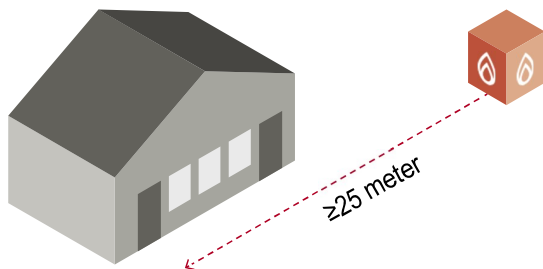
Avståndet avser ange den kortaste sträcka som bör finnas mellan gaslagret och den utrymningsväg som ligger längst bort från gaslagret. Om minst en utrymningsväg är avskärmad från gaslagret, till exempel om den ligger på andra sidan om en byggnad, behövs inget avstånd till övriga utrymningsvägar. Observera att avståndet mellan byggnaden och gaslagret ändå gäller. En utrymningsväg kan också vara avskärmad med en mur eller liknande, på samma sätt som i kapitel 2.4.3.

I figurerna 26-28 nedan ges några exempel på hur avstånden kan tillämpas i praktiken för ett oskyddat gaslager på 1 000 liter enligt bilaga 1.

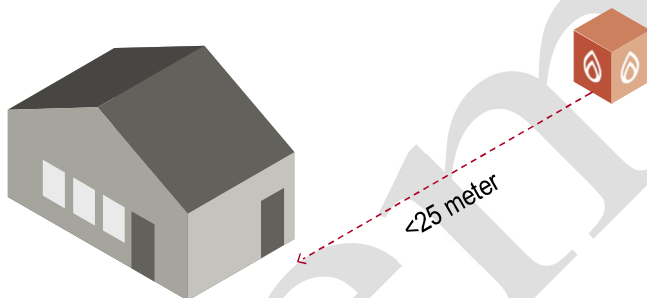
²³ Enligt bilaga 1 till MSBFS 2020:1.



Figur 26. Avstånd till utrymningsväg, lokal med endast en utrymningsväg.



Figur 27. Avstånd till utrymningsväg som vetter mot gaslagret.

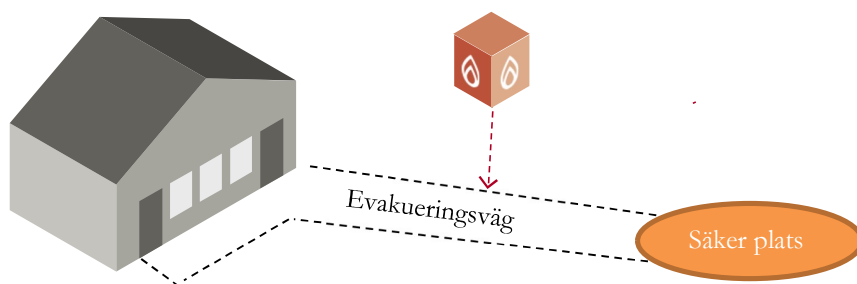


Figur 28. Avstånd till utrymningsväg med en avskärnad utrymningsväg.

Samlingslokal enligt bilaga 3 (vätgas)

Samlingslokaler innefattas i begreppet svårutrymd lokal i de allmänna råd angående skyddsavstånd, som ges i bilaga 1.

I bilaga 3 har istället samlingslokaler för >150 personer, utan respektive med alkoholservering, dvs. verksamhetsklasserna 2B och 2C, skilts ut. Dessa har nu getts allmänna råd med en högre skyddsklass än vad som gäller för svårutrymd lokal, enligt bilaga 3 och som kallas evakueringsväg till säker plats och handlar om skydd av vägen utomhus från utgången till säker plats. Skälet till detta är att det kan vara svårt att vända en stor mängd utrymmande personer och få dem att välja en annan utrymningsväg. Detta får särskild betydelse om en het förbränningsluft träffar en folkmassa där människor har svårt att ta sig åt olika håll. Det kan finnas fler typer av samlingslokaler som bör omfattas.



Figur 29. Avstånd till *evakueringsväg till säker plats* från byggnad med samlingslokal enligt bilaga 3.

Figur 29 visar evakueringsvägen från en vätgasininstallation till en *till säker plats* från en byggnad med en samlingslokal av något slag. Båda dörrarna behöver ha minst det avstånd som gäller eftersom de bygger på att flödet av människor inte går att stoppa. I detta fall definierar *evakueringsväg till säker plats* som hela vägen till återsamlingsplats. Avståndet bör dimensioneras för att evakueringsvägen inte ska behöva passera på ett avstånd närmare än vad som gäller enligt kapitel 2.6 nedan.

Mycket svårutrymda byggnader enligt bilaga 3 (vätgas)

Mycket svårutrymda byggnader är byggnader där ett stort antal personer vistas och där personerna inte kan förväntas utrymma på egen hand. Svårutrymda byggnader är byggnader med lokaler tillhörande behovsprövade särskilda boenden i verksamhetsklass 5B, lokaler för hälso- och sjukvård i verksamhetsklass 5C och lokaler för personer som hålls inlåsta i verksamhetsklass 0, se vidare definition.

Tanken är då att byggnaden istället för att utrymmas i händelse av en gasolycka utanför, ska skyddas med ett längre skyddsavstånd utifrån. Begreppet förekommer i bilaga 3 som innehåller allmänna råd om dimensionerande skadefall och skadekriterier för vätgasininstallationer. Avsikten är där att skydda själva byggnaden från påverkan och att förhindra att vätgas kan ta sig in i byggnaden genom byggnadens ventilationsluftintag/öppningar vilket skulle kunna leda till en gasmolnexplosion inuti byggnaden.

2.6 Vätgasinstallationer

2.6.1 Inledning

Brandfarlig gas har traditionellt föreskrivits allmänna råd om skyddsavstånd baserat på *hotande* potentiella värmekällor respektive till *hotade* byggnader och utrymningsvägar, baserat på lagrad volym brandfarlig gas.

När det gäller vätgas frångås den principen. Istället blir potentiella läckagepunkter som kopplingar styrande för placeringsavstånd gällande *hotade* skyddsvärda objekt i närområdet. Den samlade lagerstorleken är därmed inte en dimensionerande faktor för vätgas. Principen är att ta fram avstånd som utgår från specifika läckagescenarier och härleda avstånden från potentiella jetstrålar, jetflammar samt explosionstryck. Detta beskrivs i en rapport²⁴ där förslag till skyddsavstånd för vätgasinstallationer tagits fram och som ligger till grund för handbokstexten i detta kapitel. I det allmänna rådet till 2 kap. 9 § finns i bilaga 3 de dimensionerande skadefallen och skadekriterierna som rekommenderas för vätgasinstallationer som också utgås från i detta kapitel.

De framtagna skyddsavstånden för vätgasinstallationer i detta kapitel visar ett exempel på minsta skyddsavstånd mellan vätgasinstallationens kopplingspunkter och skyddsvärda objekt i omgivningen, vid installationer utomhus, för att ge en tolerabel risk, om de dimensionerande skadefallen och skyddskriterierna i det allmänna rådet tillämpas. En kortare sammanfattning av den här tillämpade metoden finns även i bilaga E. Det kan dock finnas situationer där förhållandena avviker från vad tabellerna förutsätter och andra sätt att räkna på vilket kan medföra andra avstånd.

Som alternativ till avstånden i det här kapitlet kan egna beräkningar genomföras med till exempel handberäkningar eller beräkningsfluidodynamik (eng. computational fluid dynamics), CFD. Sådana beräkningar bör enligt det allmänna rådet till 2 kap. 9 §, MSBFS 2020:1, utgå från de dimensionerande skadefallen och skadekriterierna i bilaga 3. Det är även möjligt att basera skyddsavstånden på probabilistisk riskanalys, exempelvis QRA.

Bakomliggande principer

Rördimensionen har stor påverkan på storleken av ett potentiellt läckage liksom *gastrycket*. Därför finns beskrivet hur skyddsavstånden kan anpassas till andra rördiametrar än den 8 mm inre rördiameter-ledning som tabell 7 nedan avser. Det finns även beskrivet hur avstånden kan anpassas till andra tryck än de tabellerade. Skyddsavstånden som rekommenderas beror även på om kopplingen går att isolera eller inte vid ett detekterat utsläpp, så kallad *isoleringsmöjlighet*, se kapitel [2.6.4](#) nedan, och vilka *skyddsvärda objekt* som hotas.

För lösa behållare som är inkopplade till en anläggning, kan anslutningen på ventilen bli den första kopplingspunkten från vilken ett skyddsavstånd ska beräknas.

²⁴ Runefors M. (2023a). Förslag till skyddsavstånd för vätgasinstallationer. MSB2186 – mars 2023

När det gäller objekt i omgivningen, exempelvis brand i byggnad som hotar vätgasinstallationer, så används liknande principer om infallande strålning som för andra brandfarliga gaser och rekommenderade avstånd finns i tabell 10. Det längst framräknade skyddsavståndet till och från vätgasinstallationen (avser från aktuell kopplingspunkt) bör användas som avstånd.

I [2.6.10](#) finns även metodik för hur ett gaslager kan skyddas från brand i omgivningen med fysiska barriärer. Motsvarande metodik för hur skyddsvärda objekt i omgivningen kan skyddas med fysiska barriärer från en gasinstallation finns i [2.6.9](#).

Tankruptur och större instängda gasvolymen till följd av instängning anses inte vara dimensionerande scenarier vid beräkning av skyddsavstånd utan förutsätts kunna förebyggas till en tolerabelt låg sannolikhet. Verksamheten kan i riskutredningen på lämpligt sätt visa hur dessa scenarier förebyggs genom åtgärder som ger tillräckligt skydd.

Behållare skyddas mot tankruptur enligt AFS 2023:5 som reglerar risker som har med tryck att göra. Detta kan göras med exempelvis en tryckutlöst säkerhetsventil och/eller med en smältsäkring. Tankruptur ska även enligt LBE förhindras från att bli ett dimensionerande skadefall genom att behållare skyddas från jetflammar från kopplingar på egen eller intilliggande installation och mot extern brand genom exempelvis avstånd eller barriärer.

Risken för gasansamling utomhus vid ett oönskat utsläpp förebyggs i första hand genom att undvika takkonstruktioner som tillåter ansamling samt genom att minimera ansamling mellan väggar och andra konstruktioner men också genom detektion med påföljande automatiska skyddsåtgärder. Risker för gasansamling inomhus förebyggs genom att risken för ansamling minimeras, ventilation samt detektion och automatiska åtgärder. Vid läckage från vätgasinstallationer inomhus ska en CE-märkning enligt maskindirektivet i första hand ge ett tillräckligt skydd. Skyddsavstånd mot jetflammar kan dock i vissa fall behöva tas fram på motsvarande sätt som vid utomhushantering. Fysiska barriärer kan användas för att minska skyddsavstånden.

2.6.2 Skyddsklasser och skyddsvärda objekt

Skyddsvärda objekt grupperas till att börja med in i olika skyddsklasser som framgår av tabell 5 nedan. De skyddsvärda objekten som bör användas i första hand är specificerade i tabellen. Skyddsklass 1, SK1, omfattar skyddsvärda objekt som, om de påverkas, kan innebära att många personer skadas eller omkommer, SK2 kan leda till skador eller enstaka dödsfall medan SK3 normalt endast leder till egendomsskador eller enstaka skadade. För de tre olika skyddsklasserna kopplas olika dimensionerande skadefall i form av tre hålstorlekar för läckage; stort, mellan och litet; som bedöms rimliga för de olika skyddsklasserna. För SK1 används fullt rörbrott (stort) dvs. hålstorleken 100 % av tvärsnittsarean för den aktuella rördiametern och för SK2 och SK3 används 10 % (mellan) respektive 3 % (litet) av tvärsnittsarean. Vid mycket stora rördiametrar skulle

denna metod innebära orimligt stora håldiametrar samtidigt som risken för allvarliga brott på större ledningar är väsentligt lägre. Hålets diameter antas därför aldrig överstiga 50 mm. De dimensionerande skadefallen ger tillsammans med skadekriterierna skyddsavstånd baserat på avstånden till relevanta skadekriterier för de tänkta hålen.

Indelningen i olika skyddsklasser för de olika skyddsvärda objekten i tabell 5 bör användas i första hand. Verksamhetsutövaren kan även definiera egna skyddsvärda objekt för den egna verksamheten, om de saknas i tabellen.

Tabell 5. Skyddsklasser för olika skyddsvärda objekt och dimensionerande skadefall

Skydds-klass	Typ av skyddsvärt objekt	Skyddsvärt objekt	Kommentar	Dimensio-nerande skadefall
1	Människor	Koncentrerad folksamling	Om personerna i folksamlingen hindras att lämna området, till exempel i områden med mycket höga persontätheter (>3 p/m²).	Stort
	Människor	Folksamling	Folksamling behöver skyddas även från ovanliga fall pga. potentiellt katastrofala konsekvenser.	Stort
	Mycket svårutrymd byggnad	Luftintag	Byggnaden måste skyddas från explosiv atmosfär då byggnaden inte avses utrymmas.	Stort
	Samlingslokal	Evakueringsväg till säker plats	Vid utrymning av samlingslokaler (>150 personer) är det svårt att vända flöden.	Stort
2	Människor	Personer, hög närvaro	Samhällsrisken blir högre när människor ofta vistas på området.	Mellan
	Mycket svårutrymd byggnad	Byggnad	Byggnaden utryms normalt inte utan människor som stannar i byggnaden ska skyddas.	Mellan
	Övrig byggnad	Luftintag	Byggnaden ska skyddas från explosiv atmosfär.	Mellan
	Övrigt	Andra gasbehållare	Andra gasbehållare ska skyddas mot uppvärmning.	Mellan
	Övrigt	Obstruerat område	Skyddsavstånd ska skydda mot att en deflagration övergår till en detonation.	Mellan
3	Människor	Personer, låg närvaro ²⁵	Samhällsrisken blir lägre när människor sällan vistas på platsen.	Litet
	Övrig byggnad	Byggnad	Byggnaden ska skyddas mot omfattande egendomsskador.	Litet

Koncentrerad folksamling

Ett större antal personer som vistas inom ett väl avgränsat område, >3p/m², som inte kan förflytta sig obehindrat i relation till varandra för att lämna området.

Folksamling

Ett större antal personer som vistas inom ett väl avgränsat område utomhus och som kan förflytta sig obehindrat exempelvis skolgård, läktare, uteservering eller motsvarande.

Mycket svårutrymd byggnad

byggnad där personerna inte förväntas utrymma på egen hand, dvs behovsprövade särskilda boenden i verksamhetsklass 5B, utrymmen för hälso- och sjukvård i verksamhetsklass 5C samt utrymmen där personer hålls inlåsta och andra utrymmen i verksamheter där utrymningsförloppet kan vara förenat med stora svårigheter i verksamhetsklass 0, enligt Boverkets föreskrifter BFS 2024:7.

Samlingslokal

lokal med mer än 150 personer, definierad som verksamhetsklass 2B eller 2C enligt Boverkets föreskrifter BFS 2024:7.

Personer, hög närvaro

Personer som vistas i ett område utomhus en stor del av tiden. Exempel kan vara en vältrafikerad gång/cykelbana, ingång till butiker eller motsvarande.

Personer, låg närvaro

Personer som vistas i ett område utomhus men att omfattningen är mindre än det som beskrivs som hög närvaro ovan. Exempel kan vara servicevägar, avsedes belägna platser och gångstråk eller motsvarande.

²⁵ Även om människor i grunden är SK2 så går det utifrån frekvensargument motivera att låg vistelse ger ett dimensionerande skadefall motsvarande det för SK3, se Runefors (2023a).

2.6.3 Dimensionerande skadefall och skadekriterier för olika skyddsvärda objekt

Typer av skyddsvärda objekt kan grupperas som i tabell 6. I tabellen visas dimensionerande skadefall med dimensionerande skadekriterium, dvs. det som ger det längsta avståndet per skyddsvärt objekt för fallen med respektive utan isoleringsmöjlighet. Ytterligare beskrivning av de olika typerna av skyddsvärda objekt för respektive byggnadstyp och lokal finns i kapitel 2.5.

Tabell 6. Dimensionerande skadefall med skadekriterium per skyddsvärt objekt med och utan isoleringsmöjlighet

Typ av skyddsvärt objekt	Skyddsvärt objekt	Isolerings-möjlighet	Dimensio-nerande skadefall ¹	Dimensionerande skadekriterium ³
Människor	Koncentrerad folksamling ⁵ (SK 1)	Nej	Stort	115°C
	Folksamling (SK1)	N/A ⁴	Stort	309°C
	Personer (SK2), hög närvaro	N/A ⁴	Mellan	309°C
	Personer (SK3), låg närvaro	N/A ⁴	Litet	309°C
Mycket svårutrymd byggnad	Byggnaden (SK2)	Ja	Litet	Flamlängd
		Nej	Mellan	Flamlängd
	Luftintag/ Öppning (SK1)	Ja	Mellan	8% H ₂
		Nej	Stort	8% H ₂
Samlings-lokal	Evakueringsväg till säker plats (SK1)	Ja	Mellan	309°C
		Nej	Stort	309°C
Övrig byggnad	Byggnaden (SK3)	Ja	Mycket litet	Flamlängd
		Nej	Litet	Flamlängd
	Luftintag/ Öppning (SK2)	Ja	Litet	8% H ₂
		Nej	Mellan	8% H ₂
Övrigt	Obstruerat område	N/A	Mellan	30% H ₂
	Andra gasbehållare	Ja	Litet	1,5×Flamlängd/ Flamlängd ²
		Nej	Mellan	1,5×Flamlängd/ Flamlängd ²

1 "Mycket litet" motsvarar 0,1% av tvärsnittsarean, "litet" motsvarar 3%, "mellan" motsvarar 10% och "stort" motsvarar 100% av ledningens tvärsnittsarea. Hålets diameter antas dock aldrig överstiga 50 mm.

2 "1,5×Flamlängd" används för behållare med låg motståndskraft och "Flamlängd" för de med hög motståndskraft enligt. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell. 11.

3 I vissa fall stiger gasblandningen uppåt innan skadekriteriet uppnåtts och då används istället avståndet tills detta inträffar.

4 Isoleringsmöjligheten blir inte relevant här eftersom människor förutsätts hinna flytta sig innan isoleringen får effekt.

5 Personerna i folksamlingen hindras från att lämna området, till exempel i områden med mycket höga persontätheter (>3 p/m²).

Luftintag/öppning

En öppning i en byggnad, en byggnads luftintag till ventilation, öppningsbara fönster och dörrar samt otäta takfötter.

Obstruktion

Ett hinder som flamfronten för ett antänt gasmoln bestående av vätgas och luft passerar, och som sträcker ut flamfronten så att arean ökar vilket accelererar förbränningsförloppet.

Obstruerat område

Ett område med ett stort antal obstruktioner som ligger i jetutsläppets riktning.

Evakueringsväg till säker plats

Väg utomhus att utrymma människor från byggnad till en säker plats, där de inte påverkas av en brand eller explosion.

Isoleringsmöjlighet

Möjlighet att med hög tillförlitlighet automatiskt stoppa ett utsläpp efter detektion genom att stänga ventiler som kontrollerar flödet till utsläppspunkten.

Människor

Ett större antal personer som vistas på ett väl avgränsat område definieras som folksamling. Exempel på det kan vara skolgård, läktare, uteservering eller motsvarande. När personerna som befinner sig i en folksamling inte kan röra sig så obehindrat vid ett olycksscenario med jetutsläpp definieras folksamlingen som koncentrerad folksamling. Skadekriteriet för koncentrerad folksamling är striktare jämfört med folksamling i allmänhet. Det gör att skyddsavstånden blir mycket långa. De långa skyddsavstånden kan bli svåra att hantera i praktiken i samhället. För fall med koncentrerad folksamling får därför verksamheterna göra en egen utredning för hur människor ska skyddas med olika metoder som avskärmning, brandteknisk avskiljning, avstånd eller motsvarande. De kan även göra egna simuleringar eller QRA.

För personer som vistas i övriga områden, dvs. utanför väl avgränsade områden, används ”personer” som skyddsvärt objekt. Här görs sedan en uppdelning av personer i hög respektive låg närvaro. En närvaro på minst 5–10 % av tiden räknas som hög närvaro. Exempel på områden kan vara en vältrafikerad gång/cykelbana, ingång till butiker eller motsvarande. Närvaro som understiger detta klassas som låg närvaro. Exempel på områden kan vara servicevägar, avsides belägna platser och gångstråk eller motsvarande. För personer med hög respektive låg närvaro så skiljer sig bara närvaron åt. Det har alltså ingen betydelse hur många personer som tillsammans är närvarande inom ett område.

Luftintag/Öppning

Med en byggnads luftintag/öppning avses luftintag till ventilation, öppningsbara fönster och dörrar samt till otäta takfötter. En jetstråle har en egen hastighet och riktning som kan tänkas peka i riktning mot ett skyddsvärt objekt. Det är fågelvägen för det avståndet som är skyddsavståndet som ska räknas fram.

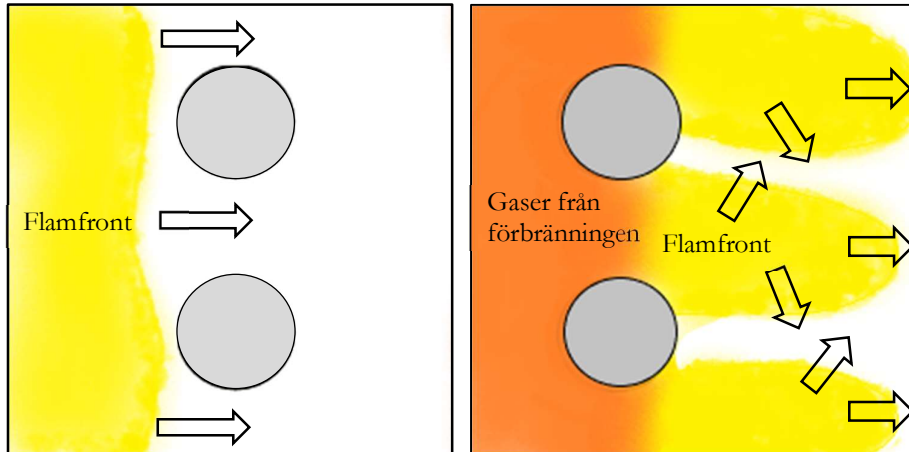
Evakueringsväg till säker plats

När människor utrymmer från en byggnad på grund av ett hot utanför byggnaden är det viktigt att de inte leds ut till en farlig miljö. Därför behöver evakueringsvägen även utomhus vara skyddad ända fram till säker plats. Vid utrymning när isoleringsmöjlighet är tillgänglig så förväntas utsläppet ha isolerats innan utrymningen av byggnaden påbörjats. Därigenom utsätts inte personerna som utrymmer för jetflamman som förekommer innan isoleringen fullbordats och ett lägre dimensionerande skadefall kan användas, som är baserat på sannolikheten för felfungerande isolering.

Obstruktioner/Obstruerat område

Med obstruktioner avses olika former av hinder som gör att flamfronten vid förbränning accelereras. I figur 30 visas en förenklad bild av hur det skulle kunna se ut när flamfronten passerar en obstruktion. Flamman går igenom avsmalningen och ut på andra

sidan av obstruktionen. Det skapar en större area och flamman växer vilket ökar flamhastigheten och därmed det tryck som genereras. Vid vissa förhållanden kan förbränningen av vätgas i flamfronten övergå från deflagration till detonation med påföljden att tryckuppbyggnaden blir flera gånger högre än för deflagration. För att detta ska kunna ske måste en jetstråle riktas mot en obstruktion med en öppning som är betydligt smalare än jetstrålens bredd men samtidigt så bred att flamman accelereras.



Figur 30. Flamfront (i gult) vid förbränning av luft-vätagasblandning som passerar genom en obstruktion (hinder) som består av ett antal cylindriska objekt sett uppfifrån. Flamfronten sträcks ut och veckas vid passagen och ökar därmed sin area vänd mot den oförbrända luft-vätagasblandningen.

När obstruktionerna tillsammans bildar ett större område så finns det en än större risk för att deflagrationen kan övergå till en detonation. Sådana områden kallas för högt obstruerade områden och bör undvikas i närheten av vätagasinstallationer där ett utsläpp kan ske.

Andra gasbehållare

Med andra gasbehållare avses enstaka såväl som flera sammankopplade behållare av alla typer av brandfarliga gaser. I begreppet gasbehållare ingår även mobila gaslager. Andra gasbehållare kan skyddas genom avstånd som i den här bilagan eller genom att omgivande kopplingspunkter skärmas av så att inte gasbehållarna kan utsättas för en jetflamma som kan leda till ruptur. Det är också viktigt att behållarna som befinner sig tätt tillsammans i ett lager med sammankopplade behållare är skyddade från kopplingspunkter i lagret.

Andra gasbehållare delas in i två klasser, en med låg och en med hög motståndskraft. För utförligare beskrivning se tabell 11 nedan.

2.6.4 Isoleringsmöjlighet

Som framgår i tabell 6 ovan så kan rekommenderade minsta skyddsavstånd i vissa fall reduceras genom detektion med efterföljande isolering av vätagasutsläppet med automatisk ventilstängning. Genom att använda isoleringsmöjlighet kan frekvensen av långvariga utsläpp minska vilket gör att det dimensionerande skadefallet i tabell 6 även har minskats till närmast lägre dimensionerande skadefall. För att få tillgodosäkra sig detta minskade skyddsavstånd bör tiden från att detektionsgränsen är uppnådd vid givaren till att den automatiska ventilen har stängts,

understiga 5 sekunder.

Detektion

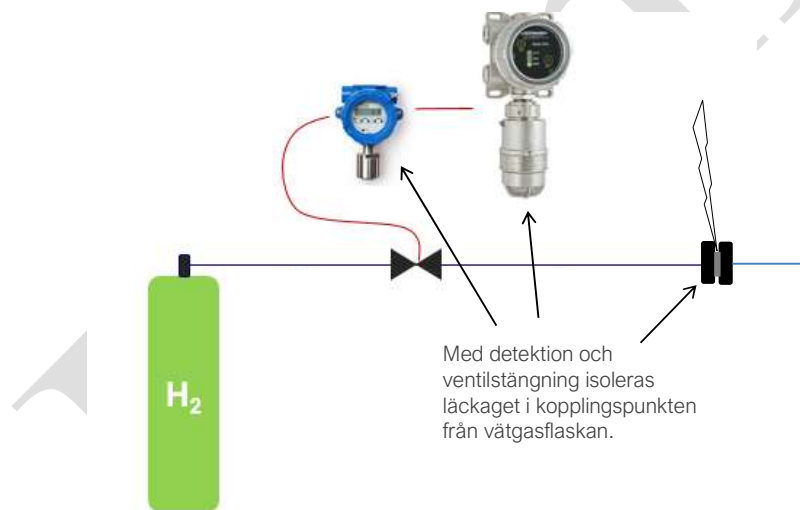
Detektion kan göras på många sätt och teknikutvecklingen kommer sannolikt att fortsätta. Detektorer kan baseras på olika fysikaliska egenskaper hos gasen men även på till exempel ljud från läckaget. Se vidare fördjupande avsnitt om detektorer och detektion i bilaga E.

Typ, antal och placering av detektorer bör anpassas för att snabbt och tillförlitligt kunna detektera och isolera ett utsläpp. Tiden från att larmgräns uppnås till larm bör inte överstiga 5 sekunder.

Motsvarande prestanda bör uppnås för akustiska detektorer. För säkerhetsfunktionerna bör SIL-klass 2 eller motsvarande anses godtagbart. Snabb och tillförlitlig identifiering och larmning av ett utsläpp innebär att både detektions- och larmfunktionen ska ha snabb reaktionstid och hög tillförlitlighet (SIL-klass). Detta medför att de testas och underhålls regelbundet enligt gällande manualer. Även detta beskrivs närmare i bilaga E.

Ventilstängning

När det saknas möjlighet till att automatiskt stänga en ventil, eller om detta tar längre tid än de skyddsvärda objekten kan motstå påverkan, är det inte möjligt att tillgodoräkna sig det kortare skyddsavståndet. Första anslutningen på ett kärl saknar isoleringsmöjlighet och ventils kopplingspunkt ovanpå vätgasflaskan nedan går därmed inte att isolera, se figur 31.



Frekvensen av (långvariga) läckage minskar inom den kontrollerade delen av systemet

Figur 31. Beskrivning av "isoleringsmöjlighet"

I figur 31 ovan är det nästkommande ventil efter ventilen på vätgasbehållaren som är den första ventilen där det går att automatiskt stänga av flödet mellan vätgasbehållaren och läckaget.

Efter att den automatiska stängventilen har isolerat utsläppspunkten ska den kvarvarande gasmängden i rörledningen inte kunna ge upphov till mer än ett kortvarigt ytterligare utsläpp. En rörledning på

maximalt 50 m kan därför användas som en lämplig längsta rörledningslängd, då den bedöms ge ett sådant kortvarigt utsläpp²⁶. 50 meter kan därmed tillåtas för att få använda skyddsavstånden för isoleringsmöjlighet i tabell 6 ovan.

För att kunna använda sig av isoleringsmöjlighet måste det skyddsvärda objektet kunna stå emot effekten av ett utsläpp under tiden från det tar från att skadefallet uppstår tills det är isolerat. Detta är normalt inte möjligt för de skyddsvärda objekten folksamling, personer med hög och låg närvaro samt obstruerat område. För folksamling och personer med hög och låg närvaro förutsätts personerna kunna förflytta sig från jetflamman vid en skadehändelse. Därigenom ger en *isoleringsmöjlighet* ingen ytterligare effekt. För det skyddsvärda objektet *obstruerat område* är det inte heller tillåtet med vätgaskoncentrationer som överstiger skadekriteriet 30 vol-% ens under kortare tid eftersom risk för antändning finns i nära anslutning till när utsläppet har börjat.

2.6.5 Skadekriterier

I tabell 7 nedan finns skadekriterierna för vätgasinstallationer.

De olika skadekriterierna som används är temperatur, flamlängd, gaskoncentration samt övertryck. Temperatur är dimensionerande för människor. Anledningen till att temperatur och inte strålning blir dimensionerande för dessa skyddsvärda objekt är att strålningsandelen från vätgas är relativt låg samtidigt som förbränningstemperaturen är hög. För människor så väljs 115°C för tillfällen när människor inte kan förflytta sig obehindrat och därmed kan förväntas utsättas för temperaturen under en längre tid. För övriga fall används 309°C som skadekriterium då personer kan förflytta sig från påverkan relativt snabbt.

Tabell 7. Skadekriterier för vätgasinstallationer. Understruket värde är det som ger längst avstånd och därmed blir dimensionerande för skyddsavstånd.

Skyddsvärda objekt	Vätgaskoncentration	Jetflamma	Strålning	Övertryck
Människor ¹	8 %	<u>115 °C</u> 309 °C	2,5 kW/m ² 10 kW/m ²	10 kPa
Byggnad	-	<u>Flamlängd</u>	15 kW/m ²	10 kPa
Luftintag	8 %	-	-	-
Mycket obstruktioner	30 %	-	-	-
Andra gasbehållare ²	-	<u>1,5xFlamlängd/</u> <u>Flamlängd</u>	10 kW/m ² 30 kW/m ²	-

¹ Det lägre värdet gäller om personer inte omgäende kan lämna området (t.ex. >3 p/m²)

² De första används för gasbehållare med låg motståndskraft och de andra för de med högre motståndskraft. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell 11.

Flamlängd används som skadekriterium för alla typer av byggnader eftersom förbränningsgaserna innehåller mycket vattenånga och även genom sin hastighet hindrar ansamling av pyrolysgaser. Därför bedöms detta vara mer rimligt än ett kriterium baserat på strålning. Avstånden till 15–20 kW/m², som är ett vanligt kriterium för risk för

²⁶ Läckageflödet är proportionellt mot rördiametern. Därmed bestämmer längden på röret den tid det tar för ett läckage att gå från aktuellt dimensionerande skadefall till det närmast lägre. 3 % hålstorlek blir dimensionerande eftersom läckaget vid fullt rörbrott (100 %) och 10 % hålstorlek blir större i förhållande till rörlängden.

antändning är också mycket lik flamlängden till följd av den begränsade strålningsandelen.

Gaskoncentrationen används som skadekriterium för luftintag och mycket obstruktioner. Lower Hazardous Level (LHL) som är 8 vol-% vätgas används till luftintag. Mer om begreppet LHL finns beskrivet i kapitel 9.2.2. För skyddsavstånd till mycket obstruktioner används skadekriteriet 30 vol-% vätgas eftersom det innebär att all gas inom det obstruerade området har en lägre koncentration än stökiometrisk koncentration, den koncentration, vilket innebär en låg risk för betydande flamacceleration.

Som skadekriterium för andra gasbehållare har Flamlängd och $1,5 \times \text{Flamlängd}$ använts för behållare med hög respektive låg motståndskraft. Höga temperaturer från flaman kan leda till ruptur på motsvarande sätt som för strålning. Avstånden är konservativa uppskattningar av när temperaturen från vätgasjetflammar innebär risk för ruptur inom 30 min.

2.6.6 Tröghetsbaserat flöde och stigkraft

Ett gasutsläpp som sker från ett system med ett högt tryck, både ett oantänd och ett antänt gasflöde, har en riktning. Flödet har en tröghet och vill bibehålla sin ursprungliga riktning. Att gasen har låg densitet som gör att den vill stiga uppåt kan därför inte tillgodoräknas initialt.

Både själva vätgasen och förbränningsgaserna från en vätgasjetflamma har en lägre densitet än omgivningen och kommer därför börja stiga efter ett visst avstånd och därmed inte i princip påverka skyddsvärda objekt bortom detta avstånd. Detta gäller när jetstrålen eller jetflamman vinkel överstiger 45° räknat från utsläppsriktningen. Avståndet till där stigningskraften dominerar över tröghetskraften utgör därför en övre gräns för skyddsavstånden.

För oantänd vätgas finns det samband för när avstånd till ett utsläpp blir stigningskraftsdominerat framtagna i litteraturen. En nyligen framtagna modell för stigningskraft för förbränningsgaser från en vätgasjetflamma beskrivs i Runefors (2023a). Förbränningsgaser har lägre densitet än vätgas/luft-blandningen. Det blir därför enligt den modellen, som förväntat, kortare avstånd fram till att avståndet dimensioneras av stigningskraften. Det är dock viktigt att avstånden aldrig minskar till kortare avstånd än hälften av de ursprungliga tröghetsdominerande avstånden. Vid det avståndet blir faktorer som strålning och gasexplosion dimensionerande.

2.6.7 Skyddsavstånd från vätgasinstallationer

Tabell 8 visar rekommenderade minsta skyddsavstånd mellan en vätgasinstallation och ett skyddsvärt objekt. För varje skyddsvärt objekt visas skyddsavstånd för olika tryck vid en inre rördiameter på 8 mm. Nödvändiga skyddsavstånd kan variera inom en och samma installation beroende på det aktuella rörets storlek och tryck samt om den aktuella rörsektionen kan isoleras vid läckage eller inte. För alla skyddsvärda objekt i tabell 8 är avstånden beräknade utan hänsyn till stigningskraft. Koncentrerad folksamling är i tabellen ett specialfall, se not

4.

Tabell 8. Skyddsavstånd vid en inre rördiameter på 8 mm utan hänsyn tagna till stigitkraft, från vätgasininstallation (kopplingspunkter på rör och andra vätgasfyllda komponenter, förutom helsvetsade rör), till skyddsvärt objekt, meter

Typ av skyddsvärt objekt	Skyddsvärt objekt	Isolerings-möjlighet	Skyddsavstånd, m, vid olika tryck, bar		
			350	500	1000
Människor	Koncentrerad folksamling ⁴	Nej	62	71	88
	Folksamling ³	N/A ²	42	47	59
	Personer, hög närvaro	N/A ²	13	15	19
	Personer, låg närvaro	N/A ²	7	8	10
Mycket svårutrymd byggnad	Byggnaden	Ja	4	5	6
		Nej	7	7	9
	Luftintag/Öppning	Ja	8	9	11
		Nej	25	29	36
Samlings-lokal	Evakueringsväg till säker plats	Ja	13	15	19
		Nej	42	47	59
Övrig byggnad	Byggnaden	Ja	1	1	1
		Nej	4	4	5
	Luftintag/Öppning	Ja	4	5	6
		Nej	8	9	11
Övrigt	Mycket obstruktioner	N/A	2	2	3
		Ja	4/6	5/7	6/8
	Andra gasbehållare ¹	Nej	7/10	8/12	10/14

1 Det längre avståndet används för behållare med låg motståndskraft och det kortare för de med hög motståndskraft. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell 11. Här avser vi avstånd till andra lager. Ett lager kan bestå av en eller flera vätgasbehållare.

2 Isoleringsmöjlighet blir inte relevant här eftersom människor förutsätts hinna flytta på sig innan isoleringen får effekt.

3 Om personerna i folksamlingen hindras från att lämna området, till exempel i områden med mycket höga persontätheter ($>3 \text{ p/m}^2$), kan i vissa fall lägre avstånd behövas, se koncentrerad folksamling.

4 Egen utredning används för att ta fram skyddsavstånd. Avstånden i tabellen är konservativa och gäller för alla typer av koncentrerade folksamlingar.

Andra rördiametrar

För att beräkna skyddsavstånd när det egna värdet för den inre rördiametern avviker från 8 mm kan ekvationen nedan användas.

$$x_D = D \cdot \frac{x_{8 \text{ mm}}}{8} \quad [\text{Ekvation 1}]$$

där x_D är skyddsavståndet för aktuell innerdiameter på röret, D är rörets innerdiameter och $x_{8 \text{ mm}}$ är skyddsavståndet i Tabell 8 för aktuellt tryck utan hänsyn till stigitkraft.

Andra tryck

Om trycket för en vätgasininstallation hamnar mellan kolumnerna när Tabell 8 används kan antingen kolumnen med närmast högre tryck användas eller interpolering mellan trycken utföras. För tryck understigande 350 bar kan nedanstående ekvation användas

$$x_p = x_{350 \text{ bar}} \cdot 0,095 \cdot p^{0,4} \quad [\text{Ekvation 2}]$$

där x_{350} är skyddsavståndet vid 350 bar och P är aktuellt tryck i bar.

Stigkraftskompensation

För skydd av människor (inklusive evakueringsvägar) kan nedanstående ekvationer användas baserat på det dimensionerande skadefallet (stort, mellan eller litet) enligt tabell 6. Därmed kan avståndet för dessa i tillämpliga fall reduceras genom nedanstående ekvationer. Det är dock viktigt att avstånden aldrig minskas till kortare avstånd än hälften av de ursprungliga tröghetsdominerande avstånden i tabell 8, med hjälp av ekvationerna för stigkraft.

D är rörets diameter i mm och P är trycket i systemet i bar.

$$\text{Stort (100 \%): } x_{\text{stigkraft}} = 1,69 \cdot D^{0,526} \cdot P^{0,237} \quad \text{Ekvation [3]}$$

$$\text{Mellan (10 \%): } x_{\text{stigkraft}} = 0,92 \cdot D^{0,526} \cdot P^{0,237} \quad \text{Ekvation [4]}$$

$$\text{Litet (3 \%): } x_{\text{stigkraft}} = 0,67 \cdot D^{0,526} \cdot P^{0,237} \quad \text{Ekvation [5]}$$

I Runefors (2023a) finns en metod för icke-antända utsläpp som kan användas för luftintag.

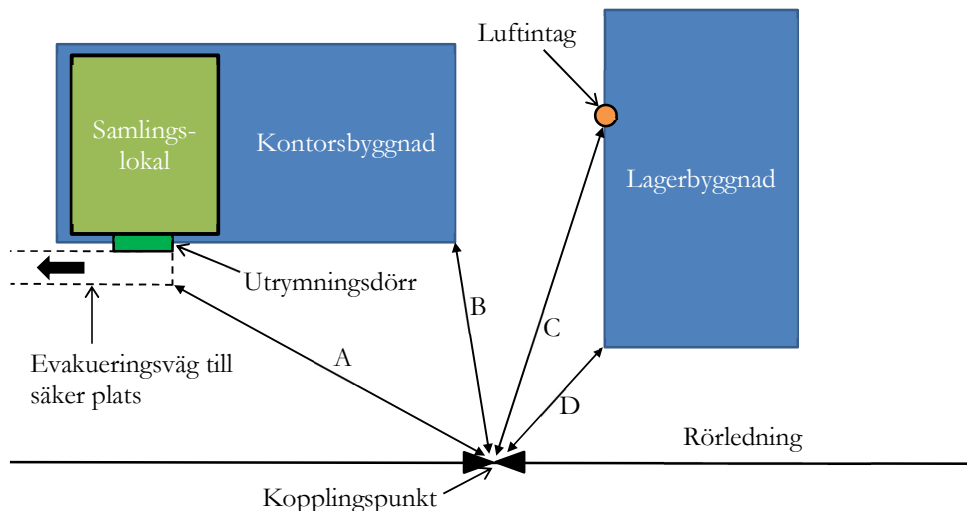
Tryckfallskompensation mellan läckagepunkt och vätgaslager

Vid ett läckage från en kopplingspunkt, uppkommer ett tryckfall i en rörledning mellan ett vätgaslager och en läckagepunkt när gasen strömmar ut. Det lägre trycket vid läckagepunkten kan sedan användas på vanligt sätt som ingående värde för tryck i tabellerna 7 och 8. En metod för att uppskatta tryckfall för rörledningar med vätgas finns i Runefors (2023a).

2.6.8 Ett exempel på hur skyddsavstånd från en vätgasinstallation mot skyddsvärda objekt räknas fram

En verksamhet planerar att förlägga en rörledning med en kopplingspunkt i närheten av två byggnader och vill kontrollera om skyddsavstånden från rörledningen mot byggnaderna kommer att bli tillräckliga. Den ena byggnaden, kontorsbyggnaden, är en övrig byggnad men med en samlingslokal vars utrymningsdörr kommer ut mot rörledningen, se Figur 32. Från utrymningsdörren går en evakueringsväg till säker plats åt vänster i figuren. Den andra byggnaden, lagerbyggnaden, är att betrakta som en övrig byggnad och har ett luftintag som ligger mot rörledningen. Rörledningens innerdiameter är 12 mm och trycket är 400 bar. Beräkning av avstånden; A, B, C och D; från kopplingspunkten till respektive skyddsvärt objekt.

Kontorsbyggnaden



Figur 32. Exempel på relevanta skyddsavstånd att beakta från en rörlednings kopplingspunkt till olika skyddsvärda objekt.

Från tabell 6 framgår att det dimensionerande skadefallet för det skyddsvärda objektet "Samlingslokal/Evakueringsväg till säker plats" är "stort". Skyddsavståndet hämtas från tabell 8, raden för "Samlingslokal/Evakueringsväg till säker plats". Befintligt tryck på 400 bar avrundas först uppåt till 500 bar vilket ger 47 meter eftersom isoleringsmöjlighet saknas. Skyddsavståndet anpassas sedan till den större rördimensionen genom att det nya skyddsavståndet, avstånd "A", beräknas enligt ekvation [1].

$$x_P = \frac{12}{8} \cdot 47 = 70,5 \text{ avrundas till } 70 \text{ m}$$

Skyddsavståndet kan eventuellt minskas genom att ta hänsyn till stigkraften. För det dimensionerande skadefallet "stort" används då ekvation [3].

$$x_{\text{stigkraft}} = 1,69 \cdot 12^{0,526} \cdot 400^{0,237} = 25,84 \text{ avrundas till } 26 \text{ m.}$$

Stigkraften blir dominerande vid ett kortare skyddsavstånd än 70 m men eftersom det beräknade avståndet är mindre än hälften av det tröghetsdominerande avståndet på 70 m blir detta dimensionerande. För det här fallet behöver därför avståndet uppgå till minst hälften av 70 m, dvs. 35 m.

Det behöver även beräknas ett avstånd till själva byggnaden, avstånd "B" i figuren. Enligt tabell 8 på raden "Övrig byggnad/Byggnaden" och under kolumnen 500 bar är skyddsavståndet 4 m när isoleringsmöjlighet saknas. Avståndet kan sedan anpassas till den större rördimensionen genom ekvation [1]:

$$x_P = \frac{12}{8} \cdot 4 = 6 \text{ m}$$

Avståndet B i ekvationen blir alltså 6 m.

Lagerbyggnaden

Avståndet C i figuren kan tas fram genom att gå in i tabell 8 under det skyddsvärda objektet "Övrig byggnad/Luftintag". Trycket avrundas uppåt till 500 bar och i tabell 8 hämtas sedan skyddsavståndet 9 meter. Skyddsavståndet anpassas återigen till rördiametern 12 mm enligt ekvation [1].

$$x_p = \frac{12}{8} \cdot 9 = 13,5 \text{ m avrundas till 14 m.}$$

Vid beräkning av skyddsavstånd är det alltid den kortaste vägen (fågelvägen) till det skyddsvärda objektet som ska användas.

Det behöver även uppskattas ett avstånd för "Övrig byggnad/Byggnaden", avstånd "D" i figuren. Eftersom även lagerbyggnaden är en övrig byggnad kan samma skyddsavstånd som för kontorsbyggnaden användas dvs. 6 m.

Skyddsavstånden från rörledningens kopplingspunkt till kontorsbyggnaden och lagerbyggnaden bör alltså vara minst:

- 35 m mot evakueringsvägen till säker plats, avstånd "A",
- 6 m mot kontorsbyggnadens närmaste hörn, avstånd "B",
- 14 m mot luftintaget, avstånd "C",
- 6 m mot lagerbyggnadens närmaste hörn, avstånd "D".

2.6.9 Påverkan på skyddsavståndet från en vätgasinstallation mot skyddsvärda objekt med fysiska barriärer

Murar och andra fysiska barriärer kan användas för att minska skyddsavstånd som räknats fram i den här handboken. En sammanställning av hur fysiska barriärer minskar behovet av skyddsavstånd finns i tabell 9 nedan. Skyddsavstånden är baserade på strålning från jetflammar. Dessa tar även hänsyn till övertryck till följd av fördröjd antändning av ett utsläpp.

Fysiska barriärer

Barriär för skydd av byggnad och gasbehållare ska uppfylla klass EI 60 om det inte genom beräkning visas att EI 60 är tillräckligt med hänsyn till strålning på motsatt sida av barriären, för att skyddseffekterna nedan ska kunna tillgodoräknas. Även om påverkan från en jetflamma skiljer sig från en påverkan enligt standardbrandkurvan anses denna klassning normalt ge tillräckligt skydd. I vissa fall när okonventionella barriärmaterial används kan en närmare analys vara nödvändig.

Om en barriär är sammanbyggd med en byggnad får denna inte vara en del av byggnadens bärande konstruktion eller på annat sätt kunna orsaka kollaps av byggnaden. Detta om det inte kan visas att barriären kan motstå tryckuppbyggnad vid fördröjd antändning av utsläppet. Barriär för skydd av människor ska uppfylla klass EI 30 medan barriär som endast krävs för oantända utsläpp kan utföras utan brandteknisk klass.

Storleken på barriären väljs så att det inte finns någon risk att de

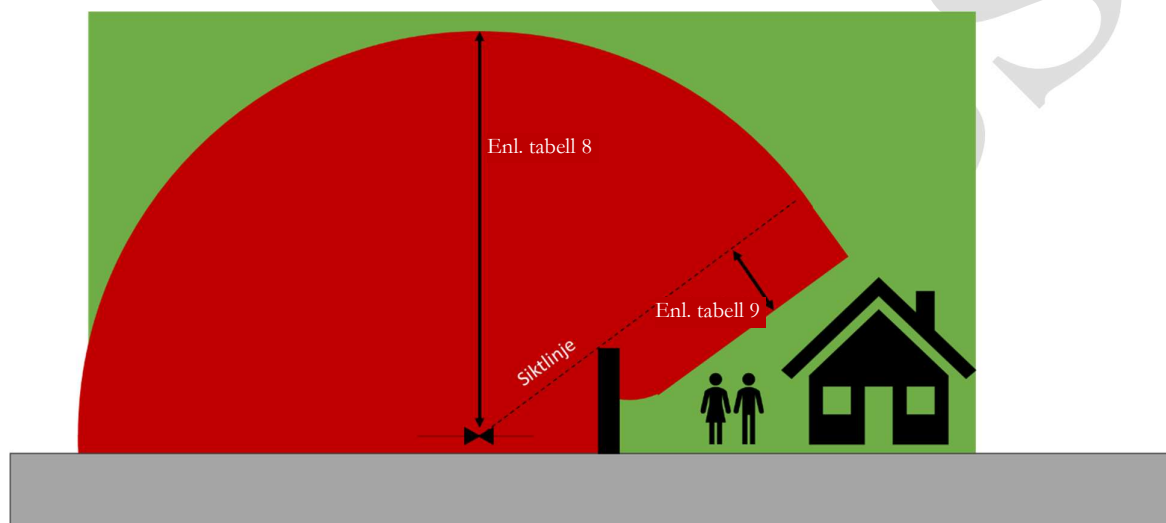
Brandteknisk avskiljning

Brandteknisk klassbeteckning för brandmotstånd hos byggnadskonstruktioner där "E" står för integritet, "I" står för isolering och siffran avser tid i minuter vid vilken funktionskraven är uppfyllda vid en standardiserad provning (enligt SS-EN 13501).

skyddsvärda objekten påverkas av strålning på motsatt sida av barriären. Detta görs genom att de vinkelräta avstånden i tabell 8 ska upprätthållas för siktlinjen mellan riskkällan och barriärens övre del och det skyddsvärda objektet, se figur 33.

Avstånden i tabell 8 kan i vissa fall reduceras genom strålningsberäkningar. Större barriärer än nödvändigt bör undvikas på grund av risk för instängd vätgas och sammanbyggnad av flera väggar bör av samma skäl också undvikas om möjligt.

Slutligen behöver konstruktionen av en barriär ta hänsyn till och kunna motstå ett övertryck enligt gällande byggregler. En barriärs kanter bör vara utformade så att en jetstråle eller jetflamma länkas bort från det skyddsvärda objektet och inte mot.



Figur 33. Avstånd från kopplingspunkt på anläggningen till omgivningen vid användande av barriärer.

Tabell 9. Vinkelrätt skyddsavstånd i förhållande till siktlinjen enligt figur 33, vid en inre rördiameter på 8 mm

Typ av skyddsvärt objekt	Skyddsvärt objekt	Isolerings-möjlighet	Skyddsavstånd, m, vid olika tryck, bar		
			350	500	1000
Människor	Folksamling ²	N/A	8,9	10,2	12,6
	Personer, hög närvaro	N/A	2,8	3,2	4,0
	Personer, låg närvaro	N/A	1,6	1,8	2,2
Mycket svårutrymd byggnad	Byggnaden	Ja	1,2	1,4	1,7
		Nej	2,2	2,5	3,1
	Luftintag/Öppning	Ja	0,0	0,0	0,0
		Nej	0,0	0,0	0,0
Samlingslokal	Evakueringsväg	Ja	2,8	3,2	4,0
		Nej	8,9	10,2	12,6
Övrig byggnad	Byggnaden	Ja	0,2	0,2	0,3
		Nej	1,2	1,4	1,7
	Luftintag/Öppning	Ja	0,0	0,0	0,0
		Nej	0,0	0,0	0,0
Övrigt	Mycket obstruktioner	N/A	0,0	0,0	0,0

	Andra gasbehållare ¹	Ja	0,1/0,3	0,2/0,3	0,2/0,4
		Nej	0,8/1,6	0,9/1,8	1,1/2,2

¹ Det längre avståndet används för behållare med låg motståndskraft och det kortare för de med hög motståndskraft. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell 11. Här avser vi avstånd till andra lager. Ett lager kan bestå av en eller flera vätgasbehållare och kan även utgöras av ett mobilt gaslager

² Om personerna i folksamlingen hindras av att lämna området, till exempel i områden med mycket höga persontätheter ($>3 \text{ p/m}^2$), kan i vissa fall längre avstånd behövas.

För framräkning av avstånd vid andra tryck och rördiametrar än de i tabell 8 kan ekvation 1 och 2 ovan användas på samma sätt som beskrevs under tabell 7.

2.6.10 Skyddsavstånd för påverkan från brand i omgivningen mot vätgaslager

I Tabell 10 nedan finns en sammanställning av skyddsavstånd för hur ett vätgaslager bör skyddas från brand i omgivningen eller annan påverkan. Detta skiljer sig inte åt från skyddsavstånd för andra gasbehållare.

Tabell 10. Sammanställning av skyddsavstånd till vätgasbehållare mot påverkan från brand i omgivningen eller annan påverkan.

Exponering	Behållarens motståndskraft ¹	
	Låg	Hög
Stor mängd brännbart material¹	11 m	5 m
Industribyggnad och motsv. Obrännbar fasad	9 m	5 m
Industribyggnad och motsv. Brännbar fasad	13 m	7 m
Kontor och motsv. Obrännbar fasad	6 m	5 m
Kontor och motsv. Brännbar fasad	9 m	5 m
Uppställd personbil	3 m	2 m
Uppställd lastbil	12 m	6 m
Skog²	10 m	5 m
Kraftledning³	15-60 m	15-60 m
Väg⁴	10-25 m	10-25 m

¹ Baserat på 2500 kW/m² och 30 m² enl. kapitel 3.4 i Runefors (2023a).

² Observera att avstånden måste vara så stora att träden inte kan falla ner på behållaren.

³ Beroende på konstruktionsspänning (ELSÄK 2022:1). Avståndet gäller från kraftledning till område med explosiv atmosfär.

⁴ Beroende på hastighet se s.45 i VGU 2022:001, Vägar och gators utformning 2022, Trafikverket.

Om förhållandena avviker ifrån vad tabellerna förutsätter kan andra avstånd behöva tas fram. Vägledning för hur detta kan göras finns i Runefors (2023a). I Tabell 11 framgår den kritiska strålningsnivån hos olika typer av vätgasbehållare.

Tabell 11. Motståndskraft hos olika typer av enskilda behållare med vätgas.

Motståndskraft	Behållare	Kritisk strålning ¹ , kW/m ²
Hög motståndskraft	Stål: >2000 l eller >500 bar	30
Låg motståndskraft	Stål: 0-2000 liter och 0-500 bar. Komposit: Alla	10

¹ Strålningsnivån förutsätter att en kylning av behållarna kan på börjas inom 30 min efter en fullt utvecklad brand i närområdet.

Kritisk strålningsnivå är den högsta strålningsnivå som en behållare

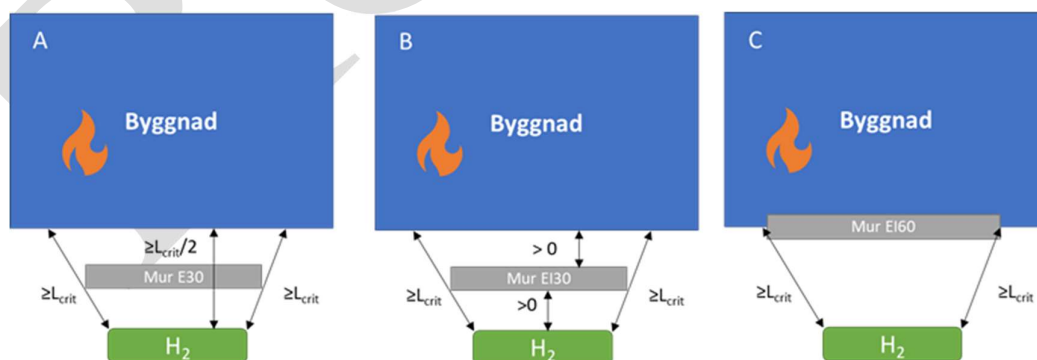
kan motstå under 30 min utan att trycket överstiger kritiskt tryck dvs. det högsta tillåtna trycket multiplicerat 1,43 enligt AFS 2023:5. Tiden 30 min är vald dels med avsikt att hinna påbörja en kylning av behållarna inom 30 minuter eller om effektutvecklingen förväntas reduceras markant under denna tid. Denna tid behöver motiveras i det enskilda fallet om tabellen ska användas. I annat fall kan avstånden behöva ökas.

Förklaringen till de olika kritiska strålningsnivåerna är att ju högre volym och tryck som en behållare har desto mer massa får själva behållaren för att hållfastheten ska vara tillräcklig. Det ökar i sin tur värmekapaciteten för i första hand behållaren men även för vätgasen i behållaren. Sammantaget medför detta att det tar längre tid att värma upp behållare med högre volym och/eller tryck till kritiskt tryck. För en kompositbehållare påverkar inte storleken tiden det tar tills dess att kritiskt tryck uppnås eftersom det är en lokal uppvärmning och nedbrytning av kompositmaterialet som orsakar en potentiell ruptur.

Vid händelse av en hotande brand mot behållare som innehåller vätgas som är utrustade med säkerhetsventiler är det viktigt att utsläppen från dessa är riktade på ett sådant sätt så att de inte underhåller branden. Om utsläpp från säkerhetsventiler inte kan göras på ett säkert sätt måste skyddsavstånden utökas.

Utöver strålning från intilliggande brand så har ett minsta avstånd på 5 meter ansats för byggnader och skog, tabell 10, för att undvika att föremål faller ner på gasbehållarna. Detta avstånd kan i vissa behöva ökas ytterligare.

Avstånden (förutom för kraftledning och väg) kan minskas med barriärer. Storlek och klass på brandteknisk avskiljning för att skydda mot en brand i närområdet kan väljas utifrån principen i figur 34. Med en avskiljning i klass E 30 kan avståndet halveras. Vid EI 30 krävs inga avstånd, men avskiljningen får inte ingå i byggnadens konstruktion. Vid en klass på EI 60 får avskiljningen vara en del av byggnadens konstruktion. För stor mängd brännbart material så ska siktlinjen räknas till fem meter över bränsleytan/marken.



Figur 34. Princip för avstånd från brand i omgivningen till vätgasbehållare vid användning av barriärer. L_{crit} hämtas från tabell 9 ovan.

2.6.11 Skyddsavstånd för mobila gaslager med

vätgas

Branschrekommendationer för mobila vätgastankstationer finns i Energigas Sveriges Anvisningar - tankstationer för vätgasdrivna fordon.

2.6.12 Skyddsåtgärder vid inomhuslagring och inomhushantering av vätgas

Hantering och lagring av vätgas inomhus rekommenderas inte men är i vissa fall nödvändig. De största olycksriskerna hänger samman med läckage och antändning med risk för explosion. Hanteringen skyddas i dessa fall med ventilation samt detektion med automatiska åtgärder, bland annat larm, stoppventiler och andra åtgärder. Se vidare kapitel [1.13](#). I vissa fall är det även motiverat att själva byggnaden förses med tryckavlastning, se kapitel [1.14](#).

Mot olycksfall kopplade till en vätgasinstallation inomhus ska en CE-märkning enligt EU-förordningar och direktiv, exempelvis maskindirektivet, i första hand ge ett tillräckligt skydd för liv, hälsa och egendom. Skyddsavstånd mot jetflammar kan dock i vissa fall behöva tas fram och kan då göras på motsvarande sätt som vid utomhushantering, se bland annat avsnitt [2.6.7](#) ovan. Fysiska barriärer kan även användas för att ge kompletterande skydd och minska skyddsavstånden.

För lösa oinkopplade behållare anses risken för läckage vara låg då ett läckage bedöms upptäckas direkt vid den manuella hanteringen. Därför behöver inte beräkning av detektionsbehov göras.

Placering av lösa behållare och gascisterner med vätgas inomhus bör skyddas mot skadlig uppvärmning från brand i omgivningen baserat på skadekriterierna i [tabell 9 i 2.6.10](#). Behållarna skyddas mot jetflammar från kopplingspunkter enligt krav i föreskriften.

2.6.13 Vätgascisterner i mark

För en vätgascistern som ligger i mark avses här en cistern som är helt täckt med minst 0,6 meter täckning. Den kan då betraktas som skyddad mot brand. MSB har inte gett några allmänna råd för placering enligt 2 kap. 9 §, av vätgascistern i mark, men ofta kan en utredning om risk visa att i princip inget avstånd behövs mellan omgivande byggnader, stor mängd brännbart material med mera och vätgascisternen. Däremot kan avstånd till byggnader krävas på grund av risk för pågrävning. Skyddsavstånd kan också behövas från anslutningspunkt ovan mark, om sådan finns, till andra installationer som ligger ovan mark.

Generella regler för gascisterner i mark finns i kapitel 4.

3. Lösa behållare

Detta kapitel handlar om olika typer av lösa behållare, som gasflaskor och engångsbehållare med brandfarlig gas samt aerosolbehållare (sprejburkar) med brandfarligt innehåll. Notera att kraven gäller oavsett om den lösa behållaren är ansluten eller inte.

Konstruktionskrav på gasflaskor och engångsbehållare för brandfarlig gas finns i MSB:s föreskrifter, [ADR-S](#), [MSBFS 2018:5](#) om transport av farligt gods ([ADR](#)), och i MSBFS 2011:3 om transportabla tryckbärande anordningar. Märkningskrav finns också i [ADR-S](#), [MSBFS 2018:5](#) och i CLP-förordningen²⁷. Krav på konstruktion och märkning av aerosolbehållare finns i MSB:s föreskrifter MSBFS 2018:1 om aerosolbehållare.

3.1 Hantering av lösa behållare

Arbetsgivaren får bara låta en gasflaska vara trycksatt om den är placerad så att den skyddas från att oavsiktligt tippas omkull. Skyddet får inte hindra att gasflaskan går att avlägsna vid brand. I lokaler eller andra utrymmen där arbete utförs, får bara finnas det antal trycksatta gasflaskor som behövs för arbetets utförande.

9 kap 16 § AFS 2023:11-3 kap. 2 § AFS 2017:3

Även i andra sammanhang är det lämpligt att begränsa hanteringen till den mängd som behövs, för att inte utsätta sig själv eller sin omgivning för onödiga risker.

En lös behållare större än 5 liter ska genom sin placering eller med hjälp av fästeanordningar vara förhindrad att välta.

3 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Om en ansluten gasflaska välter och en slang lossnar så kan gas flöda fritt ut ur flaskan. Detta är särskilt viktigt för anslutna gasflaskor, eftersom de kan ha öppna ventiler. Gasflaskor kan därför behöva fästas med kedja eller liknande, om de står placerade så att de riskerar välta. Gasolflaskor mindre än 60 liter (till exempel P6, P11 eller P19) behöver i vanliga fall inte fästas, eftersom de står stadigt genom sin konstruktion.

²⁷ EU-förordning 1272/2008 om klassificering, märkning och förpackning av ämnen och blandningar.

En lös behållare som innehåller kondenserad gas och som har säkerhetsventil ska stå upprätt.

Kravet gäller inte om säkerhetsventilen är avsedd att fungera även om behållaren ligger ner.

3 kap. 2 § MSBFS 2020:1

Säkerhetsventil
Ventil som aktiveras automatiskt av trycket och är avsedd att skydda en anordning mot ett för högt invändigt övertryck.

Detta innebär vanligtvis att gasflaskor med gasol behöver stå upp²⁸. Annars finns risken att säkerhetsventilen inte fungerar som den ska, eller att den vid uppvärmning släpper ut kondenserad gas. Den kondenserade gasen förångas snabbt när den kommer ut och bildar en cirka 250 gånger större volym gas. Försök har också visat att en smältsäkrings funktion kan begränsas så att den inte löser ut på en liggande gasolfaska som utsätts för brand, troligtvis på grund av att den kyls av vätskan. En smältsäkring är en anordning som öppnar på grund av temperaturpåverkan vid brand och släpper ut hela behållarens innehåll i syfte att förhindra ruptur.

För att skydda slang, stängventil och reduceringsventil mot regn och snö är det lämpligt att placera anslutningsplatsen för gasflaskorna under väderskydd, till exempel i ett plåtskåp.

Att förvara gasflaskor i ett särskilt utrymme, helst på byggnadens utsida, med rörledningar till förbrukningsplatserna, är från skyddssynpunkt att föredra framför att flaskor förvaras spridda på olika platser i byggnaden.

En lös behållare ska vara skyddad mot att brand i en läckande vätgaskoppling orsakar skadlig temperaturpåverkan på behållaren. Stängventil monterad direkt på den lösa behållaren ska inte ses som en koppling.

X 3 kap. A § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Kravet bör säkerställas genom avskärmning, flänskydd eller placering.

Denna § avser motsvara en liknande § i 4 kap. 3 § för cisterner och gasklockor. Syftet är att säkerställa att en jetflamma inte träffar en lös behållare och riskerar orsaka tankruptur. Kravet motiveras av att vätgas är mer läckagebenägen än andra gaser.

3.1.1 Särskilda krav för verksamheter i bostadshus

En verksamhet som använder lokaler i bostadshus måste följa regelverket för dessa. För lösa behållare finns regler i 3 kap. 3-6 §§. Syftet med dessa regler är att stora behållare och mängder brandfarlig gas inte ska hanteras i och i anslutning till bostäder.

²⁸ Undantaget är flaskor av typ M16, som är avsedda att även hanteras liggande.

3.1.2 Saluföring av lösa behållare

Vid saluföring av brandfarlig gas till allmänheten ska lösa behållare större än 5 liter förvaras oåtkomliga för andra än personalen.

3 kap. 7 § MSBFS 2020:1

För mer information om hur brandfarlig gas kan hanteras vid saluföring till allmänheten, se MSB:s handbok Brandfarliga gaser och vätskor samt gasapparater i butiker.

Vid saluföring till allmänheten i så kallade gasautomater förvaras de lösa behållarna oåtkomliga för andra än personalen till dess gasolflaskan är betald. När flaskan kommer ut är köpet därmed redan genomfört.

Vid yrkesmässig saluföring till en i förväg kontrollerad och registrerad kundkrets (ej att likställa med allmänheten) kan större behållare förvaras åtkomliga.

3.2 Samförvaring

Med samförvaring menas att förvara olika typer av brandfarliga varor tillsammans, till exempel brandfarlig gas/aerosoler med brandfarlig vätska, eller att förvara brandfarliga varor med andra varor som innebär att riskerna ökar.

Olika slag av brandfarliga eller explosiva varor får inte förvaras eller förpackas tillsammans eller med andra varor om risken för skador på liv, hälsa, miljö eller egendom, som kan uppkomma genom brand eller explosion, därigenom ökar i mer än ringa omfattning.

11 § lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor

Kravet innebär vanligtvis att brandfarliga vätskor inte får förvaras tillsammans med brandfarliga gaser och aerosoler, eftersom en brand i den brandfarliga vätskan till exempel kan leda till att gas- eller aerosolbehållare exploderar. Aerosolbehållare med brandfarligt innehåll kan dock förvaras tillsammans med gasbehållare med brandfarlig gas eftersom de har liknande egenskaper.

Samförvaring av brandfarliga gaser eller aerosolbehållare med brandfarliga vätskor kan dock under vissa förhållanden accepteras i utrym- men som är skyddade mot brand och där risken för att brand uppstår är liten. Detta innebär att sådana produkter kan samplaceras i vissa brandavskiljande skåp och i vissa fall i brandtekniskt avskilda utrym- men (se [kapitel 3.2.4](#)).

Kravet innebär att lösa behållare med brandfarliga gaser och vätskor i de flesta fall inte får förvaras tillsammans. Några enstaka mindre lösa behållare kan dock förvaras tillsammans utan att några särskilda åtgärder behövs.

3.2.1 Samförvaring med annan gas

Vid samförvaring av gasflaskor med brandfarlig gas och andra gaser finns risk för att de vid brand exploderar och att gaser som är giftiga eller på andra sätt farliga släpps ut. Traditionellt har dock samförvaring av brandfarliga gaser och upp till två flaskor syrgas och tio flaskor annan icke brandfarlig gas varit tillåten. För samförvaring med större antal flaskor med icke brandfarlig gas, kan volymen hos dessa gasflaskor läggas ihop med den brandfarliga gasen med avseende på bedömning av avstånd och brandteknisk avskiljning enligt tabell 1 och 2 i [kapitel 2](#). Däremot är samförvaring med gasflaskor med halogenföreningar, giftiga, korrosiva eller självantändande gaser inte tillåten.

3.2.2 Lättantändligt material

För att minska risken för brand är det också viktigt att lättantändligt material inte förvaras i närheten av brandfarlig gas i samma utrymme. Exempel på lättantändligt material är papper, tunt trä, plast, tyg eller gummi, alltså sådant som kan tändas med en tändsticka.

3.2.3 Andra faror

Även risker relaterade till andra faror ska beaktas. Brandfarliga varor får därmed inte förvaras tillsammans med varor med andra faror, till exempel produkter med giftigt, frätande eller oxiderande innehåll, eller med explosiva varor, om det inte rör sig om väldigt små mängder. Det är effekten av ett utsläpp av det farliga ämnet som en brand orsakad av den brandfarliga gasen kan resultera i, som avgör om samförvaringen kan tillåtas. Dessa varor är märkta med någon av symbolerna i figur 35 på förpackningen.



Figur 35. Märkning av produkter med giftigt, frätande respektive oxiderande innehåll, samt explosiva varor.

3.2.4 Brandklassade utrymmen

Ett sätt att förvara större mängder lösa behållare med brandfarliga gaser och vätskor tillsammans på ett säkert sätt är att förvaringsutrymmet är skyddat mot brand utifrån, och att brand inuti förvaringsutrymmet är osannolik. Det betyder att ingen öppen hantering eller öppnade förpackningar kan förekomma i utrymmet, men man måste också ta hänsyn till risken att en enstaka lös behållare brister och innehållet rinner ut och tar eld. Ett sådant utrymme skulle också kunna utgöras av ett brandavskiljande skåp, se [kapitel 2.4.3](#). Exempel på skåp kan vara skåp som följer SS-EN 14470-2²⁹.

För att bedöma om en samförvaring kan accepteras är det viktigt att beakta förvaringsutrymmets utformning, vad som finns i omgivningen, hur varorna hanteras till exempel

- öppen hantering,
- om det finns risk för att läckage kan uppstå,
- tändkällor i närheten,
- risk för brand,
- konsekvenser vid en brand inuti eller utanför utrymmet.

Risker med exploderande gasbehållare, till exempel aerosolbehållare, kan särskilt behöva beaktas med avseende på konsekvenser vid en brand. En brandteknisk avskiljning kan behöva kraftigare konstruktioner, gjorda av till exempel betong, i syfte att stå emot sådana explosioner.

Samförvaring med brandfarlig vätska med flampunkt över 30 °C kan tillåtas i större omfattning, eftersom risken för att en brand startar i sådana vätskor är liten.

3.2.5 Förvaring i plåtskåp

Vid förvaring av mindre mängder lösa behållare inomhus (som inte behöver brandteknisk avskiljning enligt tabell 1 och 2) kan det vara praktiskt att förvara dem i ett plåtskåp eller liknande. Det är då lämpligt att till exempel brandfarliga gaser och vätskor förvaras i olika skåp eller på olika platser. Om de inte förvaras i skåp är det lämpligt med ett avstånd på 6 meter mellan förvaringsplatserna



Figur 36. Plåtskåp med aerosolbehållare med mera. Foto: David Gårsjö.

²⁹ I MSB:s butikshandbok nämns även skåp testade enligt SP-metod 2369, som är avsedda för fabriksförslutna behållare, främst för användning i butiker.

3.3 Fyllning av gasflaskor

Fyllning av tryckkärl får endast ske vid särskilt utrustade platser och utföras av kvalificerad personal samt enligt ändamålsenliga metoder.

Ur förpackningsinstruktion P200 gällande gasflaskor och liknande
4.1.4.1 MSBFS 2022:3 (ADR-S)

Exempel på lämpliga platser för fyllning av gasflaskor med brandfarlig gas är antingen utomhus, i byggnad endast avsedd för fyllning eller i särskilt utrymme med öppningar endast till det fria, samt dit allmänheten inte har tillträde. Ventilationen är särskilt viktig på grund av riskerna

för gasutsläpp och uppkomst av explosiv atmosfär. Läs mer om risk för explosiv atmosfär och om explosionsskyddsdokumentation i [kapitel 11](#). Av kravet framgår att sådan fyllning inte får utföras av privatpersoner.

Arbetsgivaren ska säkerställa att en eventuell slang är säkert fastsatt, innan man börjar fylla en gasflaska, bärbar brandsläckare eller flaska för andningsapparater. Under fyllningen ska arbetsgivaren säkerställa att arbetet övervakas, så att det snabbt går att vidta åtgärder vid läckage eller överfyllning.

9 kap. 18 § AFS 2023:11

4. Gascisterner och gasklockor

Med gascistern menas en behållare för brandfarlig gas, främst avsedd för lagring, med tillhörande säkerhetsutrustning och som är avsedd att användas på samma plats som den fylls. **Därmed omfattas även stationära gaslager av definitionen.** Många gascisterner är fast

installerade, men det finns även flyttbara. Volymen hos en gascistern är vanligtvis minst 1 m³. Se figur 37.

En gasklocka är en gasbehållare som ändrar volym med gasmängden. Se figur 38. Detta inkluderar även rötkammare med membranöverdel. Se figur 39.

Utgångspunkten i detta avsnitt är hantering som omfattas av MSB:s föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler, MSBFS 2020:1.

Krav kring konstruktion, tillverkning och bedömning av överensstämmelse för gascisterner finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om tryckbärande anordningar (2023:5).

Branschens riktlinjer för placering, utformning, drift och kontroll av gasolcisterner finns i *Energigas Sveriges Anvisningar för större gasolanläggningar* (SGA). Motsvarande för gascisterner för flytande metan (LNG) finns i *Anvisningar – anläggningar för flytande metan* (LNGA). För gasklockor finns *Anvisningar för biogasanläggningar* (BGA).



Figur 37. Exempel på gascistern.
Källa: Energigas Sverige.



Figur 38. Gasklocka av membrantyp.
Foto: Peter Svensson.



Figur 39. Rötkammare med membranöverdel.
Foto: David Gårsjö.

4.1 Gascisterner och gasklockor ovan mark

Gascisterner och gasklockor ovan mark ska vara placerade på ett stadigt, bärande och obrännbart underlag.

4 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Avsikten med att underlaget ska vara stadigt och bärande är att gascisternen eller gasklockan med tillhörande rörledningar och utrustning inte ska utsättas för skadliga påkänningar genom sättningar eller dylikt. Exempel på lämpligt underlag är betong eller grus. Asfalt är exempel på brännbart material³⁰ och får därför inte utgöra underlag. För vätgas är grus oftast inte ett lämpligt underlag på grund av att risken för att friktion vid ett utsläpp skulle kunna utgöra en tändkälla.

Området runt en gascistern eller gasklocka bör hållas rent från vegetation. Detta på grund av risken för att en brand i vegetationen sprider sig till anordningarna. Vegetation kan även bidra till att konsekvenserna vid ett läckage påverkas negativt genom en sämre utspädning av läckaget eller en tryckupbyggnad vid en antändning av ett gasmoln.

En gascistern ovan mark för kondenserad gas ska vara placerad på en plats som är utformad så att läckande gas inte kan ansamlas under eller vid gascisternen.

4 kap. 2 § MSBFS 2020:1

Detta uppfylls vanligtvis genom att marken lutar eller genom att gascisternen står på en betongplatta. Det är viktigt att lutningen inte är sådan att utläckt gas leds till slutna utrymmen eller tändkällor. Det är också lämpligt att hålla området runt en gascistern med kondenserad gas fri från dagvattenbrunnar. Detta på grund av risken för att ett läckage sprider sig genom dagvattensystemet.

³⁰ Flampunkten för asfalt kan ligga runt 200 °C, den termiska tändpunkten över 400 °C.

Gascisterner och gasklockor ska vara skyddade mot att brand i en läckande **koppling** orsakar skadlig temperaturpåverkan på behållaren.

4 kap. 3 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Kravet bör säkerställas genom att kopplingen:

- är placerad på ett lämpligt avstånd med avseende på aktuell gas och tryck,
- är placerad så att ett läckage inte blir riktat mot gascisternen eller gasklockan,
- dess packning är konstruerad så att ett läckage inte blir riktat mot gascisternen eller gasklockan eller
- det finns en brandteknisk avskiljning på minst E 60 för stålbehållare eller EI 60 för kompositbehållare mellan kopplingen och gascisternen eller gasklockan.

Strecksatserna ovan avser fyra alternativa sätt att uppfylla kravet. En fläns kan vara konstruerad med ett inbyggt skydd mot att packningen blåser ut, exempelvis genom användning av packning med inre och yttre stödning.

4.2 Gascisterner i mark

Med en gascistern i mark avses en gascistern som är helt eller delvis täckt med fyllnadsmaterial, såsom sand eller jord.

En gascistern i mark ska

- vara förankrad, om översvämningsrisk föreligger eller om grundvattnet kan medföra att gascisternen rör sig,
- vara förlagd på ett sådant sätt att den är skyddad mot skadlig påverkan från markrörelser, erosion och andra yttre påkänningar, och
- vara omgiven av material som inte kan skada den.

4 kap. 4 § MSBFS 2020:1

Samtliga strecksatser ska uppfyllas enligt kravet. En parameter som kan vara relevant att förhålla sig till är *högsta förekommande grundvattentryck*, som kan vara en orsak till att cisternen rör sig. Det är då också viktigt att ta höjd för de ökande flöden som förutspås följa av klimatförändringarna, vilket kan resultera i att *högsta förekommande grundvattentryck* kan komma att ändras.

Ett sätt att förankra gascistern är att spänna fast den vid berggrunden, vid särskilt anordnad betongplatta eller liknande.

En gascistern som är helt omgiven av ett minst 0,3 m tjockt skikt av icke tjälskjutande material, som är fritt från sten och skarpkantat material, anses skyddad mot skada enligt sista strecksatsen.

En gascistern i mark ska vara skyddad mot trafiklaster genom att den

- ligger utanför körytan,
- har mekaniskt skydd mot trafiklaster eller
- är konstruerad för trafiklaster.

4 kap. 5 § MSBFS 2020:1

4.3 Kontroll av gascisterner

Krav kring fortlöpande tillsyn, första kontroll och återkommande kontroll för trycksatta anordningar finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning och kontroll av trycksatta anordningar (AFS 2023:11). Första kontroll och återkommande kontroll ska utföras av ackrediterat kontrollorgan. För att kunna genomföra kontroll och underhåll är det viktigt att en cistern är tillgänglig för sådana kontroller, både utvändigt och invändigt.

Gasklockor har aldrig tryck över 0,5 bar, och omfattas därför inte av krav på kontroller av ackrediterade kontrollorgan enligt AFS 2023:11. Däremot gäller kravet på fortlöpande tillsyn enligt AFS 2023:11 samt kontrollkrav enligt [kapitel 1.17.1](#).

4.4 Lastning och lossning

I detta avsnitt beskrivs lastning och lossning av ett tankfordon från respektive till en gascistern med brandfarlig gas.

En gascistern ska ha en anslutning för potentialutjämning till jord för tankfordon.

4 kap. 6 § MSBFS 2020:1

Anslutningspunkten för jordning kan sitta på gasledningarna eller direkt på gascisternen. Om cisternen i sig är jordad kan kravet uppfyllas genom en anslutning för potentialutjämning till cisternen. Jordningsanslutningen kan med fördel märkas ut med skylt. Observera att jordningsanslutningen för gascisterner får sitta i EX-zon (se [kapitel 11](#)), eftersom risken för gnista inte finns samtidigt som risken för explosiv atmosfär. Det är också viktigt att det framgår i instruktionerna för lastning/lossning att tankfordonet ska jordas innan lastnings-/lossningsledningarna ansluts. Detta följer av regelverket för transport av farligt gods, ADR-S och RID-S.

En plats för uppställning av tankfordon för anslutning till en gascistern ska vara utformad så att tankfordonet vid nödsituationer kan lämna platsen utan att behöva backa.

4 kap. 7 § MSBFS 2020:1

Syftet med kravet är att tankfordonet snabbt ska kunna lämna platsen om en farlig situation skulle uppstå. Det innebär att uppställningsplatsen får vara utformad så att tankfordonet backar dit, men kan köra därifrån utan att backa.

Det är viktigt att varna övrig trafik och upplysa obehöriga personer om att undvika uppställningsplatsen vid lastning/lossning, till exempel genom avgränsning med koner, om det behövs för att förebygga risken för påkörning. Det är inte lämpligt att använda platsen som parkeringsplats för andra fordon. Uppställningsplatsen kan till exempel märkas upp med vit färg kring den area som är markerad i situationsplanen.

Leverans med järnvägsvagn utgör en annan typ av lossningssituation där riskerna behöver utredas specifikt i utredningen om risker.



Figur 40. Tankfordon för gasol.

En gascistern för kondenserad brandfarlig gas får inte fyllas till en nivå som kan innebära att den stumfylls.

4 kap. 8 § MSBFS 2020:1

Med en stumfylld gascistern menas en cistern som är helt fylld med gas i vätskefas. Vätskefasen expanderar då kraftigt vid ökad temperatur. Tabeller för beräkning av maximal fyllnadsgrad för gasolcisterner vid olika temperaturer och för olika gasolblandningar finns i CA III³¹.

Där anges även att cisternen bör vara utrustad med två av varandra oberoende nivåmätare. Vid 15 °C varierar den maximala fyllnadsgraden mellan 82 och 88 %, beroende på gasolens sammansättning.

Riktlinjer för hur cisterner för flytande metan (LNG) kan fyllas utan att riskera stumfyllning finns i *Energigas Sveriges Anvisningar – anläggningar för flytande metan (LNGA)*. Där framgår att en LNG-cistern får fyllas till max 95 %, eftersom temperaturen hos flytande metan är relativt konstant.

Information om hantering och kontroll av slangledningar för gasol och LNG finns i *Energigas Sveriges Anvisningar för större gasolanläggningar, bilaga 8* respektive *Anvisningar för hantering och kontroll av slangledningar ~~ansedda~~ för flytande metan*. De finns att ladda ned på www.energigas.se

Arbetsgivaren ska säkerställa att en eventuell slang eller någon annan anslutning är säkert fastsatt, innan innehållet i en tank eller en MEG-container, som är placerad på ett fordon eller en vagn, eller innehållet i en batterivagn eller ett batterifordon, överförs till eller från en trycksatt anordning.

Arbetsgivaren ska också säkerställa att övervakning sker av fyllningen eller tömningen enligt första stycket, så att åtgärder kan vidtas omedelbart vid läckage eller överfyllning.

Arbetsgivaren ska även säkerställa att platsen avgränsas genom varselmärkning, för att motverka att andra arbetstagare, än de som arbetar med fyllning eller tömning, beträder platsen av misstag. Bara den eller de som utför fyllning eller tömning enligt första stycket, får vistas inom det område där arbetet utförs.

9 kap. 11 § AFS 2023:11

³¹ Cisternanvisningar III, 2018, SIS.

4.5 Gascisterner och gasklockor som tas ur bruk

Gascisterner och gasklockor som varaktigt tas ur bruk ska tömmas och gasfriförklaras. Anslutningar för brandfarlig gas ska tas bort eller åtgärdas så att de inte kan användas.

4 kap. 9 § MSBFS 2020:1

Här avses en gascistern som tas ur bruk där det inte finns någon plan för att åter ta den i bruk. Ett sätt att förhindra (oavsiktlig) användning av fyllningsanslutningar är att avlägsna påfyllningsrör och övriga friliggande rördelar. Gasfriförklaring beskrivs närmare i [kapitel 1.25](#). Energigas Sveriges *Ur- och idrifttagning för gasolcisterner* beskriver detaljerade tillvägagångssätt för att ta gasolcisterner ur bruk. Denna finns att ladda ned på www.energigas.se

För en nedgrävd cistern kan risken för framtida marksättningar minskas om den avlägsnas eller fylls med sand när den tas ur bruk.

5. Mobila gaslager

Utformning av mobila gaslager, se definition, styrs av internationella regelverk som finns införda i nationella föreskrifter. ADR-S och RID-S gäller för transport av farligt gods på väg respektive på järnväg.

MSB kan inte utfärda nationella tilläggskrav eller rekommendationer på ADR-S-godkända transportbehållare eftersom det regelverket bygger på ett FN-regelverk som har beslutats införas i Sverige i ett gemensamhetsbeslut inom EU. Nationella särkrav eller rekommendationer skulle begränsa den fria rörligheten på den inre marknaden. Ett ingrepp i utformningen av en π -märkt transportbehållare riskerar även att påverka typ-godkännande enligt TPED.

Däremot gäller LBE när transporten är avslutad och det mobila gaslagret fungerar som ett stationärt lager. Det mobila gaslagret används på en annan plats än där det fylls vilket innebär att det skulle kunna betraktas som en lös behållare. Eftersom mobila gaslager har egenskaper som skiljer sig mycket åt från lösa behållare har de getts en egen definition.

En MEG-container, se figur 41, består av flera sammankopplade behållare med brandfarlig gas. Dessa används ofta på tankstationer för fordonsgas (metan). MEG-containernar omfattas av MSB:s föreskrifter om transport av farligt gods, och ska enligt föreskrifterna MSBFS 2011:3 samt ADR-S och RID-S, besiktigas vart femte eller vart tionde år. Det finns även andra former av mobila gaslager som till exempel batterifordon, **UN-MEG-containernar** eller storflaskor av kolfibertyp som sitter fastmonterade på släp.



Figur 41. Mobila gaslager (MEG-containernar). Foto: David Gårsjö.

Mobilt gaslager

Flyttbart gaslager som används i syfte att lagervåll och försörja en anläggning med gas och som är tillverkat, kontrollerat och godkänt i enlighet med ADR-S eller RID-S, t.ex. MEG-container eller batterifordon (se definition)

MEG-container

(Multiple-Element Gas), en transportutrustning som består av element som är förbundna med varandra med ett samlingsrör och som är monterade i en ram definierat enl. ADR-S eller RID-S. Som element räknas gasflaskor, storflaskor, tryckfat eller gasflaskpaket samt tankar för gaser

Batterifordon

Ett fordon som innehåller element, vilka är förbundna med ett samlingsrör och är varaktigt fastsatta på detta fordon, definierat enligt ADR-S eller RID-S. Som element i ett batterifordon räknas gasflaskor, storflaskor, tryckfat och gasflaskpaket samt tankar för gaser definierade i 2.2.2.1.1 med en kapacitet över 450 liter

Regler för placering av mobila gaslager finns i 2 kap. 9 § i MSBFS 2020:1. Allmänna råd finns som pekar på bilaga 1 för alla brandfarliga gaser utom vätgas. För vätgas finns dimensionerande skadefall för placering i bilaga 3. Handbokstext finns i kapitel 2 ovan.

För mobila vätgaslager ska även X 2 kap. G § beaktas som handlar om risken för ansamling av vätgas. Risken för ansamling av brandfarlig vätgas bör begränsas genom att undvika fler än två sammanhängande väggar. Om tre sammanhängande väggar används ska öppningen riktas bort från de skyddsvärda objekten. Höjd och utformning av skyddsväggarna ska främja en god ventilation genom att höjden begränsas och skyddsmurarna möjliggör luftväxling underifrån.

5.1 Underlag

Mobila gaslager ska vara placerade på ett stadigt, bärande och obrännbart underlag.

X 5 kap. A § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2028.

Avsikten med att underlaget ska vara stadigt och bärande är att det mobila gaslagret med tillhörande rörledningar och utrustning inte ska utsättas för skadliga påkänningar genom sättningar eller dylikt. Exempel på lämpligt underlag är betong eller grus. Asfalt är exempel på brännbart material³² och får därför inte utgöra underlag. För vätgas är grus inte ett lämpligt underlag på grund av risken för att friktionen vid ett potentiellt vätgasutsläpp skulle kunna skapa gnistor och således utgöra en tändkälla.

Området runt det mobila gaslagret bör hållas rent från vegetation. Detta på grund av risken för att en brand i vegetationen sprider sig till anordningarna. Vegetation kan även bidra till att konsekvenserna vid ett läckage påverkas negativt genom en sämre utspädning av läckaget eller en tryckuppbyggnad vid en antändning av ett gasmoln.

5.2 Lastning och lossning av ett transportfordon med mobila gaslager

I detta avsnitt beskrivs lastning och lossning av ett transportfordon med ett mobilt gaslager med brandfarlig gas.

³² Flampunkten för asfalt kan ligga runt 200 °C, den termiska tändpunkten över 400 °C.

5.2.1 Potentialutjämning

Anslutningspunkt för ett mobilt gaslager ska vara potentialutjämnat till jord. Det mobila gaslagret ska potentialutjämnas mot denna punkt innan och under sammankoppling.

X 5 kap. B § MSBFS 2020:1

Anslutningspunkten för jordning kan sitta på de fast monterade gasledningarna. Om de fasta gasledningarna i sig är jordade kan kravet uppfyllas genom en anslutning för potentialutjämning till systemet. Jordningsanslutningen kan med fördel märkas ut med skylt. Observera att jordningsanslutningen för gaslagret får sitta i EX-zon (se kapitel 11), eftersom risken för gnista inte finns samtidigt som risken för explosiv atmosfär (ingen lossning/lastning kan ske innan jordningen är genomförd). Det är viktigt att det framgår i instruktionerna för lastning/lossning att tankfordonet ska jordas innan lastnings-/lossningsledningarna ansluts.

5.2.2 Uppställningsplats

En plats för uppställning av mobila gaslager ska vara utformad så att transportfordonet vid en nödsituation kan lämna platsen utan att behöva backa

X 5 kap. C § MSBFS 2020:1

Syftet med kravet är att transportfordonet snabbt ska kunna lämna platsen om en farlig situation skulle uppstå. Det innebär att uppställningsplatsen får vara utformad så att transportfordonet backar dit, men kan köra därifrån utan att backa.

Det är viktigt att varna övrig trafik och upplysa obehöriga personer om att undvika uppställningsplatsen vid lastning/lossning, till exempel genom avgränsning med koner, om det behövs för att förebygga risken för påkörning. Det är inte lämpligt att använda platsen som parkeringsplats för andra fordon. Uppställningsplatsen kan till exempel märkas upp med vit färg kring den area som är markerad i situationsplanen.

Leverans med järnvägsvagn utgör en annan typ av lossningssituation där riskerna behöver utredas specifikt i utredningen om risker.

5.3 Flänsskydd

Mobila gaslager för vätgas ska vara skyddade mot att brand i en läckande vätgaskoppling orsakar skadlig temperaturpåverkan på det mobila gaslagret. Kopplingar som ingår i ADR-godkända mobila gaslager är undantagna.

X 5 kap. D § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Kravet bör säkerställas genom avskärmning, flänsskydd eller placering.

5.4 Fyllning av mobila gaslager

Fyllning av mobila gaslager ska följa fyllningsinstruktionerna i P200 i ADR-S Fyllning av tryckkärl får endast ske vid särskilt utrustade platser och utföras av kvalificerad personal samt enligt ändamålsenliga metoder.

Regler för temperaturkompenserad fyllning för att säkerställa att trycket inte blir för högt i gasbehållarna under fyllning och normal drift, finns i X 2 kap F §.

6. Rörledningar

I begreppet rörledningar avses fast installerad ledning för brandfarlig gas som förutom rör även omfattar kopplingar, ventiler och övriga komponenter. I definitionen för rörledning ingår även att ledningen är konstruerad för att ta upp gällande inre tryck, yttre tryck samt reaktionskrafter. Detta skiljer rörledningen från en slangledning och innebär att så kallade flexibla rörledningar, som är tillverkade enligt en rörledningsstandard för aktuellt tryck, faller under kapitel 6 för rörledningar i MSBFS 2020:1.

För rörledningar för naturgas³³ med drifttryck över 4 bar mellan anläggningar gäller MSB:s föreskrifter om naturgas (MSBFS 2009:7). Kraven i de föreskrifterna redovisas inte i denna handbok.

Krav kring konstruktion, tillverkning och bedömning av överensstämmelse för tryckbärande anordningar med konstruktionstryck över 0,5 bar finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om tryckbärande anordningar (AFS 2023:5).

Exempel på hur kraven nedan kan uppfyllas <4 bar finns i EGN och i vissa andra fall, även i andra av Energigas Sveriges anvisningar (som finns listade i bilaga C).

6.1 Materialval för rörledningar

Exempel på lämpliga material med avseende på brandtålighet (se kapitel 1.2) är koppar eller stål. Plast och aluminium smälter vid lägre temperaturer, och kan därför utgöra en större risk vid brand. Aluminiumkomponenter får dock användas om de är CE-märkta och avsedda för att användas med brandfarlig gas. Plastledningar som förläggs i mark anses skyddade mot brand så länge de har minst 0,6 m täckningsdjup.

Det är viktigt att rörsammanfogningar dels är täta, men också att de är av brandhårdigt material. Exempel på rörsammanfogningar som används för gas är svetsfogar, lödfogar (hårdlödda), flänsförband (ej silumin) och i vissa fall presskopplingar³⁴.

6.2 Ledningsdragning

Rörledningar kan behöva skyddas mot fysisk påverkan från omgivningen, till exempel påkörning eller dörrar som öppnas. Om de går nära golvet kan de behöva skyddas med skyddsplåt eller liknande för att inte skadas om personer kliver eller står på dem. Se vidare kapitel 1.9.

Skadliga vibrationer i processutrustning eller maskiner kan också medföra att särskilda åtgärder behövs för att motverka skador på rörledningarna. Se vidare kapitel 1.7.

³³ Gäller även andra gasblandningar som till övervägande del innehåller metan.

³⁴ I EGN finns exempel på hur presskopplingar kan användas.

6.2.1 Fästeanordningar

Rörledningar ovan mark ska vara stadigt fastsatta.

6 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Kravet kan uppfyllas genom att använda röstöd. Tabell 10 nedan visar exempel från EGN gällande avstånd mellan röstöd för rostfria stålrör och hårda kopparrör. För ledning inomhus kan avstånden enligt EGN ökas med 50 % om ledningen går minst 2,5 meter ovan golv och arbetsplan och inga belastningar finns som påverkar ledningen. Exempel på användning av röstöd finns också i SSG 7270 (Standard Solutions Group).

Tabell 10. Exempel på avstånd mellan röstöd (enligt EGN).

Rostfria rörledningar		Hårda kopparrörledningar	
DN	Avstånd (m)	Ytterdiameter (mm)	Avstånd (m)
15	1,0	15	0,6
20	1,5	18	0,6
25	1,5	22	1,0
32	2,0	28	1,5

6.2.2 Skydd mot oavsiktlig ventelmanövrering

Rörledningar med öppen ände ska vara skyddade mot utsläpp vid oavsiktlig ventelmanövrering.

6 kap. 2 § MSBFS 2020:1

Skyddet anses tillräckligt om ventilen är låst, blindflänsad eller på annat sätt säkrad. Oavsiktlig ventelmanövrering kan även motverkas genom att sätta två ventiler i serie. Exempel är anslutningar för inertering, fyllning, provtagning eller dränering.



Figur 40. Exempel på rörledning med öppen ände. Foto: MSB.

6.2.3 Förväxling av anslutningar på rörledningar

Anslutningar på rörledningar som kan förväxlas med andra anslutningar ska vara utformade eller märkta för att motverka risk för förväxling avseende olika gaser och olika tryck.

Anslutningar på tankstationer och fyllningsstationer, för mobila gaslager, ska vara både utformade och märkta för att motverka risk för förväxling avseende olika gaser och olika tryck.

6 kap. 3 § MSBFS 2020:1

Andra stycket gäller från och med den 1 januari 2028.

I Arbetsmiljöverkets föreskrifter finns krav på märkning av synliga rörledningar som innehåller kemiska produkter där brandfarlig gas är en sådan produkt, se kapitel 6.3 nedan. Därför är det lämpligt att använda sig av den märkningen för att uppfylla kravet ovan till exempel med gastyp och färgmärkning enligt SS 741. Anslutningarna kan också utformas olika för olika gaser och tryck.

Både märkning och utformning behövs i de flesta fall för att motverka risk för förväxling på tankstationer och fyllningsstationer där leveransen av gas sker i MEG-containerar eller flaskpaket eller där mobila gaslager fylls, och där trycknivåerna kan skilja avsevärt. För att undvika att t.ex. gas med fel tryck kopplas in i anläggningen, eller att fel gas levereras, behöver märkningen kompletteras med olika kopplingstyper. Detta så vida inte konstruktionstrycket hos mottagande anordning alltid är högre än det levererande gaslagrets tryck. Risken för sådana olyckor kan utredas och dokumenteras i utredningen om risker för verksamheten.

Utöver tydliga märkningar och korrekt utformning av dispensermunstycken kan en tankstation även förses med en informationsskylt om att användning av adaptrar är förbjudna. Se även kapitel 1.18.3

6.2.4 Dolda rörledningar

Rörledningar som är dragna inuti eller genom väggar, tak eller golv eller som på annat sätt är förlagda dolt i en byggnad ska ha svetsade eller hårdlödda fogar. Sådana ledningar ska ha skyddsrör för att förhindra slitage samt för att förhindra att läckande gas sprider sig inuti byggnadens väggar, tak eller golv.

Kraven gäller inte rörledningar som är åtkomliga utan hjälp av verktyg.

6 kap. 4 § MSBFS 2020:1

Kravet gäller endast hantering som påbörjas efter den 1 augusti 2020.

Rörledningar med vätgas får inte förläggas inomhus dolt i en byggnad förutom vid genomföringar genom väggar, tak eller golv. Vid sådana genomföringar ska skyddsrör användas för att förhindra slitage samt för att förhindra att läckande gas sprider sig inuti byggnadens väggar, tak eller golv. Rörledningar som går genom sådana genomföringar ska inte ha några fogar inuti genomföringen.

6 kap. 5 § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2029.

För 6 kap. 4 § i MSBFS 2020:1 finns en övergångsbestämmelse som innebär att kravet endast gäller för hantering som påbörjas efter den 1 augusti 2020. För 6 kap. 5 § införs en övergångsbestämmelse för alla av kravet berörda rörledningar till den 1 januari 2029.

Skyddsröret i sig skyddar inte nödvändigtvis mot skador från till exempel borr/spik utan har som grundläggande funktion att leda bort ett eventuellt läckage till en säker plats. Skyddsrör i plast behöver därför förses med spikskydd om skyddsröret placeras så grunt (mindre än 100 mm) att risk för skador från till exempel borr/spik kan uppstå.

Alternativt kan skyddsrör av metall användas. Detta beskrivs närmare i Energigas Sveriges Energigasnormer, EGN.

Observera att rör genomföringar genom brandtekniskt avskilda väggar behöver utformas så att inte väggens brandtekniska klass punkteras, till exempel med brandprovade rör genomföringar.

Rör genomföring genom en solid vägg behöver inte ha ett skyddsrör men väl dras inuti en skyddshylsa dels för att inte röret ska skadas, men även för att det ska kunna bytas ut vid behov. Det är även viktigt att då täta mot rör och hylsa vid innerväggen.

För vätgas är reglerna på grund av ökad läckagebenägenhet lite skarpare. Rörledningar får inte alls förläggas dolt inomhus undantaget genomföringar då skyddsrör ska användas. Inga fogar tillåts i dessa genomföringar och kraven gäller även för rörledningar som är åtkomliga utan verktyg.

Gasledningar, **med undantag för vätgas**, ovanför ett innertak med lösa skivor betraktas inte som inbyggda och behöver då inte ha skyddsror. Med en inspektionslucka för en rörsammanfogning kan den anses som åtkomlig utan hjälp av verktyg, och behöver då inte vara svetsad eller hårdlödd. Skyddsroren behöver då ändå finnas fram till inspektionsluckan. På detta sätt kan rörsammanfogningen kontrolleras med avseende på täthet.

6.3 Märkning av rörledningar

Synliga rörledningar som innehåller en farlig kemisk produkt är märkta med produktens faropiktogram enligt förordningen (EG) nr 1272/2008 (CLP). En rörledning som används för flera produkter kan märkas med alla aktuella faropiktogram.

Märkningar ska placeras väl synliga, med lämpliga mellanrum och nära farliga ställen där det finns risk för läckage, såsom ventiler och kopplingar.

7 kap. 26-27 § AFS 2023:10

Brandfarlig gas är ett exempel på en farlig kemisk produkt, vilket innebär att Arbetsmiljöverkets krav om kemiska arbetsmiljörisker gäller. Där finns krav på hur rörledningar ska märkas. För brandfarlig gas används faropiktogrammet för brandfarligt innehåll (GHS02, se figur 42).

Svensk standard SS 741 visar exempel på märkning av rörledningar med färgmärkning som anger en viss typ av vara. Av standarden framgår att rörledning med brandfarlig gas har orange färgmärkning.



Figur 42. Exempel på märkning av en rörledning med gasol.

6.4 Rörledningar i mark

Rörledningar i mark ska

- vara förlagda på ett sådant sätt att de är skyddade mot skadlig påverkan från markrörelser, erosion och andra yttre påkänningar, och
- vara omgivna av material som inte kan skada dem.

6 kap. 6 § MSBFS 2020:1

Kravet gäller endast hantering som påbörjas efter den 1 augusti 2020.

Riktlinjer för kringfyllnad för rörledningar i mark finns i Energigas Sveriges anvisningar (EGN, TSA och SGA, se [bilaga C](#)).

6.4.1 Spårbarhet av rörledningar i mark

Rörledningar i mark ska vara spårbara genom att ledningarna är inmätta. Mätningen ska vara dokumenterad.

6 kap. 7 § MSBFS 2020:1

Kravet gäller endast hantering som påbörjas efter den 1 augusti 2020.

Exempel på hur kravet kan uppfyllas är att ledningen är inmätt och mätningen dokumenterad med dragning i x-, y- och z-led. Inom ett verksamhetsområde är det tillräckligt om ledningens ungefärliga dragning i x- och y-led finns redovisad på ritning. För distributionsledningar förvaras dokumentationen lämpligen hos anläggningsägaren, hos den som driver nätet och hos kommunen.

6.4.2 Skydd mot pågrävning

Rörledningar i mark ska vara skyddade mot pågrävning genom att

- det finns markeringsband som informerar om förekomsten av rörledningar med gas längs och ovan ledningens sträckning,
- det finns ett tillräckligt avstånd mellan rörledningen och andra installationer i mark,
- det finns ett tillräckligt avstånd mellan rörledningen och byggnader, och
- rörledningen har minst 0,6 meter täckningsdjup.

Vid styrd borring behövs inget markeringsband.

6 kap. 8 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Avstånd mellan en rörledning i mark och andra installationer i mark, samt mellan en rörledning i mark och byggnad, bör följa **standarder eller etablerade branschnormer**.

I Energigas Sveriges Energigasnormer, EGN, eller Energigas Sveriges Anvisningar för större gasanläggningar, SGA, finns exempel på godtagbara avstånd mellan gasledningar i mark och andra installationer i mark samt mellan en gasledning i mark och byggnad.

Tabell 11 visar exempel på avstånd mellan ledning i mark och byggnad. Exempel på utformning av skyddsrör och grävskydd finns i EGN. Avstånd för rörledningar med tryck över 4 bar utom anläggning regleras **för naturgas** i MSB:s föreskrifter om ledningssystem för naturgas (MSBFS 2009:7)³⁵.

Enda undantaget från när avstånd till byggnad behövs är för en byggnad som ledningen leder in i. Det innebär dock inte att en ledning får dras under en byggnad.

Observera att skydd mot trafiklaster normalt kräver större täckningsdjup än 0,6 meter (se tabell 12).

Tabell 11. Exempel på avstånd mellan ledning i mark och byggnad (enligt EGN).

Avstånd mellan rörledning ≤ 4 bar i mark och byggnad	
Inom tätbebyggt område eller inom anläggning	2 meter, eller 1 meter med gastätt skyddsrör
Utom tätbebyggt område	12 meter, eller 2 meter med grävskydd

³⁵ Dessa gäller dock inte för ledningssystem för tankstationer för metangasdrivna fordon. Se då istället *Energigas Sveriges Anvisningar – tankstationer för metangasdrivna fordon*, TSA.

6.4.3 Skydd mot trafiklaster

Rörledningar i mark ska vara skyddade mot trafiklaster genom att de

- ligger med ett täckningsdjup på minst 1 meter (om rörledningen endast i undantagsfall utsätts för trafiklaster från tung trafik är 0,8 meter tillräckligt),
- har mekaniskt skydd mot trafiklaster, eller
- ligger utanför körytan.

6 kap. 9 § MSBFS 2020:1

Täckningsdjup kan behövas för att skydda mot brandpåverkan eller trafiklaster. Sammantaget innebär kraven ett minsta täckningsdjup enligt tabell 12 nedan.

Tabell 12. Exempel på täckningsdjup för att skydda mot brandpåverkan eller trafiklaster (enligt EGN).

Förutsättningar	Täckningsdjup
Områden med regelbunden tung trafik, som de flesta vägar och inom industriområden.	1,0 meter
Områden där det vanligtvis inte förekommer tung trafik, som villaområden och liknande.	0,8 meter
Områden utan trafiklaster, till exempel grönområde, tomtmark, cykel- och gångbanor.	0,6 meter

6.5 Anslutning för fartyg

En anslutning för ett fartyg ska ha elektrisk isolering mellan anslutningen och rörledningen på land.

6 kap. 10 § MSBFS 2020:1

I hamnar och större anläggningar finns risk för vagabonderande strömmar från starkströmsanläggningar som till exempel pumpar och järnvägsanläggningar och likströmsanläggningar, till exempel katodskyddsanläggningar. Dessa strömmar kan bli ganska stora, flera tiotals ampere i värsta fall. Risk finns då att vagabonderande strömmar tar vägen via gasledningen. När man då kopplar isär anslutningen till gasledningen kommer det att uppstå en brytgnista som kan orsaka antändning. Sådana strömgenomgångar och därmed också brytgnistor förhindras genom en elektrisk isolering, till exempel en isolerfläns. Då är det också viktigt att slang med utvändigt ledningsförmåga inte ligger på kajen, utan hänger fritt eller läggs på isolerande upplag fram till fartygsrelingen. Det är särskilt viktigt att motverka vagabonderande strömmar i hamnar eftersom vattnet utgör ett så bra jordtag i förhållande till de varierande förutsättningarna i mark, men man kan också behöva hantera fenomenet inom andra större industrianläggningar

6.6 Rörledningar som tas ur bruk

Rörledningar som varaktigt tas ur bruk ska tömmas och gasfriförklaras. Anslutningar för brandfarlig gas ska tas bort eller åtgärdas så att de inte kan användas.

Kravet gäller inte gasuttagssystem i deponier.

6 kap. 11 § MSBFS 2020:1

Här avses en rörledning som tas ur bruk där det inte finns någon plan för att åter ta den i bruk inom en överskådlig framtid. Gasfriförklaring beskrivs närmare i [kapitel 1.25](#).

6.7 Rörledningar och zonklassning

Explosiv atmosfär och zonklassning beskrivs kortfattat i [kapitel 11](#).

Exempel på zonklassning i anslutning till rörledningar finns i SEK Handbok 426. Där framgår att heldragna rörledningar inte ger upphov till EX-zon utanför rörledningen. Det gör vanligtvis inte heller rörsammanfogningar, såvida det inte finns särskilda skäl.

Exempel kan vara ledningar som utsätts för tryckstötter eller vibrationer. **För vätgasledningar är det fördelaktigt att hålla nere antalet kopplingspunkter för att på så sätt minska risken för läckage.**

Ledningar med öppen ände kan dock ge upphov till EX-zon. Exempel är utlopp från säkerhetsventil, avluftsledning eller dräneringsöppning. Det är därför viktigt att sådana öppningar mynnar där gasen inte kan antändas eller ansamlas i ett slutet utrymme, utan i första hand utomhus.

7. Slangledningar

Med slangledningar (eller slangar) menas böjliga gasledningar som använd när rörligheten behövs, till exempel på grund av vibrationer i utrustningen eller vid anslutning till flyttbar eller rörlig utrustning.

En rörledning av plast är inte en slangledning. Information om användning av slangledningar vid lastning och lossning vid gascisterner finns i [kapitel 4.4](#).

7.1 Användning av slang

Slangledningar får endast förekomma då deras rörlighet behövs.

7 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Kravet innebär att slangledningar inte ska användas där rörledningar är ett lämpligare val. I de flesta fall kan en slangledning med en maximal längd på 1,5 m vara tillräckligt, men på exempelvis byggarbetsplatser kan längre slangledningar vara motiverade. Att använda skyddshylsa för att dra en slang genom en vägg anses inte förenligt med detta krav.

Slangledningar ska vara armerade eller av stål. Armerade slangledningar som ansluts mellan lösa behållare och utrustning avsedd för gasol med oreducerat tryck ska ha armering av stål.

7 kap. 2 § MSBFS 2020:1



Figur 43. Exempel på slanginstallation.

Vanliga gasolslangar har ofta en textilarmering bestående av ett nät inuti slangen. Se några exempel på slangar i figur 44. Stålarmerade slangar är bättre skyddade mot mekanisk påverkan. Syftet med kravet är att motverka risken för läckage, eftersom ett läckage av oreducerat tryck snabbt kan få allvarliga konsekvenser. [Se vidare kapitel 7.6 för val av rätt slangkvalitet till rätt gas och tryck.](#)



Figur 44. Några exempel på olika slangtyper. Orange är textil-armerad. Svart är stålarmerad. Gul är plastbelagd stålslang. Foto: Lööfs gasol.

7.2 Skydd mot förslitning

Slangledningar som riskerar att utsättas för förslitning, **slangbrott eller lossryckning** ska vara skyddade mot detta.

7 kap. 3 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Slangledningar i restaurangmiljöer som riskerar att påverkas av frätskador på grund av fettbeläggningar bör vara plastbelagda.

En tankstation bör vara så konstruerad att ingen del av slangen släpar i marken och gasen inte strömmar ut om fordonet körs från tankningsplatsen utan att slangen är losskopplad.

7.3 Förläggning av slang

Eftersom slangar inte har samma hållfasthet som rörledningar är det viktigt både att de inte utsätts för mekaniska påfrestningar och att de lätt kan inspekteras för att se om de behöver bytas ut.

Ett återfyllt schakt betraktas som förläggning i mark men det gör inte en inspekterbar kulvert täckt med lock.

Slangledningar ska vara inspekterbara.

7 kap. 4 § MSBFS 2020:1

Slangledningar får inte vara inbyggda inuti väggar, tak eller golv eller på annat sätt vara förlagda dolt i en byggnad.

7 kap. 5 § MSBFS 2020:1

7.4 Förväxling av anslutningar på slangledningar

Slangledningarna ska också skiljas åt genom att märkas upp tydligt enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter, se kapitel 6.3 ovan, bland annat med gastyp och färgmärkning enligt SS 741.

Både märkning och utformning behövs i de flesta fall för att motverka risk för förväxling på tankstationer och fyllningsstationer där leveransen av gas sker i MEG-containerar eller flaskpaket eller där

mobila gaslager fylls, och där trycknivåerna kan skilja avsevärt. För att undvika att t.ex. gas med fel tryck kopplas in i anläggningen, eller att fel gas levereras, behöver märkningen

Anslutningar på slangledningar som kan förväxlas med andra anslutningar ska vara utformade eller märkta för att motverka risk för förväxling avseende olika gaser och olika tryck.

Anslutningar på tankstationer och fyllningsstationer för mobila gaslager, ska vara både utformade och märkta för att motverka risk för förväxling avseende olika gaser och olika tryck.

X 7 kap. A § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2028.

kompletteras med olika kopplingstyper. Detta så vida inte konstruktionstrycket hos mottagande anordning alltid är högre än det levererande gaslagrets tryck eller till exempel att endast en gas hanteras på en anläggning. Risken för sådana olyckor kan utredas och dokumenteras i utredningen om risker för verksamheten.

Utöver tydliga märkningar och korrekt utformning av dispensermunstycken kan en tankstation även förses med en informationsskylt om att användning av adapterar är förbjudna. Se även kapitel [1.17.3](#).

7.5 Backventil

Vid svetsning eller skärning med svetsbrännare med tillförsel av syre eller tryckluft ska backventiler finnas mellan svetshandtaget och slangledningar för brandfarlig gas och syrgas eller tryckluft. Backventiler ska kontrolleras regelbundet med avseende på funktionalitet.

7 kap. 6 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Backventiler bör kontrolleras minst var sjätte månad. Kontrollen bör ske enligt tillverkarens anvisningar.

Syftet med backventiler är att svetsgas inte ska flöda in i syrgas- eller tryckluftsslangen eller tvärtom. Då finns risk att slangen exploderar (vilket också kan starta ett sönderfall i en acetylenflaska om sådan används). Kravet på backventil gäller inte för svetsutrustning som inte använder syrgas eller tryckluft.

Kontrollen dokumenteras och kan därmed kontrolleras i samband med tillsyn.

7.6 Att välja rätt slang ~~Standarder för slangar~~

För att försäkra sig om att man använder slangledningar som är avsedda för rätt brandfarliga gas är det lämpligt att välja en slang som är CE-märkt eller har tillverkats efter en standard när det inte finns krav på CE-märkning. Det är viktigt att standarden är lämplig för användningen, till exempel för den gas som ska användas och de temperaturer den kan tänkas utsättas för. Det är också viktigt att slangledningar har god motståndskraft mot UV-ljus, ozon och mekaniskt slitage. En slangledning är vanligtvis märkt med tryck, högsta och lägsta tillåtna omgivningstemperatur, gastyp samt den standard som slangens är tillverkad enligt.

Gasolslangar som följer någon av standarderna nedan är avsedda för temperaturer ner till -30 °C, och kan därför användas i **de flesta** svenska klimat. Gasolslangar som följer vissa andra standarder är inte avsedda för sådana temperaturer.³⁶

- SS-EN 16436-1 (gäller slangledningar för gasol)
- SS-EN 1762 (sådan slang är stålarmrad om den är märkt SD, SD-LTS eller SD-LTR)
- SS-EN 14800 (gäller slangledningar av korrugerad metall)
- SS-EN ISO 10380 (gäller slangledningar av korrugerad metall)
- SS-EN 13766 (för gasol och flytande metan)
- SS-EN 14585-1 (gäller slangledningar av korrugerad metall)

³⁶ Exempel på standard som inte är avsedd för svenskt klimat är SS-EN ISO 3821. SS-EN 559 och SS-EN 1763 är upphävda standarder.

8. Acetylen

Hantering av acetylen innebär särskilda krav och försiktighetsåtgärder på grund av risken för sönderfall. Med sönderfall menas en reaktion där acetylenmolekylerna sönderdelas under kraftig värmeutveckling till framför allt kol och vätgas. Reaktionen bildar värme och ökar därmed trycket om den sker i en acetylenflaska. Resultatet kan i värsta fall bli att flaskan exploderar.

8.1 Sönderfall

Risken för sönderfall kan motverkas genom att acetylen hanteras under tryck som inte överstiger 1,5 bar. Acetylen hanteras därför inte i gascisterner, som oftast är avsedda för högre tryck. Även gasflaskor för acetylen har högre tryck, men innehåller en porös massa där gasen är löst i lösningsmedel (aceton) som motverkar risken för sönderfall.

Lösa behållare med acetylen som är anslutna till en rörledning eller en slang ska stå upprätt.

8 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Eftersom acetylenet är löst i aceton så rinner acetonen ut genom ventilen om den inte står upprätt.

Vid hantering av acetylen i rörledningar ska risken för sönderfall motverkas genom att rörledningens innerdiameter begränsas.

8 kap. 2 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Maximalt tryck i förhållande till slangens inre rördiameter bör följa standarder eller etablerade branschnormer.

Sönderfall i en rörledning kan förebyggas genom att rörledningens innerdiameter i förhållande till trycket begränsas. **Maximalt tryck enligt Acetylennormerna i förhållande till slangens inre rördiameter framgår av diagrammet på sidan 64, i Utformning av försörjningssystem för gas – utgåva 2 (Svetskommissionen, 2006).**

8.2 Materialval

Acetylen får endast hanteras i armatur och rörledningar som innehåller mindre än 70 % koppar.

8 kap. 3 § MSBFS 2020:1

Acetylen bildar tillsammans med vissa metaller, till exempel koppar och silver, högexplosiva föreningar så kallade acetyliden. Om lod som används för hårdlödning av förband har högre silverhalt än 43 % och högre kopparhalt än 21 % och kommer i kontakt med acetylen finns det risk att det bildas acetyliden. Explosiva föreningar kan också bildas om detaljer i rörledning, ventil eller armatur innehåller mer än 70 % koppar.

8.3 Bakslagsskydd

Vid förbränning av acetylen ska bakslagsskydd finnas som motverkar risken för att ett bakslag når acetylenbehållaren eller rörledningen. Bakslagsskydd ska kontrolleras regelbundet med avseende på yttre skador, förlitning och funktionalitet.

8 kap. 4 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Bakslagsskydd bör kontrolleras minst var 24:e månad. Kontrollen bör ske enligt tillverkarens anvisningar.

Detta innebär att varje förbrukningsställe för acetylen behöver ha bakslagsskydd. Bakslagsskyddet motverkar att acetylensönderfall sprider sig till rörledningssystemet eller gasflaskan genom att skydda mot en tryckvåg eller en flamfront inuti slangen. Det är lämpligt att välja bakslagsskydd som följer SS-EN ISO 5175-1 Gassvetsutrustningar

– Del 1: Säkerhetsdon med flamspärr.

För bakslagsskydd som kan återställas efter att de löst ut kan även dess funktion kontrolleras. Kontrollen dokumenteras och kan därmed kontrolleras i samband med tillsyn.

8.4 Särskilda krav för verksamheter i bostadshus

I flerbostadshus ska lösa behållare med acetylen förvaras i ett särskilt avsett och till det fria ventilerat utrymme som utgör en egen brandcell, med brandteknisk klass motsvarande lägst EI 30

8 kap. 5 § MSBFS 2020:1

Kravet gäller från och med den 1 januari 2027.

En verksamhet som använder lokaler i flerbostadshus måste följa regelverket för dessa. För lösa behållare med acetylen finns regler både i 3 kap. och 8 kap. 5 §. Syftet med dessa regler är att stora behållare och mängder brandfarlig gas, i detta fall acetylen, inte ska hanteras i och i anslutning till flerbostadshus.

9. Vätgas

Hantering av vätgas medför att särskilda försiktighetsåtgärder behöver vidtas på grund av gasens egenskaper. Detta kapitel och handboken i övrigt tar huvudsakligen upp vätgas i gasfas, GH_2 , eftersom det är i dag vanligast förekommande och det finns efterfrågan på regler och vägledning angående den hanteringen. I ett senare skede kommer gashandboken och sannolikt även hanteringsföreskriften att behöva uppdateras även för flytande vätgas, LH_2 .

9.1 Vätgashantering

9.1.1 Produktion

Produktion av vätgas kan ske på olika sätt som till exempel reformering av naturgas och elektrolys av vatten. Reformering av naturgas är än så länge vanligast men det blir nu allt vanligare med tillverkning av så kallad grön vätgas. Grön vätgas innebär elektrolys av vatten i en elektrolysör med fossilfritt framställd el. Då bildas vätgas, syrgas och värme. När vätgas produceras av överskottsel från fossilfria energikällor är det ett sätt att ta till vara och lagra den fossilfria energin från sol och vind.

Det finns även nya innovativa sätt att framställa vätgas som till exempel genom plasmaförbränning av avfall.

9.1.2 Lagring

Vätgas har högt energiinnehåll per viktenhet, men lågt per volymenhet på grund av låg densitet. Rationell lagring kräver därför mycket höga tryck eller övergång till flytande fas, vilket medför nya risker. Förvaring av vätgas i gasfas, GH_2 , sker därför ofta vid höga tryck 300–950 bar men både högre och lägre tryck förekommer.

Lagring kan ske på konventionellt sätt i lösa behållare eller i gascisterner av stål. Kärnväggarna på metallbehållare tenderar dock att bli väldigt tjocka på grund av det höga tryck som vätgas förvaras vid, och behållarna därmed tunga. Därför har det blivit allt vanligare med kompositbehållare även för stationära förhållanden, se 9.1.4 nedan.

Vätgas kan även lagras i så kallade metall-hydrider eller adsorberat till, till exempel zeoliter. Dessa tekniker är inte vanligt förekommande och behandlas för närvarande inte närmare i denna handbok.

9.1.3 Tryckkärlslagstiftningen

Tryckkärl avsedda för tryck överstigande 0,5 bar omfattas av Arbetsmiljöverkets föreskrifter om tryckbärande anordningar, AFS 2023:5. AFS 2023:5 genomför tryckkärlsdirektivet 2014/68/EU (PED) i svensk lagstiftning. Föreskrifterna gäller konstruktion, tillverkning och bedömning av överensstämmelse för tryckbärande anordningar och aggregat vars högsta tillåtna tryck, PS, är högre än 0,5 bar.

I AFS 2023:5 finns i bilaga 1 de väsentliga säkerhetskrav beskrivna, som ska vara uppfyllda för tryckkärl som är avsedda för brandfarlig gas. Enligt 2.12 Extern brand gäller att:

Om nödvändigt ska tryckbärande anordningar vara konstruerade och, i förekommande fall, vara utrustade med lämpliga tillbehör eller förberedas för att utrustas med sådana för att uppfylla kraven på skadebegränsning vid extern brand, i synnerhet med beaktande av anordningens avsedda användning.

Produkter som uppfyller gällande EU-direktiv i detta fall AFS 2023:5 är godkända. Det innebär att nationell lagstiftning inte kan göra ytterligare produktkrav gällande. Om en tryckbärande anordning uppfyller kraven enligt AFS 2023:5 (PED) så ska detta intygas i ett så kallat *Declaration of Conformity*. Då ska anordningen även uppfylla de harmoniserade standarder som finns. Tryckbärande anordningar som uppfyller en standard som är harmoniserad mot tryckkärlsdirektivet har presumption³⁷ mot PED:s hälso- och säkerhetskrav. Läs mer om CE-märkning enligt PED i kapitel [1.25](#).

9.1.4 Kompositbehållare

Kompositcylindrar/cisterner har ett gastätt skikt av metall eller plast innerst och är sedan överspunna av kol- eller glasfiberarmerad plast som ger god hållfasthet per viktenhet.

De väsentliga säkerhetskraven i bilaga 1 till AFS 2023:5, se [2.1.3](#), behöver inte innebära några egna krav på brandskydd för en kompositbehållare i allmänhet. Men för en specifik användning med en högre brandrisk krävs att skadebegränsning eller möjlighet för skadebegränsning för tryckbärande anordningar³⁸ beaktas för att få en säker hantering. För en kompositbehållare kan detta göras med exempelvis en smältsäkring eller att kompositbehållaren är av typen leak-before-burst.

Kompositcisterner är ibland inte CE-märkta men däremot π -märkta. π -märkningen innebär att de är ADR-godkända och därmed godkända för transport av farligt gods. Enligt guidelines till PED är π -märkta anordningar även godkända för att användas stationärt, dvs π -märkningen går att jämföra med CE-märkningen.

³⁷ Om du använder harmoniserade standarder när du utformar och tillverkar dina produkter anses produkterna uppfylla gällande EU-krav. Detta kallas presumption om överensstämmelse.

³⁸ (RISE-rapport P116669).

9.1.5 Vätgas i vätskefas

Vätgas i vätskefas, LH_2 , förvaras vid ca -253 °C (vätgasens kokpunkt vid atmosfärstryck) i kryogena kärl som är värmeisolerade och/eller vakuummantlade. LH_2 har i många avseenden andra egenskaper och riskfaktorer men är ännu inte vanligt förekommande i Sverige. Det behandlas därför för närvarande inte närmare i denna handbok.

9.1.6 Transport

Transport av farligt gods omfattas av lagen (2006:263) om transport av farligt gods samt föreskrifterna ADR-S för transport på väg och i terräng samt RID-S för transport på järnväg. Transport av vätgas sker oftast i MEG-containerar eller i så kallade batterifordon men även som gasflaskor och i gasflaskpaket. Även transport via rörledningar förekommer liksom planering/byggande av mer långväga transmissionsledningar (pipe-lines) för transport.

9.1.7 Användning

Vätgas kan användas i till exempel bränsleceller, förbränningsmotorer, gasturbiner eller brännare men även som insatsråvara i industriella processer. Traditionellt har vätgas framför allt använts till exempel inom industrin som reduktionsgas samt inom forskning och analys som instrumentgas.

Vid användningen i en bränslecell reagerar vätgasen med luft-syre och genererar el, vatten samt värme. Elen kan användas i till exempel bilar och transportfordon, industrin eller för att balansera elnätet.

I andra fall, som exempelvis vid fartygsdrift, kan vätgasen användas för framdrift med hjälp av en förbränningsmotor eller en gas- och ångturbin. Ett stort användningsområde för vätgas inom industrin förutses bli som reduktionsmedel vid så kallad direktreducering av järnpellets till järnsvamp.

9.1.8 Regelverk och myndigheter

I figur 45 nedan finns en översiktsbild över de olika lagar som reglerar hantering av brandfarlig gas i olika delar i värdekedjan samt vilka myndigheter som ansvarar för respektive lag.

	Tillverkning 	Lagring 	Transport 	Förbrukning 
MSB	LBE ATEX (A)	LBE ATEX SEVESO LSO	TPED LFG	LBE ATEX (A) SEVESO LSO
Arbetsmiljöverket	AML ATEX (P)	AML ATEX (P) PED	AML	AML ATEX (P) PED
Boverket	PBL	PBL		PBL
Naturvårdsverket	MB	MB		MB
Transportstyrelsen			LFG	
Elsäkerhetsverket	ESL ATEX (P)	ESL ATEX (P)		ESL ATEX (P)

Figur 45. Översiktstabel över de olika lagar som reglerar hantering av brandfarlig gas i olika delar i värdekedjan samt vilka myndigheter som ansvarar för respektive lag. **AML** Arbetsmiljölagen (1977:1160); **ATEX (A)** EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 1999/92/EG om minimikrav för förbättring av säkerhet och hälsa för arbetstagare som kan utsättas för fara orsakad av explosiv atmosfär (ATEX-Användardirektivet); **ATEX (P)** EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2014/34/EU om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om utrustning och säkerhetssystem som är avsedda för användning i explosionsfarliga omgivningar (ATEX-Produktdirektivet); **ESL** Elsäkerhetslag (2016:732); **LBE** Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor; **LFG** Lag (2006:263) om transport av farligt gods; **LSO** Lag (2003:778) om skydd mot olyckor; **MB** Miljöbalk (1998:808); **PBL** Plan- och bygglagen (2010:900); **SEVESO** Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

9.2 Vätgasens egenskaper

Vätgas är färg-, lukt- och smaklös. Den är inte korrosiv eller giftig men kan i höga koncentrationer vara kvävande om luft-syret trängs undan.

Det är en brännbar och brandfarlig gas enligt LBE, det vill säga att den är antändbar i luft vid en temperatur av 20 °C och ett atmosfärstryck på 101,3 kPa.³⁹

Vätgas är den lättaste av alla gaser. Den har en hög stigkraft, diffusivitet och mycket låg densitet (ca en fjortondel av lufts densitet).

³⁹ Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2010:4) om vilka varor som ska anses utgöra brandfarliga eller explosiva varor, 2 kap. 1 §.

Vätgas har på grund av dessa egenskaper, liksom andra gaser, en tendens att vid ett läckage blanda sig med luft och kan skapa antändbara blandningar. Detta är även skälet till att håligheter och utrymmen där gasen i händelse av ett utsläpp kan ansamlas måste undvikas.

Vätgasmolekylens begränsade storlek leder till en förhållandevis hög flödes hastighet både vid permeation genom material och vid en potentiell läcka genom till exempel anslutningar eller tätningar.

Vid läckage i form av en jetstråle bildas, på samma sätt som för alla brandfarliga gaser, en brännbar blandning främst i själva jetstrålen eftersom luftinblandningen primärt drivs av turbulens och knappt påverkas av diffusion. En jetstråle, och om den antänds en jetflamma, blir därför, för alla brandfarliga gaser, relativt smal. Det beror på att området vinkelrätt ut från jetens riktning snabbt får koncentrationer under LFL. För vätgas sträcker sig flaman i sin flödesriktning ut till en vätgaskoncentration på cirka 11%.

Värmen i jetflaman och förbränningsgaser från vätgasbränder kan orsaka skador på människor. Temperaturen hos en jetflamma uppgår till ca 2000 °C och då den är svår att se kan personer riskera att närma sig den och till och med gå in i den utan att upptäcka den i förväg. Dock så avger läckage från höga tryck ett distinkt ljud som ger en indikation på att ett utsläpp pågår.

Förbränningsgaserna från själva vätgasbränden innehåller bara vattenånga och är därför inte hälsovadlig på samma sätt som för många andra brandfarliga gaser. Gastemperaturerna i förbränningsgaserna kan dock vara så höga att de är skadliga upp till tredubbla flamlängden.

Kvävningsrisk kan förekomma i de fall ett vätgasutsläpp trycker undan luften i ett avgränsat utrymme även om vätgas inte i sig är giftigt. Detta sker dock vid en koncentration långt över LFL.

9.2.1 Väteförsprödning och permeation

Vätgas kan påverka metalliska material exempelvis genom väteförsprödning och genom väte-attack vid hög temperatur. För vätgas ställs därför särskilda krav på motståndskraft och täthet hos alla material som kommer i kontakt med gasen. Vid väteförsprödning tränger atomärt väte in i metallstrukturen och försämrar metallens mekaniska egenskaper som duktilitet⁴⁰ och brottseghet. Läs mer om väteförsprödning i bilaga F.

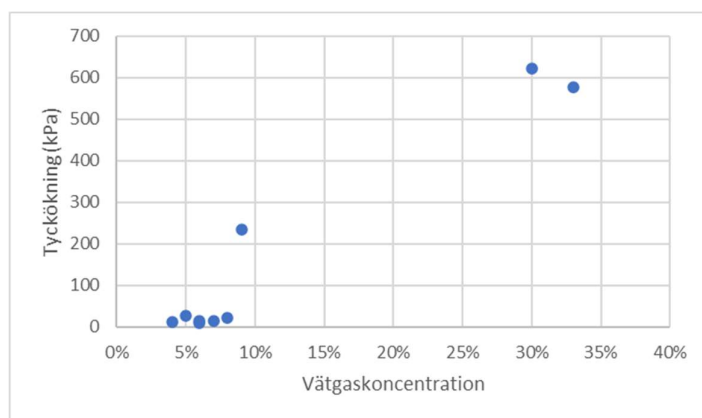
Väte har även förmåga att diffundera in i och genom fasta polymera material, så kallad permeation (genomträngning/diffusion) och läcka ut genom till exempel kopplingar och packningar

⁴⁰ Mått på materialets förmåga att utsättas för plastisk deformation utan att sprickbildning uppstår.

9.2.2 Brännbarhetsområde och detonationsområde

Vätgas har ett stort brännbarhetsområde, 4 – 74 volyms-% brukar anges där 4 % avser lower flammability level, LFL, och 74 % higher flammability level, HFL.

För vätgas används även lower hazardous level (LHL) som är 8 %. Detta begrepp är relevant eftersom det är först vid denna vätgashalt som en gasblandning blir farlig enligt en rapport av H. Cheikhravat et al (2012)⁴¹. Författarna visar i refererad rapport resultat för hur trycket ökar som funktion av vätgaskoncentration, se figur X. Där framgår att det sker en större tryckupbyggnad först vid koncentrationer över 8%.



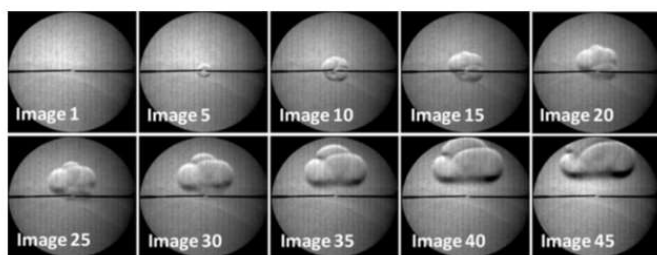
Figur X. Tryckökning vid förbränning av vätgas vid olika koncentrationer i luft

Nedanstående fotografier som visar förbränningsförloppet vid olika vätgaskoncentrationer, se figur Y. Figuren visar att det är först vid 9 % som förbränningen propagerar i alla riktningar.

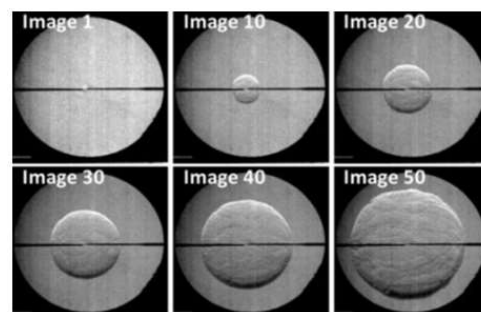
⁴¹ H. Cheikhravat, N. Chaumeix, A. Bentaib & C.-E. Paillard (2012) *Flammability Limits of Hydrogen-Air Mixtures*, Nuclear Technology, 178:1, 5-16, DOI: 10.13182/NT12-A13543

Vad är LFL? 4%?

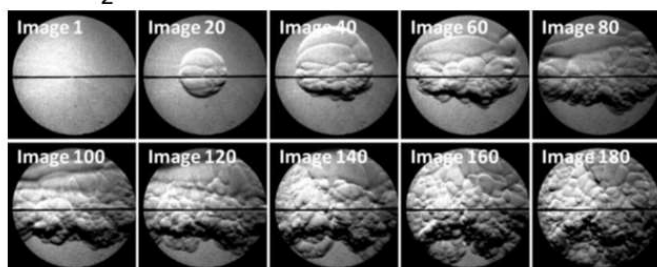
7 % H₂



25 % H₂



9 % H₂



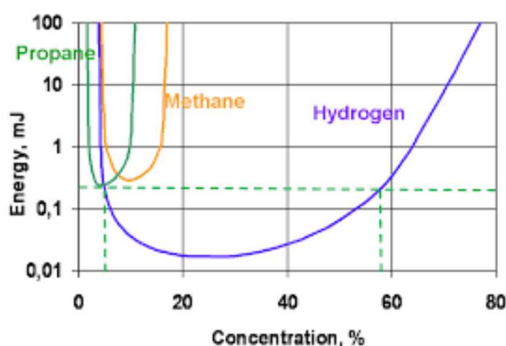
Från: H. Cheikhravat, N. Chaumeix, A. Bentaib & C.-E. Paillard (2012) *Flammability Limits of Hydrogen-Air Mixtures*, *Nuclear Technology*, 178:1, 5-16, DOI: 10.13182/NT12-A13543

Figur Y. Förbränningsförloppet för vätgas vid olika koncentrationer i luft (taget med höghastighetskamera).

Detonationsgränser varierar avsevärt beroende på bland annat geometri och omrörningsgrad. Flera faktorer behöver därför ofta beskrivas och beaktas vid en utredning om risken för detonation och ett standardiserat mått saknas.

9.2.3 Antändningsenergi

Antändningsenergi varierar med sammansättningen hos en gasblandning. För vätgas är den så låg som 0,017 mJ vid en sammansättning på 22-26 volyms-% det vill säga lite lägre än den stökiometriska sammansättningen för vätgas på ca 29 volyms-%. Se figur Z nedan. Eftersom de flesta tändkällor ger upphov till antändningsenergi >10 mJ skulle de räcka till för att antända gasblandningar även i närheten av LFL och UFL samt andra gaser.



Figur Z. Antändningsenergi för en vätgas-luftblandning vid olika vätgaskoncentrationer

9.2.4 Deflagration och detonation

Vätgas/luft-blandningar brinner med en mycket hög flamhastigheten vilket gör att tryckökningen vid en förbränning av en vätgas/luft-blandning i ett utrymme blir mycket snabbare än för många andra brandfarliga gaser. Det innebär ökade krav på att tryckavlastningspaneler är tillräckligt lätta för att hinna öppna innan trycket blir för högt. Det medför också att fler utrymmen kan behöva förses med tryckavlastning. Se även kapitel [1.14](#).

Vätgas har även en större risk för att övergå till detonation (DDT, Deflagration-Detonation-Transition) om flamfronten träffar många hinder, om tändkällan är tillräckligt stark eller i mycket långsmala utrymmen som till exempel rör ($L/D > 100$).

10. Utredning om risk

Detta kapitel handlar om kravet på utredning om risker enligt 7 § lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE).

Den som bedriver tillståndspliktig verksamhet enligt denna lag ska se till att det finns tillfredsställande utredning om riskerna för olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av brandfarliga eller explosiva varor samt om konsekvenserna av sådana händelser.

7 § LBE

10.1 Tillstånd enligt LBE

Viss hantering av brandfarlig gas kräver LBE-tillstånd för hantering av brandfarlig vara. Sådant tillstånd söks hos kommunen, i många fall räddningstjänsten. För information om en hantering behöver tillstånd eller inte, se MSB:s *Handbok om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor*.⁴² Där finns också mer information om vad det innebär att söka tillstånd. Som kravet ovan anger så ska det finnas en utredning om riskerna för tillståndspliktiga verksamheter.

10.2 Aktsamhetskravet

Nedan finns några övergripande och vägledande principer för säkerhet baserat på aktsamhetskravet.

Den som hanterar, överför, importerar eller exporterar brandfarliga eller explosiva varor ska vidta de åtgärder och de försiktighetsmått som behövs för att hindra, förebygga och begränsa olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av varorna och för att förebygga obehörigt förfarande med varorna.

6 § LBE

⁴² Publikationsnummer MSB607 – reviderad juni 2017.

Inneboende säkerhet

Möjligheten att bygga in säkerhet i en anläggning, så kallad Inneboende säkerhet (inherent safety), bör utvärderas och planeras för så tidigt som möjligt i beslutsprocessen. Inneboende säkerhet innebär en strävan efter att designa systemet för en så låg konsekvensnivå som möjligt, även när oönskade händelser inträffar. I korthet ska följande beaktas:

Minimera: Kan mängden av farliga ämnen som vid en oönskad händelse riskerar orsaka en allvarlig konsekvens minskas?

Substituera: Kan någon del av systemet bytas ut för att minska sannolikheten för att en oönskad händelse inträffar?

Mildra: Kan allvarligheten av konsekvensen av en oönskad händelse mildras, till exempel genom att använda lägre tryck, temperatur, flöden, strypbrickor, eller dylikt?

Förenkla: Går det att i ökad omfattning designa bort problemen istället för att säkra upp processerna med extra säkerhetsutrustning och rutiner? Anläggningen bör i första hand bygga på passiva säkerhetsbarriärer och i andra hand kompletteras med felsäkra lösningar för potentiella fel. Detta gäller även för hur kommande behov av service och underhållsarbete kan förenklas med bibehållen säkerhet.

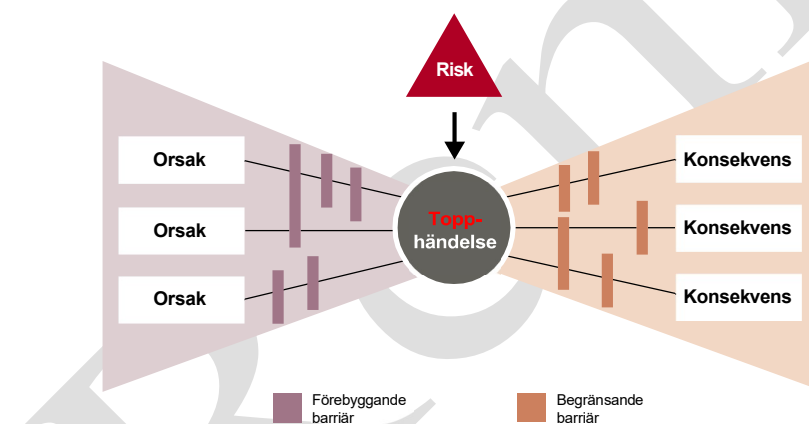
Säkerhetskultur - Mänskligt beteende

Risken för att mänskligt beteende leder fram till en olycka och hur omfattande konsekvenser det får, utgår inte bara från de som arbetar i anläggningens närhet med hantering och underhåll. Det beror i hög grad på hela organisationens syn på och kunskap om säkerheten på anläggningen. Säkerheten på anläggningen begränsas av dess design och att anläggningen sköts och underhålls på ett korrekt sätt. Detta och de potentiella skador som en olyckshändelse kan få både på personal och allmänheten behöver därför vara känt av hela organisationen. Kommunikation, utbildning och uppföljning kring säkerhetsfrågor behöver ske löpande och i relation till de arbetsuppgifter och ansvar som finns på olika nivåer i organisationen. Vid stora mängder brandfarlig gas bör även det omgivande samhället involveras (jämför Information till allmänheten för Sevesoverksamheter).

10.3 Förebyggande och begränsande barriärer

För att effektivt kunna hantera de risker som finns i verksamheten man bedriver är det viktigt att förstå hur olyckor uppstår och vilka olycksscenarier som kan inträffa. För att göra detta behöver en riskutredning beskriva hela verksamhetens och även omgivningens påverkan på risker för brand och explosion och möjliga konsekvenser. Ett sätt att göra det är att följa den brandfarliga varans väg genom anläggningen. Med hjälp av grundläggande förståelse för vad som kan orsaka en olycka och vilka konsekvenser en olycka kan få är det också lättare att genomföra rätt åtgärder för att stoppa olycksförloppet. Detta illustreras i figur 46.

Syftet med utredningen är alltså att identifiera, analysera och värdera de orsaker som skulle kunna starta en oönskad händelse (se orsaker i bilden) med brand och/eller explosion inom verksamheten för att vid behov föreslå förebyggande åtgärder (förebyggande barriärer). Målet är att en oavsiktlig brand eller explosion aldrig ska inträffa och om den ändå skulle inträffa så ska konsekvenserna minimeras. Därför är syftet även att tänkbara konsekvenser (konsekvenser) ska identifieras och att utreda vilka barriärer (begränsande barriärer) som kan begränsa skador på liv, hälsa, miljö eller egendom.



Figur 46. Förebyggande och begränsande barriärer **mot** orsaker till och konsekvenser av oönskade händelser. Bilden används i en riskanalysmodell som kallas **olycksfjärilsmetoden**.

Några exempel på förebyggande barriärer är avstånd, brandteknisk avskiljning men även kompetens **och en god säkerhetskultur**. Några exempel på begränsande barriärer kan vara automatiska släcksystem, avstånd, **detektion, automatiska avstängningsventiler**, utrymningsövningar med mera.

10.4 Omfattning och metoder

Omfattningen av en utredning om risker kan skilja sig åt beroende på hanterings omfattning. För en mindre hantering kan det räcka med en enklare bedömning, medan det för en stor industri kan behövas omfattande riskutredningar. För att få en överblick av riskerna och hur olyckor kan förebyggas behöver en analys av hela hanteringen i verksamheten göras. Det är viktigt att alla risker, även de med låg sannolikhet, och hur de avses hanteras för att ge en säker anläggning, beskrivs i utredningen om risker.

Som ett underlag behöver avstånd till människor i omgivningen, både enskilda och folkmassor beskrivas. På arbetsplatser gäller arbetsmiljöverkets regler parallellt med LBE. Samhällsviktig verksamhet och kritisk infrastruktur är också skyddsvärda objekt att beakta eftersom om de skulle skadas, det kan leda till stora konsekvenser.

Vilka byggnader med mera som finns i närheten och avstånden till dessa ska framgå på ritning. Frågan om det finns lokaler som kan anses som svårutrymda ska belysas, utredas och bedömas. Se mer om svårutrymda lokaler i [kapitel 2.5.2](#).

Även andra riskfaktorer med betydelse för gas eller för gasens eventuella spridning och dess konsekvenser kan behöva beskrivas och beaktas. Större vägar och järnvägar som kan behöva spärras av i anslutning till hanteringen vid en oönskad händelse kan också behöva beskrivas, och med vilka avstånd.

För verksamheter där en enkel bedömning inte är tillräcklig, men där en omfattande riskutredning kan bli alltför tung, finns MSB:s *Vägledning – Riskutredning för mindre och medelstora verksamheter*.⁴³ Räddningsverkets *Handbok för riskanalys*⁴⁴, ger också grundläggande kunskap om riskhanteringsprocessen och en översikt av olika riskanalysmetoder. Båda finns tillgängliga för nedladdning på MSB:s websidor.

För att få en realistisk bild av riskerna är det viktigt att utredningen tas fram i samverkan med personal som arbetar i verksamheten och har god kännedom om hanteringen. Det är även viktigt att beakta och ta lärdom från olyckor och tillbud både i den egna verksamheten och som rapporterats från andra liknande anläggningar. Detta kan även vara lämpligt att ta upp i utredningen i den mån relevant information finns tillgänglig.

Utredningen behöver vara ett levande dokument och hållas uppdaterad med förändringar i verksamheten, både organisatoriska och tekniska för att det ska fylla sin funktion, dvs. att förebygga olyckor. Detta gäller även förändringar i verksamheter, byggnader och andra objekt i hanterings närhet.

⁴³ Publikationsnummer MSB1060.

⁴⁴ ISBN 91-7253-178-9.

10.5 Allmänt råd till 7 § LBE

MSB har valt att ta fram ett allmänt råd för att förtydliga vad en utredning om risker för hantering av brandfarlig gas bör innehålla enligt 7 § LBE, se nedan.

Den som bedriver tillståndspliktig verksamhet enligt denna lag ska se till att det finns tillfredsställande utredning om riskerna för olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av brandfarliga eller explosiva varor samt om konsekvenserna av sådana händelser.

7 § LBE

Allmänna råd

En utredning om risker för hantering av brandfarlig gas bör innehålla en beskrivning av hanteringen som särskilt beaktar

- risk för gasläckage och tändkällor i närheten,
- risk för högt eller lågt tryck,
- risk relaterad till mänskligt handhavande,
- material hos anordningar med brandfarlig gas,
- verksamheter, byggnader och andra objekt i hanteringens närhet,
- olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder, och
- hur en säker hantering upprätthålls över tid.

För anläggningstyper för vilka det finns etablerade branschavisningar eller normer bör utredningen utgöras av en beskrivning av anläggningen, risker och åtgärder enligt ovan, med hänvisningar till relevanta delar av anvisningen eller normerna. För delar av anläggningen som inte omfattas av eller som inte till fullo följer anvisningen eller normerna behövs kompletterande utredningar.

För butiker bör utredningen utgöras av en beskrivning av hanteringen i butiken, risker och åtgärder enligt ovan, med hänvisningar till relevanta delar av kapitel 2 i Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps handbok om hantering av brandfarliga gaser och vätskor i butiker, vid behov kompletterat med utredningar för sådant som inte omfattas av handboken.

Som framgår av det allmänna rådet bör en utredning om risker innehålla en beskrivning av hanteringen och särskilt beakta strecksatserna enligt det allmänna rådet ovan.

10.6 Särskilda frågor i en riskutredning för vätgasanläggningar

Vätgas intar till viss del en särställning bland brandfarliga gaser på grund av dess egenskaper. Erfarenheter från hantering av vätgas finns sen tidigare hos ett ganska begränsat antal verksamhetstyper huvudsakligen inom petrokemisk industri, kärnkraft och klor-alkali, och då oftast vid lägre tryck. Dessa industrigrenar kännetecknas generellt av lång erfarenhet och höga krav på säkerhetssystem och säkerhetskultur. När antalet aktörer som hanterar vätgas ökar och utvecklas till fler branscher kommer en del av hanteringen att ske både i nya verksamhetstyper och nya ibland publika miljöer. Eftersom utvecklingen går fort finns behov av särskilda regler och vägledning för hur riskutredningar ska göras för att riskerna ska kunna hanteras på ett tillfredsställande sätt.

I en utredning om risker för hantering av vätgas anses, på grund av vätgasens egenskaper, vissa grundläggande risker vara så viktiga att utreda och beskriva, och att valda förebyggande och konsekvensreducerande åtgärder motiveras, att dessa har lyfts upp till föreskriftskrav. Att dessa frågor lyfts upp innebär inte att inte andra risker ska identifieras och utredas som beskrivet ovan. Observera att även icke tillståndspliktiga verksamheter vid en tillsyn ska kunna visa att dessa föreskriftskrav uppfylls.

Kraven för vätgas innebär i dessa fall att frågorna ska vara belysta i riskutredningen. Säkerhetsåtgärden ska vara motiverad baserat på resultatet av utredningen.

För vätgas pekas följande frågor ut som extra viktiga att utreda:

- Hur ansamling av vätgas från ett läckage eller utsläpp i utrymmen både utomhus och inomhus, kan begränsas genom utrymmets utformning och ventilationsöppningarnas placering (läs mer om detta i kapitel 1.12)
- hur ett utsläpp av gas kan detekteras och berörda kan larmas (läs mer om detta i kapitel 1.13.2),
- hur en gasanläggning vid detektion kan försättas i felsäkert läge, gasflödet automatiskt stängas av och skadebegränsande åtgärder aktiveras (läs mer om detta i kapitel 1.13.3),
- hur det ska gå att bedöma om säkra förhållanden råder från säker plats i de fall konsekvensreducerande åtgärder behöver göras (läs mer om detta i kapitel 1.13.4)
- hur anslutningar på rör- och slangledningar som kan förväxlas med andra anslutningar ska vara utformade eller märkta för att motverka förväxling av olika gaser och olika tryck. För tankstationer finns utökade krav för anslutningar. (läs mer om detta i kapitel 6.2.3 respektive 7.4),
- ur utrymmen där vätgas hanteras kan förses med lämplig tryckavlastning i säker riktning i de fall det behövs för att inte en olycka ska kunna allvarligt skada människor eller byggnad

(läs mer om detta i kapitel 1.14).

Även påverkan på materialet som kan orsakas av vätgas behöver beaktas särskilt. Risken för väteförspredning är en faktor som alltid behöver beaktas vid hantering. Läs mer om vätes påverkan på material i kapitel 1.19.1 och bilaga G.

Ytterligare exempel är risker som hör ihop med vätgasmolekylernas begränsade storlek som låg viskositet, hög diffusivitet och hög stigitkraft, risken för antändning, gasens höga reaktivitet och flammhastighet samt förmåga att snabbt bygga upp högt tryck vid förbränning. Exempel på begränsande barriärer är skyddsavstånd och murar. Enligt gashanteringsföreskriften 2 kap. 9 § ska placeringen ske på ett betryggande sätt.

Dessa frågor hanteras i samband med att betryggande placering och lämpliga skyddsavstånd utreds. Se vidare kapitel 2.6 för vägledning kring de allmänna råden till 2 kap. 9 § för hur vätgasinstallationer bör placeras i förhållande till skyddsvärda objekt och omgivningen i övrigt.

Standarden Grundläggande hänsynstaganden för säkerheten på vätgassystem SIS-ISO/TR 15 916 innehåller vidare vägledning om vätgassäkerhet.

10.7 Anvisningar och normer

Genom att följa någon av de anvisningar och normer som listas nedan kan utredningen om risker förenklas genom att den innehåller hänvisningar till anvisningen. Som framgår av det allmänna rådet bör utredningen om risker då utgöras av en beskrivning av anläggningen och dess risker samt de åtgärder enligt de sju punkterna i rutan ovan som vidtagits för att förebygga och hantera oönskade händelser.

Om anläggningen till alla delar har uppförts och kontrolleras i enlighet med en anvisning bör utredningen om risker i stora delar kunna hänvisa till den generella utredningen om risker om en sådan finns i anvisningen. Utredningen måste dock fullt ut spegla den specifika anläggningen i sin omgivning genom att beskriva hur anläggningen är placerad i omgivningen. Se kapitel 10.4.

Verksamhetsutövaren bör i så fall också fylla i ett åtagande att anvisningen följs, där eventuella avsteg anges. Eventuella avsteg motiveras antingen genom att beskriva hur motsvarande säkerhetsnivå kan uppnås på ett alternativt sätt, exempelvis genom en kompletterande utredning, eller på vilket sätt de inte är relevanta.

De anvisningar och normer som syftas på ovan är i första hand följande:

- Energigas Sveriges Anvisningar för flaskgasanläggningar, FGA
- Energigas Sveriges Anvisningar för större gasanläggningar, SGA
- Energigas Sveriges Energigasnormer, EGN
- Energigas Sveriges Anvisningar – anläggningar för flytande naturgas, LNGA

- Energigas Sveriges Anvisningar – tankstationer för metangasdrivna fordon, TSA
- Energigas Sveriges Anvisningar – tankstationer för vätgasdrivna fordon, H2-TSA
- Energigas Sveriges Anvisningar för biogasanläggningar, BGA
- Utformning av försörjningssystem för gas – utgåva 2, Svetskommissionen, 2006

Remiss

10.8 Tillståndsmyndighetens granskning

I **bilaga D** finns en vägledning som hjälp till tillståndsmyndigheter som ska granska en utredning om risker för en anläggning som hanterar brandfarlig gas.

Verksamhetsutövaren kan i sin riskutredning visa hur de anser att en tillräcklig säkerhet kan uppnås på annat sätt än vad som anges i allmänna råd. En grundförutsättning för detta är att verksamhetsutövaren kan visa att kraven i föreskrifterna fortsatt uppfylls. För att en tillståndsmyndighet ska kunna granska en sådan riskutredning bör verksamhetsutövaren beskriva och motivera de kriterier för tillräcklig säkerhet som valts. De allmänna råden kan betraktas som nivåställande. Vilka parametrar som påverkar resultaten och på vilket sätt, bör också beskrivas.

Tillståndsmyndigheten får, baserat på anläggningsägarens riskutredning, besluta om tillstånd även om andra lösningar än de som utgörs av de allmänna råden vidtas, om tillståndsmyndigheten anser att de uppfyller de krav som finns i lag, förordning och föreskrifter. Det är också tillståndsmyndigheten som beslutar om i vilka delar en riskutredning kan användas som underlag för att frångå de allmänna råden.

Som exempel skulle en korrekt utförd vattensprinkler eller brandmur kunna bedömas vara åtgärder som ger likvärdigt skydd som till exempel en brandteknisk avskiljning eller ett avstånd.

11. Risk för explosiv atmosfär

I detta kapitel redovisas kortfattat krav kring bedömning av explosiv atmosfär enligt SRVFS 2004:7.

En verksamhetsutövare skall bedöma var riskområden för explosiv atmosfär kan uppstå. Sådana områden skall indelas i zoner enligt följande:

zon 0 Område där explosiv atmosfär förekommer ständigt, långvarigt eller ofta.

zon 1 Område där explosiv atmosfär förväntas förekomma ibland vid normal hantering.

zon 2 Område där explosiv atmosfär inte förväntas förekomma vid normal hantering men om den ändå gör det, endast har kort varaktighet.

Varje zons utsträckning horisontellt och vertikalt skall bedömas. Det skall också fastställas vilken explosionsgrupp och vilken temperaturklass som gäller för riskområdet.

4 § SRVFS 2004:7

Vid hantering av brandfarlig gas innebär *explosiv atmosfär* en blandning av gas och luft i sådan koncentration att den kan antändas.

Bedömningen av risken för explosiv atmosfär är en del av en samling dokument som brukar kallas *explosionskyddsdocument* (se rutan på nästa sida), där man bland annat redovisar områden med varierande risk för explosiv atmosfär, EX-zoner (zon 0, 1 eller 2). Bedömningen av zoner kallas för zonklassning. Zonklassningen ligger till grund för val av utrustning i syfte att undvika att en explosiv atmosfär antänds.

Ventilationsflöde och tillgänglighet (tillförlitlighet) påverkar zonklassningen. Det går ibland att minska zonens klass eller utbredning genom att höja ventilationsgrad och/eller tillgängligheten. Detta kan då ställa högre krav på ventilationen än enligt kapitel 1.11.

Skillnaden mellan denna bedömning och utredningen om risker enligt kapitel 10 är att bedömningen om risk för explosiv atmosfär i första hand handlar om förväntade utsläpp vid normal hantering och förväntade avvikelser. Utredning om risker handlar istället om att utreda om något oförutsett inträffar och hur detta kan förebyggas och skadebegränsas.

Mer information finns i *Räddningsverkets handbok om explosiv atmosfär vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor*⁴⁵

Explosionsskyddsdokument – Exempel på innehåll

- Anläggningsbeskrivning
- Klassningsplan:
 - Förteckning över brandfarliga varor och deras egenskaper
 - Förteckning över riskkällor som ger upphov till EX-zon
 - Klassningsritning
 - Eventuellt kompletterande utredning
- Förteckning över tändkällor
- Instruktioner för arbete i explosionsfarlig miljö och arbetstillstånd
- Instruktioner för omhändertagande av spill, läckage och utsläpp
- Redovisning av samordningsansvar (vid behov)

11.1 Arbetstillstånd

Arbetstillstånd

5 §

Arbetstillstånd krävs vid

1. arbete i cistern, brunn, silo, lastutrymme eller i miljö med begränsad luftomsättning, där en brandfarlig vätska, gas eller aerosol, enligt förordningen (EG) nr 1272/2008 (CLP), hanteras eller bildas,
2. svetsning, slipning, skärning eller annat arbete, som kan medföra hög temperatur, i eller på behållare, rörledning eller liknande anordning som innehåller, eller har innehållit någon brandfarlig kemisk riskkälla, eller
3. arbete som kan orsaka brand eller explosion inom ett område där explosiv atmosfär kan förekomma.

6 §

Innan man påbörjar arbete som kräver arbetstillstånd, enligt 5 §, ska arbetsgivaren ha utfärdat ett arbetstillstånd. Det ska innehålla

1. arbetsgivarens skriftliga godkännande att arbetstagarna får utföra arbetsuppgiften,
2. hanterings- och skyddsinstruktioner för det aktuella arbetet, och
3. ett skriftligt intygande av arbetstagarna att de kommer att följa instruktionerna.

Arbetsgivaren ska se till att arbetstillståndet sparas i minst 3 månader efter att arbetet avslutats.

7 §

På en gemensam arbetsplats ska arbetsgivaren ge information till den som är samordningsansvarig för arbetsmiljöfrågor angående

1. det arbete man kommer att utföra som kräver arbetstillstånd enligt 5 §,
2. hanterings- och skyddsinstruktionerna i arbetstillståndet enligt 6 §, och
3. de risker i arbetet som kan påverka arbetstagarna som arbetar för andra bolag eller liknande.

Den samordningsansvariga ska ha fått och godkänt denna information innan arbetet får påbörjas.

5-7 §§ AFS 2023:10

⁴⁵ <https://www.msb.se/siteassets/dokument/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/brandfarligt-och-explosivt/handbok-explosionsfarlig-miljo-hantering-av-brandfarliga-gas-ser-vatskor.pdf>

Den tredje punkten i Arbetsmiljöverkets regler om arbetstillstånd innebär ett arbete som riskerar att bilda gnistor, öppen eld eller liknande inom eller i anslutning till en EX-zon. Det är viktigt att utfärdaren av arbetstillstånd gett skriftlig tillåtelse inför ett sådant arbete.

11.2 Arbeten i anslutning till EX-zoner

Inom områden där brandfarliga eller explosiva varor hanteras är det förbjudet att använda eld eller andra tändkällor om detta medför mer än en ringa risk för olyckor med varorna.

8 § förordningen (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor

I en EX-zon är det förbjudet att införa tändkällor som skulle kunna antända en explosiv gasblandning. Detta gäller även arbeten utanför en EX-zon som innebär en risk för att gnistor eller glödande partiklar sprider sig till zonen. Det är därför viktigt att göra en riskbedömning inför ett sådant arbete gällande denna risk. Denna bedömning kan leda till att åtgärder behöver vidtas innan arbetet kan påbörjas, vilket då tas fram i samband med arbetstillståndet (se föregående sida).

I många fall kan arbeten utföras 12 meter utanför en zon utan risk, men det är en bedömning som måste göras vid varje anläggning. Detta avstånd baseras på hur långt en svetsloppa kan ”hoppa”.

Bilaga A: Tillämpningsområde för MSBFS 2020:1

Denna författning innehåller bestämmelser om hantering av brandfarlig gas och aerosolbehållare med brandfarligt innehåll.

För gasblandningar med vätgas där risken för brand och explosion ökar på grund av andelen vätgas ska även X 2 kap. A, B, C, D, E, F; 2 kap. 4, 9, 13 och 17 §§; X 3 kap. A §; 4 kap. 3 §; X 5 kap. D § samt 6 kap. 5 § tillämpas.

1 kap. 1 § MSBFS 2020:1

Allmänna råd

Bedömningen av om risken för brand och explosion, på grund av andel vätgas hos en gasblandning ökar, bör bland annat baseras på egenskaperna brännbarhetsområde och antändningsenergi samt explosionsgrupp.

Brandfarlig gas som omfattas av LBE, är enligt MSBFS 2010:4 gaser eller gasblandningar som kan antändas i luft vid en temperatur av 20 °C och ett atmosfärstryck på 101,3 kPa. Denna föreskrift innehåller utöver generella regler för all brandfarlig gas, regler som dessutom ska tillämpas specifikt för vätgas och vätgasblandningar.

Det allmänna rådet ger vägledning om hur bedömningen i andra stycket av kravet bör göras. Om en utredning visar att en gasblandning liknar andra brandfarliga gaser med avseende på relevanta egenskaper får verksamhetsutövaren beskriva och motivera detta. Om utredningen visar att inblandningen av vätgas ökar riskerna för brand och explosion gäller även tilläggsbestämmelserna för vätgas. Exempel på relevanta fysikaliska egenskaper är brännbarhetsområde och antändningsenergi samt explosionsgrupp mm.

Om en gasblandning med naturgas och vätgas innehåller mer än 25 volyms-% vätgas kan riskerna för brand och explosion anses öka. Detta gäller också för en ren metan-vätgasblandning men för andra gasblandningar kan det se annorlunda ut. ATEX-regelverket gäller parallellt. 25% vätgasinblandning anges inom ATEX för när en naturgas-vätgasblandning går från explosionsgrupp IIA till IIB. Ren vätgas har explosionsgrupp IIC. För andra gasblandningar än naturgas eller metan med vätgas får verksamhetsutövaren utreda gasblandningens egenskaper enligt ovan.

Bestämmelserna riktar sig till den som ska hantera, eller hanterar, brandfarlig gas eller aerosolbehållare med brandfarligt innehåll.

1 kap. 3 § MSBFS 2020:1

MSBFS 2020:1 har enbart till syfte att reglera den faktiska hanteringen av brandfarlig gas. Att det redan finns tydliga produktkrav på de tryckbärande anordningarna som sådana, är en utgångspunkt till föreskrifterna om hanteringen.

Bestämmelser om produkt-, konstruktions-, och tillverkningskrav för tryckbärande anordningar över 0,5 bar, vilket gasanordningar för brandfarlig gas ofta kan ha, regleras gemensamt inom EU genom direktivet för tryckbärande anordningar 2014/68/EU (PED). För utrustning som vid tillverkningen omfattats av PED, får Sverige inte ställa andra krav på konstruktion av tryckbärande anordningar utöver vad som anges i direktivet.

PED innehåller alltså de produktkrav som ska gälla inom medlemsländerna. Arbetsmiljöverket har genomfört PED genom AFS 2023:5 i Sverige.

Krav kring konstruktion, tillverkning och bedömning av överensstämmelse för tryckbärande anordningar med konstruktionstryck över 0,5 bar finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2023:5) om tryckbärande anordningar. Exempel på anordningar är vätgascisterner och rörledningar. Krav kring säkerhetsutrustning för vissa anordningar finns i 6–7 §§ samt bilaga 1 punkt 2.11 i AFS 2023:5.

PED reglerar riskerna med gas under tryck men innehåller ingen särskild reglering för de risker som uppkommer vid hantering av brandfarlig gas. Exempel på sådan hantering är mindre dimensioner på rörledningar, mindre behållare eller när gasens energiinnehåll ska nyttjas genom förbränning. Anordningar med konstruktionstryck upp till 0,5 bar omfattas inte av PED.

Undantagen hantering i MSBFS 2020:1

Bestämmelserna gäller inte för

- gasinstallationer och hantering på fartyg som omfattas av annan författning,
- ammoniak,
- ledningssystem för naturgas i gasfas med drifttryck överstigande 4 bar (0,4 MPa) övertryck, som omfattas av MSBFS 2009:7 eller annan författning som ersatt eller ändrat MSBFS 2009:7,
- ledningssystem för vätgas i gasfas med tillhörande stationer och utrustning, från och med den sista avstängningsanordningen inom en anläggning till och med den första avstängningsanordningen inom en annan anläggning. Ledningssystemet ska dessutom delvis vara förlagt utanför anläggningarnas fastigheter
- inom en annan anläggning. Ledningssystemet ska dessutom delvis vara förlagt utanför anläggningarnas fastigheter
- vätgas i vätskefas,
- hantering som regleras i föreskrift av Försvarsmakten.

1 kap. 2 § MSBFS 2020:1

Alla delar av ett fordon's bränslesystem är, när bränslesystemet är installerat, helt undantagna från LBE. Andra gasinstallationer som finns i ett originalfordon från produktionen, anses uppfylla kraven i 2 kap. 4 § om fackmässighet. Exempel på sådana gasinstallationer i fordon är fordonets AC-system samt kylskåp, värmesystem och gasolspisar i husbilar och husvagnar medräknat anslutna lösa behållare. Även om installationerna automatiskt kan anses följa 2 kap. 4 § så är det viktigt att de i övrigt hanteras enligt MSBFS 2020:1. Exempel på sådan hantering kan vara byte av gasolflaska och tömning och fyllning av ett AC-system samt demontering av tankar och andra delar av bränslesystem.

För fordon som byggs om är det inte automatisk säkerställt att anordningarna är fackmässigt installerade. Det behöver därför säkerställas. Exempel på fordon som kompletterats med gasinstallationer efter nyproduktion kan vara fordon som byggt om till snabbmatsbilar (food trucks) eller till husbilar.

Observera att det för gasapparater alltid måste tas hänsyn till EU-förordning om förbränning av gasformiga bränslen 2016/426, GAR.

Gasinstallationer och hantering ombord på fartyg omfattas inte om de regleras i annan författning, som till exempel fartygssäkerhetslagen. Om fartyget däremot inte längre används för sjötransporter, vilken kan vara fallet om fartyget ligger permanent vid kaj och omfattas av krav på bygglov, gäller reglerna om hantering av brandfarliga gaser även ombord.

Lasten hos en lastbil eller ett tankfordon lastat för transport av brandfarlig gas omfattas däremot (se 2 kap. 19 §). 5 kap. 10 § gäller också och innebär att gasinstallationer i fordon ska tömmas,

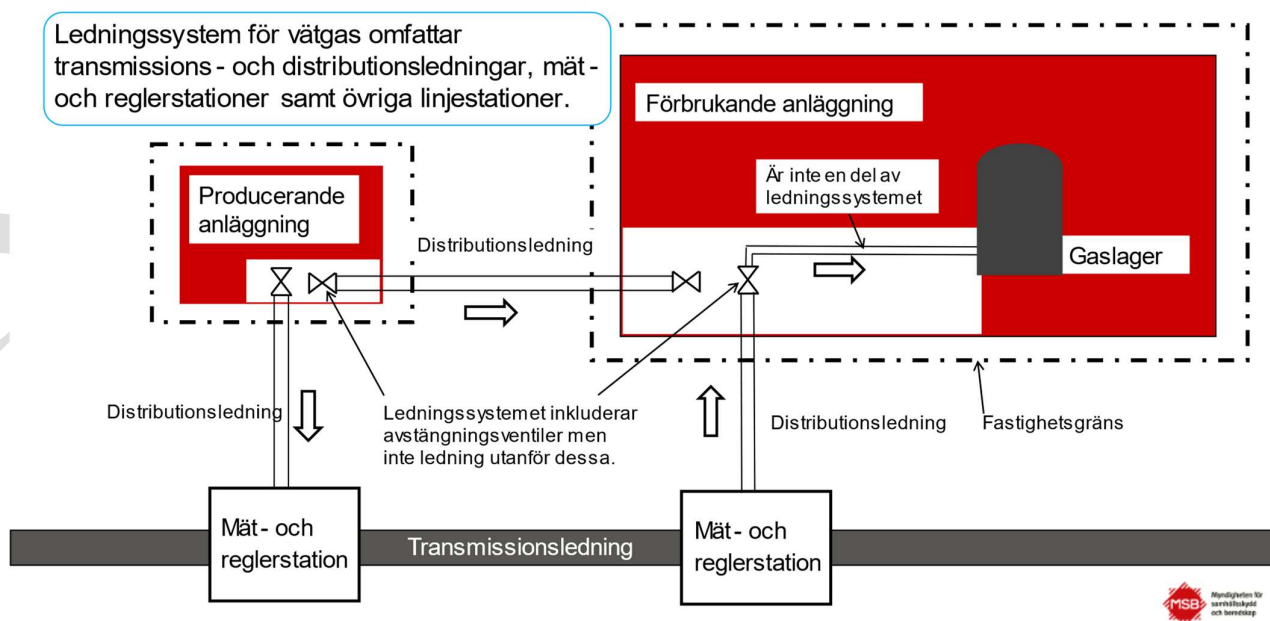
gasfriförklaras och åtgärdas så att de inte kan återfyllas när de skrotas.

Remiss

Ammoniak är en mycket giftig gas, och omfattas av andra regelverk (Miljöbalken, Sevesolagstiftningen och Arbetsmiljöverkets föreskrifter). Även om den är brandfarlig är den svår att antända. Den har därför undantagits i MSBFS 2020:1. Dess brandfarliga egenskaper kan dock ge upphov till klassade zoner beroende på hur den hanteras. Mer information finns i SEK Handbok 426. För kylsystem med ammoniak finns *Svenske Kylnorm – Aggregat med brandfarliga köldmedier* (2018), som ges ut av Svenska kyl- & värmepumpföreningen.

Ledningssystem för naturgas i gasfas innebär att naturgasledningar mellan anläggningar med tryck över 4 bar (övertryck) **undantas**, och regleras i MSBFS 2009:7 **eller annan författning som ersatt eller ändrat MSBFS 2009:7**.

Ledningssystem för vätgas i gasfas undantas. Ledningssystem för vätgas i gasfas omfattar transmissionsledningar och distributionsledningar med tillhörande stationer och utrustning. Distributionsledningar för vätgas omfattar inte bara ledningar som går till och från en transmissionsledning utan även ledningar som går direkt från producent, utan att gå via en transmissionsledning, till en eller flera förbrukare eller lager. För att det i ett sådant fall ska betraktas som ett ledningssystem måste producent och förbrukare finnas på åtskilda fastigheter. En distributionsledning är en del av ett ledningssystem för vätgas från och med den sista avstängningsventilen inom en anläggning, till och med den första avstängningsventilen inom en annan anläggning. Distributionsledningen kan delvis gå inne på ett fastighetsområde. Den del av ledningssystemet som går inom ett fastighetsområde omfattas dock, med avseende på hanteringen, av MSBFS 2020:1.



Figur 5 Principskiss av ett ledningssystem för vätgas.

LBE gäller dock fortfarande fullt ut för ledningssystem och därmed

bland annat kraven på aktsamhet, kunskap, tillstånd och riskutredning. Innehåll i MSBFS 2020:1 kan i viss mån vara vägledande även om föreskriften inte omfattar ledningssystemet.

För vätgas undantas *vätgas i vätskefas*. Ett mer omfattande utredningsarbete behöver göras för att kunna utforma ett regelverk som är anpassat till vätgas i vätskeform. LBE gäller dock fortfarande fullt ut och därmed bland annat kraven på aktsamhet, kunskap, tillstånd och riskutredning. Innehåll i MSBFS 2020:1 kan även i viss mån vara vägledande.

Hantering som regleras i *föreskrift av Försvarsmakten* undantas för att klargöra att även Försvarsmakten kan föreskriva om regler och att deras reglering har företräde framför MSBFS 2020:1.

Hantering undantagen från LBE

Följande undantas i 2 § LBE, och omfattas därför inte heller av MSBFS 2020:1:

- transport av brandfarlig gas som omfattas av lagen (2006:263) om transport av farligt gods,
- transport av brandfarlig gas som bulklast i ett fartygs fasta tankar,
- brandfarlig gas som används som drivmedel i fartyg eller luftfartyg,
- delar i ett fordons bränslesystem som regleras i annan författning.

Transport av farligt gods på väg regleras av ADR-S och på järnväg av RID-S. Dessa regelverk gäller inte för transporter som sker enbart *inom* ett område, som därmed omfattas av LBE, MSBFS 2020:1 liksom denna handbok.

Det är själva installationen av bränslesystemet, dvs när bränslesystemet är installerat, som är undantagen från LBE. Hanteringen på en verkstad som kan inkludera tömning av tank, demontering/montering av tank, destruktion av tank, åtgärder på bränsleledningar etc. är dock inte undantagna utan där gäller LBE.

Bilaga B: Definitioner

I denna bilaga listas de definitioner som används i MSBFS 2020:1 med tillhörande allmänna råd.

Definitioner	
ADR-S	Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2024:10) om transport av farligt gods på väg och i terräng, eller annan författning som ersatt eller ändrat MSBFS 2024:10.
Aerosolbehållare med brandfarligt innehåll	behållare innehållande brandfarlig eller extremt brandfarlig aerosol enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2018:1) om aerosolbehållare, eller annan författning som ersatt eller ändrat MSBFS 2018:1.
Aggregat	flera tryckbärande anordningar som satts samman av en tillverkare för att bilda en integrerad och funktionell enhet (enl. AFS 2023:5).
Anordning	utrustning, lös behållare, gascistern, rörledning, slangledning och liknande som är avsedd att innehålla brandfarlig gas.
Backventil	ventil som tillåter flöde av gas i endast en riktning.
Bakslagsskydd	utrustning vars funktion är att skydda mot genomgående bakslag, bakströmning och brand vid användning av acetylen.
Batterifordon	ett fordon som innehåller element, vilka är förbundna med ett samlingsrör och är varaktigt fastsatta på detta fordon, definierat enligt ADR-S eller RID-S. Som element i ett batterifordon räknas gasflaskor, storflaskor, tryckfat och gasflaskpaket samt tankar för gaser definierade i 2.2.2.1.1 med en kapacitet över 450 liter.
Brandfarlig gas	gas som är brandfarlig enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2010:4) om vilka varor som ska anses utgöra brandfarliga eller explosiva varor, eller annan författning som ersatt eller ändrat MSBFS 2010:4.
Brandfarlig verksamhet	verksamhet som kan skapa gnistor eller som innebär öppen låga, exempelvis svetsarbete eller grillplats.
Cisternens slanganslutningspunkt	den plats på cisternen eller dess rörledning där slangen är ansluten.
Detektion	metod för att påvisa närvaro eller utsläpp av ett ämne, med en utrustning som upptäcker och registrerar ämnet eller utsläppet.
Dimensionerande skadefall	skadefall som med hänsyn till konsekvensens allvarlighet används för att bedöma behovet av skyddsåtgärder, i syfte att ge en tolerabel risk.

Definitioner	
EI XX	brandteknisk klassbeteckning för brandmotstånd hos byggnadskonstruktioner där "E" står för integritet, "I" står för isolering och "XX" avser tid i minuter vid vilken funktions-kraven är uppfyllda vid en standardiserad provning (enligt SS-EN 13501).
Evakueringsväg till säker plats	väg utomhus att utrymma människor från byggnad till en säker plats där de inte påverkas av en brand eller explosion,
Flerbostadshus	bostadshus med minst tre bostadslägenheter.
Folksamling	ett större antal personer som vistas inom ett väl avgränsat område utomhus och som kan förflytta sig obehindrat, exempelvis skolgård, läktare, uteservering eller motsvarande.
Gascistern	behållare för brandfarlig gas, undantaget gasklockor, med tillhörande säkerhetsutrustning som är avsedd att användas på samma plats som den fylls.
Gascistern i mark	gascistern som är helt eller delvis täckt med fyllnadsmaterial, såsom sand eller jord.
Gasfriförklaring	skriftligt utlåtande om att en anordning är tömd, rengjord och att inga antändningsbara gaser finns kvar.
Gasinstallation	ett eller flera sammansatta aggregat eller anordningar som är avsedda att innehålla brandfarlig gas.
Gasklocka	behållare för brandfarlig gas vars volym ändras med gasmängden.
Obstruerat område	ett område med ett stort antal obstruktioner som ligger i jetutsläppets riktning.
Icke-publik verksamhet	hantering i verksamhet dit allmänheten inte har tillträde.
Isoleringsmöjlighet	möjligheten att med hög tillförlitlighet automatiskt stoppa ett utsläpp efter detektion genom att stänga ventiler som kontrollerar flödet till utsläppspunkten.
Koncentrerad folksamling	ett större antal personer som vistas inom ett väl avgränsat område som inte kan förflytta sig obehindrat i relation till varandra för att lämna området.
Luftintag/öppning	en öppning i en byggnad, en byggnads luftintag till ventilation, öppningsbara fönster och dörrar samt otäta takfötter.

Definitioner	
Lös behållare	behållare med brandfarlig gas, en eller flera sammankopplade, undantaget mobila gaslager , som är avsedd att användas på en annan plats än där den fylls, avser även aerosolbehållare med brandfarligt innehåll.
MEG-container	(Multiple-Element Gas), en transportutrustning som består av element som är förbundna med varandra med ett samlingsrör och som är monterade i en ram, definierat enl. ADR-S eller RID-S. Som element räknas gasflaskor, storflaskor, tryckfat eller gasflaskpaket samt tankar för gaser.
Mekanisk ventilation	ventilationsflöde som skapas mekaniskt med t.ex. en fläkt.
Mobilt gaslager	flyttbart gaslager som används i syfte att lagrhålla och försörja en anläggning med gas och som är tillverkat, kontrollerat och godkänt i enlighet med ADR-S eller RID-S, t.ex. MEG-container eller batterifordon (se definition).
Mycket svårutrymd byggnad	byggnad där personerna inte förväntas utrymma på egen hand, dvs behovsprövade särskilda boenden i verksamhetsklass 5B, utrymmen för hälso- och sjukvård i verksamhetsklass 5C samt utrymmen där personer hålls inlåsta och andra utrymmen i verksamheter där utrymningsförloppet kan vara förenat med stora svårigheter i verksamhetsklass 0, enligt Boverkets föreskrifter BFS 2024:7,
Naturlig ventilation	ventilationsflöde som drivs av tryckskillnader pga. vind, temperatur eller koncentration genom öppningar till omgivningen.
Nätbolag	företag som ansvarar för distribution av brandfarlig gas via rörledningar till sammanlagt fler än 10 verksamheter eller hushåll.
Obstruerat område	ett område med ett stort antal obstruktioner som ligger i jetutsläppets riktning.
Obstruktion	Ett hinder som flamfronten för ett antänt gasmoln bestående av vätgas och luft passerar, och som sträcker ut flamfronten så att arean ökar vilket accelererar förbränningsförloppet.
Permeation	förmåga hos en gas, vätska eller ånga att tränga igenom ett fast ämne av något slag t.ex. väggen hos en gasbehållare, rörledning eller ett packningsmaterial.
Personer, hög närvaro	personer som förväntas vistas i ett område en stor del av tiden. Exempel kan vara en vältrafikerad gång/cykelbana, ingång till butiker eller motsvarande.
Personer, låg närvaro	personer som förväntas vistas i ett område där omfattningen är mindre än det som beskrivs som hög närvaro ovan. Exempel kan vara servicevägar, avsides belägna platser och gångstråk eller motsvarande.
Publik verksamhet	hantering i verksamhet dit allmänheten har tillträde.

Definitioner	
Reaktionskraft	den kraft som håller emot när en gas i en rörledning utövar en kraft på ledningen, t.ex. när den utsätts för ett inre tryck som gör att ledningen vill rätas ut.
RID-S	Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2024:11) om transport av farligt gods på järnväg, eller annan författning som ersatt eller ändrat MSBFS 2024:11.
Rörledning	fast installerad ledning för brandfarlig gas som är konstruerad för att ta upp gällande inre tryck, yttre tryck samt reaktionskrafter och förutom rör även omfattar kopplingar, ventiler och övriga komponenter.
Samlingslokal	lokal med mer än 150 personer, definierad som verksamhetsklass 2B eller 2C enligt Boverkets föreskrifter BFS 2024:7.
Skadekriterier	kriterier som anger risk för skada som en viss typ av skyddsvärt objekt bedöms klara.
Skyddsklass	indelning av skyddsvärda objekt i olika klasser beroende på den potentiella konsekvensens allvarlighet.
Skyddsvärt objekt	en plats, verksamhet eller annat objekt som anses prioriterat att skydda. Exempel på skyddsvärda objekt är folksamling, luftintag/öppning och byggnad.
Slangledning	rörlig ledning för brandfarlig gas som förutom slang även omfattar anslutningar och övriga komponenter.
Småhus	bostadshus som innehåller högst två bostadslägenheter och kan vara antingen enbostadshus eller tvåbostadshus, som är fristående eller sammanbyggda till parhus, radhus eller kedjehus.
Stor mängd brännbart material	till exempel däckupplag, bräddgård, cistern ovan jord med brandfarlig gas eller vätska (inkl. påfyllningsanslutning), lösa behållare med brandfarlig gas eller vätska eller gas med total volym mer än 600 liter.
Svårutrymda lokaler	lokaler från vilka en utrymning kan förväntas ta lång tid på grund av verksamheten i lokalen eller typen av byggnad.
Säkerhetsventil	ventil som aktiveras automatiskt av tryck och är avsedd att skydda en anordning mot ett för högt invändigt övertryck.
Tankfordonets slanganslutningspunkt	den plats på tankfordonet där slangen är ansluten.
Utrymme	en avgränsad rumsvolym inomhus eller utomhus.
Utrymningsväg	väg att utrymma människor från byggnad.

Definitioner	
Ventilationsarea	den sammanlagda arean av till- och frånluftsöppningarna vid naturlig ventilation.
Vätgasinstallation	ett eller flera sammansatta aggregat eller anordningar som är avsedda att innehålla vätgas.
Vätgaslager	behållare med vätgas som är placerade i byggnad eller utomhus, med undantag för bergtrum och annan lagring under jord.
Övrig byggnad	byggnad som inte är en mycket svårutrymd byggnad.

Remiss

Bilaga C: Föreskrifter och vägledning

Föreskrifter och allmänna råd

SRVFS 1998:5 om tankstationer för metangasdrivna fordon

SRVFS 2004:7 om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor

MSBFS 2009:7 om ledningssystem för naturgas

MSBFS 2010:4 om vilka varor som ska anses utgöra brandfarliga eller explosiva varor⁴⁶

MSBFS 2011:3 om transportabla tryckbärande anordningar

MSBFS 2013:3 om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor⁴⁷

MSBFS 2014:2 allmänna råd om skyldigheter vid farlig verksamhet

MSBFS 2015:8 om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor

MSBFS 2015:9 om säkerhetsrådgivare för transport av farligt gods⁴⁸

MSBFS 2018:1 om aerosolbehållare

MSBFS 2020:1 om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler

MSBFS 2022:3 om transport av farligt gods på väg och i terräng (ADR-S 2023)

MSBFS 2022:4 om transport av farligt gods på järnväg (RID-S 2023)

AFS 2023:5 Tryckbärande anordningar

AFS 2023:7 Produkter-utrustning för potentiellt explosiva atmosfärer

AFS 2023:10 Risker i arbetsmiljön

AFS 2023:11 Användning av arbetsutrustning och personlig skyddsutrustning

AFS 2023:12 Utformning av arbetsplatser

AFS 2023:13 Risker vid vissa typer av arbeten

BFS 2024:7 Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i händelse av brand i byggnader,

FoHMFS 2014:18 Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation

ELSÄK-FS 2016:1 Elektrisk utrustning

⁴⁶ Ändrad av MSBFS 2018:12 ändring av MSBFS 2010:4 om vilka varor som ska anses utgöra brandfarliga eller explosiva varor

⁴⁷ Ändrad av MSBFS 2023:1 ändring av MSBFS 2013:3 om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor

⁴⁸ Ändrad av MSBFS 2020:5 om ändring av MSBFS 2015:9 om säkerhetsrådgivare för transport av farligt gods

ELSÄK-FS 2016:2 Elektrisk utrustning och elektriska skyddssystem avsedda för användning i potentiellt explosiva atmosfärer

ELSÄK-FS 2022:1 om hur starkströmsanläggningar ska vara utförda

Vägledning från MSB

[Brandfarliga gaser och vätskor samt gasapparater i butiker](#)

[Biogasanläggningar – Vägledning vid tillståndsprövning](#)

[Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer](#)

[Hantering av brandfarliga vätskor](#)

[Brandfarliga varor – Föreståndare](#)

[Brandfarliga varor – Gasol i skolor](#)

[Brandfarliga varor – Gasol i Restauranger](#)

[Brandfarliga varor – Hantering på laboratorium](#)

[Brandfarlig vara – Kompetens föreståndare](#)

[Brandfarliga varor – Kontroll av gasolcisterner](#)

[Brandfarliga varor – Skåp för förvaring](#)

[Handbok om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor](#)

[Räddningsverkets handbok om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor](#)

[Vägledning – Riskutredning för mindre och medelstora verksamheter](#)

Anvisningar och handböcker

Cisternanvisningar III, CA III, SIS, 2018

Energigas Sveriges Energigasnormer, EGN

Energigas Sveriges Anvisningar – anläggningar för flytande metan, LNGA

Energigas Sveriges Anvisningar för biogasanläggningar, BGA

Energigas Sveriges Anvisningar för flaskgasol, FGA

Energigas Sveriges Anvisningar för större gasolanläggningar, SGA

Energigas Sveriges Anvisningar – tankstationer för metangasdrivna fordon, TSA

Energigas Sveriges Anvisningar – tankstationer för vätgasdrivna fordon, H2-TSA

Energigas Sveriges Anvisningar för hantering och kontroll av slangledningar för flytande metan

Energigas Sveriges Anvisningar för ur- och idrifttagning av gasolcisterner

Naturgassystemanvisningar, NGSA, SIS

SEK Handbok 426, utgåva 6, SEK Svensk elstandard, 2023

Svensk Kylvnorm – Aggregat med brandfarliga köldmedier, Svenska kyl- & värmepumpföreningen, 2018

Utformning av försörjningssystem för gas – utgåva 2, Svetskommissionen, 2006

Rapporter

Runefors, M. (202X) ”Förslag till skyddsavstånd för vätgasinstallationer”, Opublicerat manus

[Studie - Vätgas kompositbehållare, aggregat och CE-märkning](#), RISE Research Institutes of Sweden AB, Säkerhet & Transport, 2023. Finns på [msb.se](#)

[Studie - Vätgas säkerhetsutrustning, väteförsprödning, standarder mm](#), RISE Research Institutes of Sweden AB Säkerhet & Transport, 2023. Finns på [msb.se](#).

Runefors, M., & Johansson, N. (2023). [Parameterstudie av ventilationsbehov för vätgasinstallationer](#). Rapport 7055, Avdelningen för Brandteknik, Lunds Universitet

[Säker vätgashantering i tätbebyggda områden](#), Marcus Runefors, Avd. för Brandteknik, Lunds tekniska högskola, 2023. Finns på [msb.se](#).

Web-sidor

www.eiga.eu

www.h2safety.info/#documents

www.sandia.gov

Standarder

~~SS-EN 730-4~~ SS-EN ISO 5175-1 Gassvetsutrustningar – Del 1: Säkerhetsdon med flampärr

SS 741 Märkning av gas-, vätske- och ventilationsinstallationer

SS-EN 1317-2 Vägutrustning – Skyddsanordningar Del 2: Klassificering, prestandakrav vid kollisionstest och provningsmetoder för vägräcken för fordon

SS-EN 1762 Slangar och slangledningar av gummi för gasol, LPG (i vätske- eller gasform) och naturgas upp till 25 bar (2,5 MPa) – Specifikation

SS-EN ISO 12944 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning

SS-EN 13636 Katodiskt skydd av jordförlagda stålcisterner med tillhörande rörledningar

SS-EN ISO 13850 Maskinsäkerhet – Nödstoppsutrustning

– Konstruktionsprinciper

SS-EN 16436-1 Gummi- och plastslangar och slangar för användning av propan, butan och blandningar i ångfas – Del 1: Slangar och rör

SS-EN 60079-29-1 Gasdetektorer (gasvarnare) – Prestandafordringar för utrustning för detektering av brännbara gaser,

SS-EN 60079-29-2 Gasdetektorer (gasvarnare) – Vägledning vid val, installation, användning och underhåll av utrustning för detektering av brännbara gaser och syrgas,

SS-EN 60079-29-3 Gasdetektorer (gasvarnare) – Vägledning beträffande fasta system av betydelse för säkerheten

SS-EN 60079-29-4 Gasdetektorer (gasvarnare) – Linjedetektorer för detektering av brännbara gaser

SS-EN ISO 10380 Rörledningar – Korrugerad metallslang med anslutningar

SS-EN 13766 Slang och slangledningar av flerlagrig termoplast (ovulkad) för transport av gasol och kondenserad naturgas – Specifikation

SS-EN 14470-2 Brandsäkra förvaringsskåp för laboratorier – Del 2: Säkerhetsskåp för gasflaskor

SS-EN 14585-1 Korrugerad slang av metall för tryckbärande anordningar – Del 1: Fordringar

SS-EN 14800 Gasapparater – Slangledningar av korrugerad metall för hushållsapparater

SSG 7270 Maximalt stöдавstånd för rörledningar förlagda inomhus och utomhus

SS-EN ISO 16923 Tankstationer för naturgas – Tankstationer för komprimerad naturgas

SS-EN ISO 16924 Tankstationer för naturgas – Tankstationer för flytande naturgas (LNG)

SS-EN ISO 14469 Vägfordon – Koppling för påfyllning av komprimerad naturgas

SS-EN ISO 17268 Påfyllningsanslutningar för vätfordon på land

EN ISO 12617 Vägfordon – Anslutningsdon för påfyllning av flytande naturgas (LNG) – Anslutningsdon för 3,1 MPa

SS-EN 17124 Vätgasbränsle – Produktspecifikation och kvalitetssäkring för tankstationer för vätgas – Proton Exchange Membrane (PEM) bränsleceller för vätfordon

SS-EN 17127 Vätgas – Tankning utomhus vid vätfasenhet med fyllningsprotokoll

SS-ISO 19880–1 Vätgas – Tankstationer - Del 1: Generella krav

SS-ISO 19880-5 Vätgas – Tankstationer – Del 5: Slangar till munstycken

ISO 19880-3 Gaseous hydrogen – Fuelling stations – Part 3: Valves

SS-ISO 26142 Vätgasdetektering – Stationär utrustning

SS-EN 61508-6 Säkerhetsfordringar på elektriska, elektroniska och programmerbara elektroniska säkerhetskritiska systems funktion – Del 6: Vägledning vid tillämpning av IEC 61508-2 och IEC 61508-3

SIS-ISO/TR 15 916 Grundläggande hänsynstaganden för säkerheten på vätgassystem

SS-EN ISO 11114-4:2017 Gasflaskor – Kompatibilitet mellan material i gasflaska respektive ventil med gasinnehåll – Del 4: Provningsmetoder för urval av metalliska materials resistens för väteförsprödning (ISO 11114-4:2016).

Remiss

Bilaga D: Granskning av utredning om risker

Denna bilaga riktar sig till dig som ska granska en utredning om risker i en tillståndsansökan enligt lagen om brandfarliga och explosiva varor. Vägledningen riktar in sig på en verksamhet som hanterar brandfarlig gas, till exempel:

- Gasolcistern med tillhörande installationer och förbrukningsenheter.
- Biogasanläggning som producerar eller förbränner biogas, till exempel på reningsverk eller deponi.
- Gasflaskinstallation med gasledningar till en eller flera förbrukningsenheter.
- Förvaring av lösa behållare med brandfarlig gas.
- Rörledningsnät för distribution av gas (ofta naturgas) till högst 10 verksamheter eller hushåll.
- Tankstationer för gas till fordon (metan, gasol eller vätgas).
- Fyllningsanläggning för gasflaskor eller mobila gaslager (MEG-containerar).

Bilagan är inte avsedd att användas som underlag för att ta fram en utredning om risker. För detta finns annan vägledning, se [kapitel 8](#).

Syftet med följande punkter är att utgöra ett stöd vid granskningen. Notera att alla punkter inte är relevanta för alla verksamheter.

1. Finns en fullständig beskrivning av hanteringen?

Det är viktigt att utredningen inte bara tar upp förvaringen (till exempel en cistern eller gasflaskor) utan också användningen av gasen liksom mottagning och transporter inom verksamheten. Det kan betyda en ledningsdraging till en gasapparat eller en process, som då också behöver beskrivas.

- ## 2. Var finns risk för gasläckage och vilka åtgärder har vidtagits för att förebygga dessa risker?
- Tänk på att den största risken ofta finns där någon form av handhavande förekommer, som vid fyllning av en cistern, byte av gasflaskor eller där gasen används eller förbrukas. Tändkällor i närheten kan behöva beaktas. Exempel på åtgärder kan vara avstånd, påkörningsskydd eller ventilation. Notera att läckagets storlek avgör hur omfattande åtgärder som behövs. Det kan vara så att orsaken till ett läckage är så pass osannolik, till exempel beroende på förebyggande åtgärder, att inga ytterligare åtgärder behövs. Det kan också vara viktigt att förebyggande åtgärder underhålls så att de bibehåller sin funktion. Annars riskerar de att ge en falsk trygghet.

3. **Finns risk för förhöjt tryck, hur motverkas denna risk?**
Orsaker kan vara uppvärmning på grund av väder eller brand, eller kemiska reaktioner. Säkerhetsventiler och tryckvakter är vanliga åtgärder.
4. **Finns risk för att luft kommer in i gassystemet eller andra risker på grund av undertryck?** Eftersom gas oftast hanteras under tryck så är denna risk ofta obefintlig. Däremot kan en kompressors sugeffekt innebära att luft kommer in i gasledningar om inte åtgärder finns som förhindrar detta. Gas kan också hanteras med undertryck, som i deponier, vilket innebär en förhöjd risk för att luft kan sugas in.
5. **Vilka risker finns relaterade till mänskligt handhavande i den normala hanteringen?** För att undvika olyckor kan man sträva efter att utforma hanteringen så att det blir ”svårt att göra fel” för dem som kommer i kontakt med gasanordningarna. Driftinstruktioner och utbildning är en viktig del i att undvika sådana olyckor. Det är också viktigt att tillräckliga resurser avsätts för det förebyggande arbetet.
6. **Är val av material lämpliga?** Det är viktigt att material i behållare, rörledningar, ventiler med mera är av lämpligt material. Detta gäller särskilt yttre påverkan som brand, korrosiv miljö eller kall väderlek, men också gasens egenskaper (med avseende på korrosion inuti anordningarna). Plast används nästan uteslutande i mark.
7. **Vilka verksamheter, byggnader och andra objekt finns i hanteringsens närhet?** Här gäller det att titta på sådant som kan påverka hanteringen så att gasläckage, brand eller explosion uppstår. Risk för brand i byggnader och brännbart material kan påverka gasanordningar så att de skadas och gasen läcker ut och kan antändas. Även risker för hur gasläckage kan påverka omgivningen genom brand eller explosion behöver beaktas. Avstånd och brandteknisk avskiljning är några viktiga åtgärder. Det är också viktigt att skydda vissa anordningar, som manövrerbara komponenter, mot att obehöriga kan komma åt dem. Samförvaring med olika typer av varor behöver också beaktas.
8. **Vilka olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder har vidtagits?** Beroende på omständigheterna kan olycksförebyggande eller skadebegränsande åtgärder behövas om en olycka ändå inträffar. Exempel kan vara larmsystem, avstängningsmöjligheter, att undvika tändkällor i närheten, möjlighet att utrymma samt brandsläckningsutrustning.

- 9. Hur ser man till att en säker hantering upprätthålls över tid?** Genom underhållsinstruktioner kan man se till att läckage på grund av slitage och liknande upptäcks och åtgärdas i tid innan en olycka händer. Det är även viktigt att utförda kontroller och underhåll dokumenteras. All dokumentation behöver uppdateras med förändringar i verksamheten: Utredning om risker, ny föreståndare, utbildning av ny personal liksom återkommande utbildning av personal, förändringar i instruktioner och explosionsskyddsdokument. Man kan också behöva hantera tillfälliga arbeten som inte fångas upp av den ordinarie utredningen.

Bilaga E: Sammanfattning, placering av vätgasbehållare och vätgasinstallationer utomhus ovan mark

Inledning

Nedan finns i tabell 1 rekommenderade minsta skyddsavstånd från en vätgasinstallation till ett skyddsvärt objekt. Skyddsavstånden räknas från kopplingspunkter till skyddsvärda objekt.

I tabell 5 finns skyddsavstånd för hur ett vätgaslager bör skyddas från brand och skadlig uppvärmning från omgivningen. Dessutom finns råd om hur fysiska barriärer kan minska skyddsavstånden både för utsläpp från vätgasanläggningen, tabell 2 och figur 1 samt från bränder i omgivningen, tabell 5.

Om förhållandena avviker ifrån vad tabellerna förutsätter kan andra avstånd behöva tas fram.

En analys över vilka skyddsvärda objekt som är aktuella för vätgasanläggningen bör göras. Tabell 1 kan behöva kompletteras med skyddsvärda objekt och skyddsavstånd om förhållandena avviker från vad som finns i tabellen. Dimensionerande skadefall och skadekriterier i bilaga 3 bör då användas.

Nödvändiga skyddsavstånd kan variera inom en och samma installation beroende på trycket och det aktuella rörets innerdiameter. För de flesta skyddsvärda objekt går det även att minska skyddsavståndet genom detektion och isolering av utsläppet, så kallad isoleringsmöjlighet⁴⁹.

Skyddsavstånden i denna bilaga har vid framtagandet inte beaktat scenarier med en tankruptur eller med en större instängd gasvolym som exploderar. Sådana scenarier förebyggs bland annat genom detta allmänna råd och genom andra krav i föreskriften.

Skyddsavstånd från vätgasinstallationer

I tabell 1 visas rekommenderade minsta skyddsavstånd vid en inre

⁴⁹ Isoleringsmöjlighet får tillgodoräknas om tiden från att vätgas detekteras till att säkerhetsfunktionen stoppar gasflödet, inte överstiger 5 sekunder och den kvarvarande oisolerade rörsträckan maximalt är 50 meter. För säkerhetsfunktionen är SIL-klass 2 eller motsvarande godtagbart. Detektorer ska finnas i den omfattning som behövs för att snabbt och tillförlitligt detektera ett vätgasutsläpp enligt aktuellt dimensionerande skadefall, i syfte att motverka. Typ, antal och placering av detektorer måste anpassas så att ovanstående kriterier uppfylls.

rördiameter på 8 mm, från vätgasinstallationens kopplingspunkter på rör och andra vätgasfyllda komponenter, förutom helsvetsade rör, till skyddsvärt objekt, meter. För att beräkna skyddsavstånd när det egna värdet för den inre rördiametern avviker från 8 mm kan ekvationen nedan användas.

$$x_D = \frac{D}{8} \cdot x_{8\text{ mm}} \quad [\text{Ekvation 1}]$$

där x_D är skyddsavståndet för aktuell innerdiameter på röret, D är rörets innerdiameter och $x_{8\text{ mm}}$ är skyddsavståndet i Tabell 1 för aktuellt tryck utan hänsyn till stigning. Om trycket för en vätgasanläggning hamnar mellan kolumnerna när Tabell 1 används kan antingen kolumnen med närmast högre tryck användas eller interpolering mellan trycken utföras.

För tryck understigande 350 bar kan nedanstående ekvation användas

$$x_p = x_{350\text{ bar}} \cdot 0,095 \cdot P^{0,4} \quad [\text{Ekvation 2}]$$

där x_p är skyddsavstånd för aktuellt tryck, $x_{350\text{ bar}}$ är skyddsavståndet vid 350 bar och P är aktuellt tryck i bar.

Tabell 1. Skyddsavstånd vid en inre rördiameter på 8 mm, från vätgasinstallation (kopplingspunkter på rör och andra vätgasfyllda komponenter, förutom helsvetsade rör), till skyddsvärt objekt, med respektive utan isoleringsmöjlighet, meter.

Typ av skyddsvärt objekt	Skyddsvärt objekt	Isolerings-möjlighet	Dimensionerande skadefall ⁴	Skyddsavstånd, m, vid olika tryck, bar		
				350	500	1000
Människor	Folksamling ³	N/A ²	Stort	42	47	59
	Personer, hög närvaro	N/A ²	Mellan	13	15	19
	Personer, låg närvaro	N/A ²	Litet	7	8	10
Mycket svårutrymd byggnad	Byggnaden	Ja	Litet	4	5	6
		Nej	Mellan	7	7	9
	Luftintag/Öppning	Ja	Mellan	8	9	11
		Nej	Stort	25	29	36
Samlings-lokal	Evakueringsväg till säker plats	Ja	Mellan	13	15	19
		Nej	Stort	42	47	59
Övrig byggnad	Byggnaden	Ja	Mycket Litet	1	1	1
		Nej	Litet	4	4	5
	Luftintag/Öppning	Ja	Litet	4	5	6
		Nej	Mellan	8	9	11
Övrigt	Obstruerat område	N/A	Mellan	2	2	3
	Andra gasbehållare ¹	Ja	Litet	4/6	5/7	6/8
		Nej	Mellan	7/10	8/12	10/14

¹ Det längre avståndet används för behållare med låg motståndskraft och det kortare för de med hög motståndskraft. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell 4.

² Isoleringsmöjligheten blir inte relevant här eftersom människor förutsätts hinna flytta på sig innan isoleringen får effekt

³ Om personerna i folksamlingen hindras att lämna området, till exempel i områden med mycket höga persontätheter (>3 p/m²), kan i vissa fall längre avstånd behövas.

⁴ Stort motsvarar fullt rörbrott (100 %), Mellan 10 % av fullt rörbrott, Litet 3 % av fullt rörbrott och Mycket litet 1 % av fullt rörbrott. Hålets diameter antas dock aldrig överstiga 50 mm.

I vissa fall gör stignkraften hos de varma gaserna att människor inte påverkas på lika långt avstånd från utsläppskällan. Därmed kan avståndet för dessa i vissa fall reduceras genom nedanstående ekvationer baserat på det dimensionerande skadefallet enligt Tabell 1. Avståndet kan dock aldrig mer än halveras jämfört med det som beräknas enligt ekvation 1 eller 2.

Stort (100 %): $x_{stignkraft} = 1,69 \cdot D^{0,526} \cdot P^{0,237}$ Ekvation [3]

Mellan (10 %): $x_{stignkraft} = 0,92 \cdot D^{0,526} \cdot P^{0,237}$ Ekvation [4]

Litet (3 %): $x_{stignkraft} = 0,67 \cdot D^{0,526} \cdot P^{0,237}$ Ekvation [5]

D är rörets diameter i mm och P är trycket i systemet i bar.

Påverkan på skyddsavstånd av fysiska barriärer

Murar och andra fysiska barriärer kan användas för att minska skyddsavstånd som räknas fram i den här bilagan. En sammanställning av hur olika fysiska barriärer minskar behovet av skyddsavstånd finns i tabell 2 som bygger på figur 1 nedan. För framräkning av avstånd vid andra tryck och rördiametrar än de i tabell 2 kan ekvation 1 och 2 ovan användas.

Barriär för skydd av byggnad och gasbehållare ska uppfylla klass EI 60 om det inte genom beräkning kan visas att EI 60 är tillräckligt med hänsyn till strålning på motsatt sida av barriären. Om barriär är sammanbyggd med byggnad får denna inte vara en del av byggnadens bärande konstruktion eller på annat sätt kunna orsaka kollaps av byggnaden, om det inte kan visas att barriären kan motstå tryckuppbyggnad vid fördröjd antändning av utsläppet. Barriär för skydd av människor ska uppfylla klass E 30 medan barriär som endast krävs för oantända utsläpp kan utföras utan brandteknisk klass. Vid förkortningar av skyddsavstånd med barriärer behöver hänsyn tas till om eventuellt andra skyddsavstånd kan bli dimensionerande.

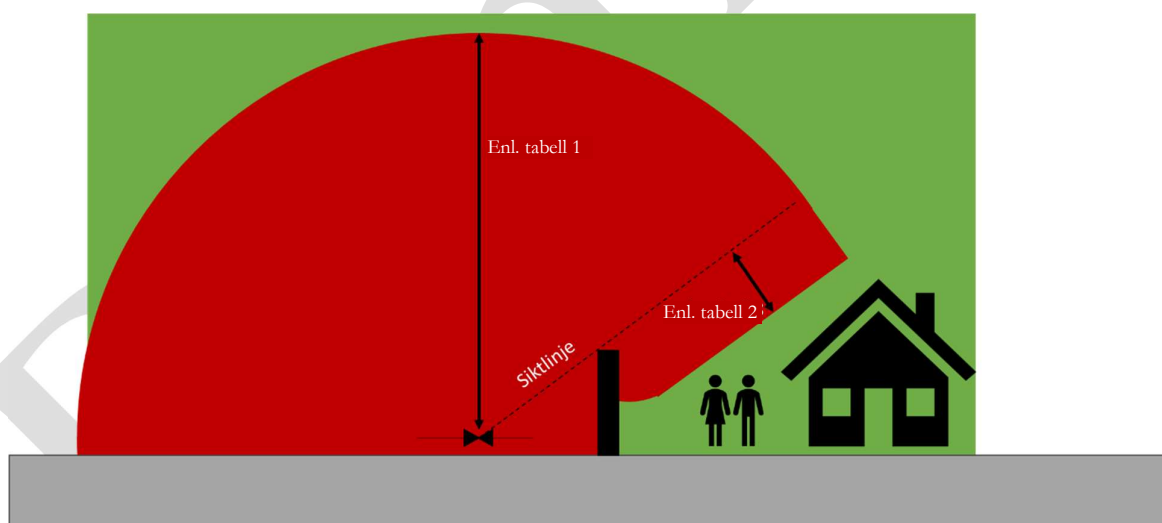
Storleken på barriären väljs så att det inte finns någon risk att de skyddsvärda objekten påverkas av strålning från en jetflamma på motsatt sida av barriären. Detta görs genom att de vinkelräta avstånden i tabell 2 ska upprätthållas mellan siktlinjen mellan riskkällan, och barriärens del, se figur 1.

Större barriärer än nödvändigt bör undvikas på grund av risk för instängd vätgas och sammanbyggnad av flera väggar bör också undvikas om möjligt.

Tabell 2. Vinkelrätt skyddsavstånd i förhållande till siktlinjen enligt figur 1 nedan, vid en inre rördiameter på 8 mm

Typ av skyddsvärt objekt	Skyddsvärt objekt	Isolerings-möjlighet	Skyddsavstånd, m, vid olika tryck, bar		
			350	500	1000
Människor	Folksamling	N/A	8,9	10,2	12,6
	Personer, hög närvaro	N/A	2,8	3,2	4,0
	Personer, låg närvaro	N/A	1,6	1,8	2,2
Mycket svårutrymd byggnad	Byggnaden	Ja	1,2	1,4	1,7
		Nej	2,2	2,5	3,1
	Luftintag/Öppning	Ja	0,0	0,0	0,0
		Nej	0,0	0,0	0,0
Samlingslokal	Evakueringsväg till säker plats	Ja	2,8	3,2	4,0
		Nej	8,9	10,2	12,6
Övrig byggnad	Byggnaden	Ja	0,2	0,2	0,3
		Nej	1,2	1,4	1,7
	Luftintag/Öppning	Ja	0,0	0,0	0,0
		Nej	0,0	0,0	0,0
Övrigt	Mycket obstruktioner	N/A	0,0	0,0	0,0
	Andra gasbehållare ¹	Ja	0,1/0,3	0,2/0,3	0,2/0,4
		Nej	0,8/1,6	0,9/1,8	1,1/2,2

¹ Det längre avståndet används för behållare med låg motståndskraft och det kortare för de med hög motståndskraft. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell 4.



Figur 1. Princip för avstånd från kopplingspunkt på anläggningen till omgivningen vid användande av barriärer.

Egen beräkning av skyddsavstånd

Som alternativ till avstånden i tabell 2 kan egna beräkningar genomföras med till exempel handberäkningar eller beräkningsfluidmekanik, (eng. computational fluid dynamics) CFD. Sådana beräkningar bör utgå från de dimensionerande skadefallen i tabell 1 och skadekriterierna i tabell 3.

Tabell 3. Skadekriterier för vätgasinstallationer. Understruket värde är det som ger längst avstånd och därmed blir dimensionerande för skyddsavstånd.

Skyddsvärda objekt	Vätgas-koncentration	Jetflamma	Strålning	Övertryck
Människor ¹	8 %	<u>115 °C</u> 309 °C	2,5 kW/m ² <u>10 kW/m²</u>	10 kPa
Byggnad	-	<u>Flamlängd</u>	15 kW/m ²	10 kPa
Luftintag	8 %	-	-	-
Mycket obstruktioner	30 %	-	-	-
Andra gasbehållare ²	-	<u>1,5xFlamlängd/</u> <u>Flamlängd</u>	10 kW/m ² 30 kW/m ²	-

1 Det lägre värdet gäller om personer inte omgående kan lämna området (t.ex. >3 p/m²)

2 De första används för gasbehållare med låg motståndskraft och de andra för de med högre motståndskraft. Behållarnas motståndskraft beskrivs i tabell 4.

Skyddsavstånd för påverkan från brand i omgivningen mot vätgaslager

I tabell 4 framgår den kritiska strålningsnivån hos olika typer av vätgasbehållare förutsatt att kylning av behållarna kan påbörjas inom 30 minuter eller om effektutvecklingen kan förväntas minska markant inom denna tidsram.

Tabell 4. Motståndskraft hos olika typer av enskilda behållare med vätgas.

Motståndskraft	Behållare	Kritisk strålning, kW/m ²
Hög motståndskraft	Stål: >2000 l eller >500 bar	30
Låg motståndskraft	Stål: 0–2000 liter och 0–500 bar. Komposit: Alla	10

1 Strålningsnivån förutsätter att en kylning av behållarna kan påbörjas inom 30 min efter en utvecklad brand i närområdet.

I tabell 5 nedan finns en sammanställning av skyddsavstånd för hur ett vätgaslager bör skyddas från brand i omgivningen eller annan påverkan. Om förhållandena avviker ifrån vad tabellerna förutsätter kan andra avstånd behöva tas fram.

Tabell 5. Sammanställning av skyddsavstånd till vätgasbehållare mot påverkan från brand i omgivningen eller annan påverkan.

Exponering	Behållarens motståndskraft ¹	
	Låg	Hög
Stor mängd brännbart material ²	11 m	5 m
Industribyggnad och motsv. Obrännbar fasad	9 m	5 m
Industribyggnad och motsv. Brännbar fasad	13 m	7 m
Kontor och motsv. Obrännbar fasad	6 m	5 m
Kontor och motsv. Brännbar fasad	9 m	5 m
Uppställd personbil	3 m	2 m
Uppställd lastbil	12 m	6 m
Skog ³	10 m	5 m
Kraftledning ⁴	15–60 m	15–60 m
Väg ⁵	10–25 m	10–25 m

- 1 Avstånden (förutom för kraftledning och väg) kan halveras med en avskiljning i klass E 30. Vid EI 30 krävs inga avstånd, men avskiljningen får inte ingå i byggnadens konstruktion. Vid en klass på EI 60 får avskiljningen vara en del av byggnadens konstruktion. Om barriären inte täcker hela siktlinjen från riskkällan till behållaren så gäller de ursprungliga skyddsavståndet enligt tabell 1.
- 2 Baserat på 2500 kW/m² och ytan 30 m².
- 3 Observera att avstånden måste vara så stora att träden inte kan falla ner på behållaren.
- 4 Beroende på konstruktionsspänning (ELSÄK 2022:1). Avståndet gäller från kraftledning till område med explosiv atmosfär.
- 5 Beroende på hastighet (TRVINFRA-0039, Trafikverket).

Remiss

Bilaga F: Detektion

I denna bilaga redovisas några vanliga detektionsmetoder, vad som är viktigt att beakta vid utformning av systemet samt ett avsnitt om tillförlitlighet och SIL-klassning. ISO 26142 definierar de krav som är applicerbara på vätgasdetektionsutrustning i stationära tillämpningar.

Detektionsmetoder

Baserat på användningsområde finns ett antal olika metoder för att detektera vätgas. Metoderna i denna bilaga har valts ut då dess känslighet, kostnad och tillgänglighet på marknaden gör dem till lämpliga val i en anläggningsmiljö.

Metoder som utesluts är de med begränsat utbud på marknaden, exempelvis Surface Acoustic Wave (SAW) och Metal Oxide Spectroscopy (MOS). Även att mätare med IR har utesluts då vätgasmolekylen inte absorberar IR-strålning, vilket utesluter denna mätmetod.

Gasdetektion

Katalytisk pärlsensor / Pellistor

Katalytiska pärlsensorer är den metod som vanligtvis har används hittills och har därmed en god tillgänglighet på marknaden. Behovet av kalibrering varierar beroende på placering och vilka gaser mätaren kommer i kontakt med.

Princip: En katalytisk pärlsensor detekterar väte genom att mäta förbränningsvärmenergi när väte reagerar med syre i närvaro av en katalysator. Pellistor är ett annat namn som används för denna typ av mätare.

Fördelar: Snabb svarstid, bra känslighet och relativt låg kostnad.

Begränsningar: Kan ge utslag på andra gaser, behov av periodisk kalibrering (var 6–12 månad).

Molekylärspektrometer (Molecular Property Spectrometer)

Molekylärspektrometri är en nyare metod som därmed har lägre utbud på marknaden. Denna metod ska enligt leverantör inte kräva någon kalibrering men ändå ha god tillförlitlighet.

Princip: En givare för mikroelektromekaniskt system (spektrometrisensor, MEMS) mäter förändringar i de termiska egenskaperna hos luften och gaserna i dess närhet.

Fördelar: Inget behov av periodisk kalibrering och mindre känslig för kontaminering.

Begränsningar: Lägre utbud på marknaden.

Elektrokemiska sensorer

Behovet av kalibrering för elektrokemiska sensorer varierar likt för de katalytiska pärlsensorerna, men generellt brukar var 3-12:e månad rekommenderas. Denna typ av mätare är också känsligare för låga temperaturer, generellt rekommenderas inte temperaturer under -30°C vilket är aningen snävare än rekommenderade -40°C för övriga detektionsmetoder i denna rapport.

Princip: Elektrokemiska sensorer fungerar genom att mäta strömmen som produceras när väte reagerar med en elektrolyt i närvaro av elektroder.

Fördelar: Hög känslighet, brett mätområde.

Begränsningar: Begränsad livslängd (2-3 år), kan ge utslag även för andra gaser.

Ljuddetektion

Ultraljudsmätare

Princip: Akustisk läckagedetektion detekterar förändring i ultraljudsvågor av specificerad frekvens och kan på så vis påvisa ett läckage.

Fördelar: Inget behov av gasinteraktion så fungerar utomhus, snabb responstid.

Begränsningar: Relativt dyr mätmetod.

Branddetektion

Flamdetektor

Princip: Genom mätning med IR eller UV kan en flamma/brand detekteras.

Fördelar: Inget behov av gasinteraktion, snabb responstid.

Nackdelar: Observera att detta är en detektor för brand vilket gör att IR i något begränsad omfattning kan användas för en vätgasbrand då denna avger lite mindre mängd IR-strålning. Se även nedan om indirekta metoder för att upptäcka ett läckage eller en brand.

Detektion av brand i vätgas

Utöver gas/ljuddetektorer som kan användas för att detektera vätgas innan en antändning sker, kan som ovan beskrivits flamdetektorer användas för att detektera en brand eller flamma. Gas/ljuddetektorer kan detektera ett gasläckage innan brand uppstår och en flamdetektor senare detektera en brand, om den uppstår. Ett annat eller kompletterande sätt att detektera en brand som kan vara lämpligt, är att omgivningstemperaturen mäts. Se nedan om indirekta metoder för att upptäcka ett läckage eller en brand.

Indirekta metoder att upptäcka ett läckage eller en brand

Utöver de metoder som finns för direktdetektion av ett vätgasläckage kan ett läckage även upptäckas indirekt genom mätning av tryck och temperatur. Nackdelen med att mäta tryck är att upptäckten kommer ske något fördröjt och responstiden blir därmed avsevärt längre än vid direktdetektion. Förmågan att upptäcka mindre läckage är också begränsad. Beroende på storleken på hålet och utrymmet så kan dock denna metoden också vara snabb eftersom den inte är beroende av att en koncentration byggs upp i taket.

Att mäta omgivningstemperatur är ett vedertaget alternativ till att upptäcka brand i stället för att använda sig av en flamdetektor. Genom att sätta ett gränsvärde som inte kommer kunna uppnås vid normala förhållanden kan man med stor tillförlitlighet upptäcka brand och vidta åtgärder.

Utformning av systemet för detektion

En katalytisk pärlsensor, spektrometrisensor och en elektrokemisk sensor behöver alla komma i kontakt med vätgasen, vilket gör att de är användbara för inomhusbruk i inte allt för stora öppna lokaler. Placeringen av gasdetektorer är av högsta vikt då de måste komma i kontakt med gasen. Vanligt är att man placerar dem vid luftutsug eller ovanför kända riskpunkter (t.ex. en potentiell läckagepunkt) eftersom vätgas är lättare än luft.

Vid utomhusförläggning eller i större, öppna lokaler där det är svårare att garantera att gasen kommer i kontakt med gasdetektorn är ultraljud den metod som är att föredra för att snabbt detektera ett läckage. Det finns dock en inneboende risk för korskänslighet då andra gaser också kan ge utslag. Detta kan i sin tur skapa onödiga avbrott i tillgänglighet. Fördelen är att mätaren inte behöver vara i kontakt med gasen utan kan detektera läckage utan detta förbehåll.

Rutiner vid ett gaslarm

Vid ett nödläge är det klokt att man beter sig som att det finns kvarvarande vätgas på området. En gasdetektor som larmat men sedan slutat larma ska inte användas för att gasfriförklara ett område. Detta bör istället mätas med portabel gasdetektor vid exempelvis ventilationsöppningar innan man beträder område. Ett gaslarm bör inte kunna återställas automatiskt utan det bör ske manuellt efter inspektion.

Tillförlitlighet och integritetsnivå (SIL)

Ett grundläggande krav på ett säkerhetssystem är att övervaka att villkor för säker drift är uppfyllda, och då de inte längre är det ska skyddsåtgärd utlösas. Skyddsåtgärden ska på ett säkert sätt avbryta drift eller ingripa på så sätt att villkoren för säker drift återigen blir uppfyllda.

En säkerhetskritisk instrumentfunktion (SIF) är ett exempel på ett säkerhetssystem och består av en givardel, en logikdel och en manöverdel. En vätgasdetektor, ett styrsystem och en snabbavstängningsventil är ett exempel på en SIF. Begreppet åtgärdssystem används ibland även för logik- och manöverdelen tillsammans.

IEC 61508 och IEC 61511

IEC 61508 är en standard som tagits fram för funktionssäkerhet hos elektriska/elektroniska/programmerbara elektroniska säkerhetsrelaterade system. Baserat på denna standard har flertalet branschstandarder utvecklats, exempelvis IEC 61511 för processindustrin.

IEC 61508 definierar funktionssäkerhet som den säkerhet som bygger på korrekt funktion av komponenter och system. Säkerhetsintegriteten definieras som sannolikheten att en säkerhetskritisk instrumentfunktion (SIF) uppfyller avsedda säkerhetsfunktioner under en viss tidsperiod. Integritetsnivån (Safety Integrity Level, SIL) definieras som den relativa nivån av riskreduktion förmedlad av en SIF, det vill säga ett mått på kravet på prestanda hos den SIF man implementerar.

Ett SIL-system är ett självdetekterande system som kontinuerligt kontrollerar den egna signalen. Risken att systemet fallerar att detektera ett fel i processen eller i den egna signalen beror på SIL-klass. Ju högre SIL-klass desto lägre risk att detta inträffar, vilket medför en högre riskreduktionsfaktor.

Säkerhetsprinciper

En vedertagen princip är ett ensamt fel i säkerhetssystemet, ex. en felande komponent, inte får orsaka att säkerhetssystemet sätts ur funktion eller att ett farligt tillstånd inträder.

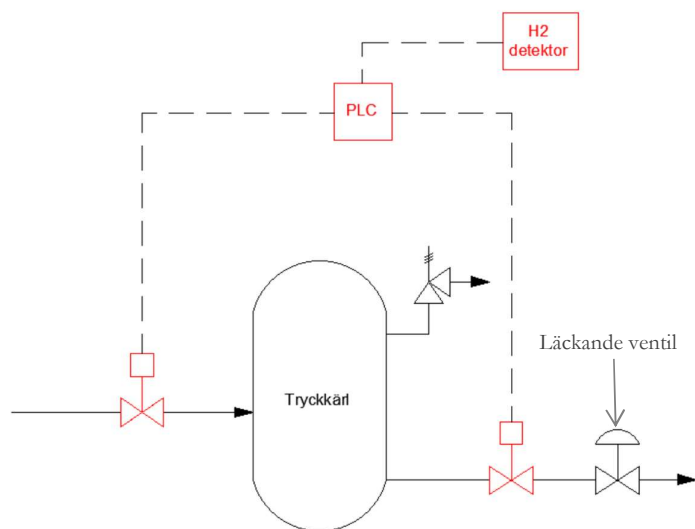
Detta krav går att uppfylla genom följande principer:

- Fel i säkerhetssystemet ska alltid leda till skyddsåtgärder.
- Om dubbla säkerhetssystem används måste skyddsåtgärd utlösas om något av systemen detekterar att säker drift inte längre uppfylls.
- En säkerhetsanalys som visar låg sannolikhet för komponent- eller funktionsfel ska ha gjorts.

Dessa säkerhetsprinciper går att uppnå med SIL-klassade komponenter, men också med komponenter utan denna klassning. Det är därmed svårt att skriva en generell rekommendation för vilken SIL-klassning som ska användas. Kravet på riskreducering bör tas fram under en riskanalys och kan uppnås med andra typer av komponenter. Därför finns i det allmänna rådet tillägget att SIL-klass 2 eller motsvarande bör anses godtagbart.

Ett exempel på en säkerhetskritisk instrumentfunktion

En gasdetektor kopplas till ett styrsystem, exempelvis en säkerhets-PLC, och vid detektion ska hela anläggningen försättas i felsäkert läge. Ett felsäkert läge innebär att systemet vid ett fel går tillbaka till ett säkert läge och ett vanligt exempel är fjäderbelastade ventiler som, beroende på konfiguration, öppnas eller stängs vid strömbortfall eller fel i processen. I figur 47 illustreras ett förenklat exempel på en säkerhetskritisk instrumentfunktion. Ett tryckkärl skyddas mot övertryck av en säkerhetsventil.



Figur 47. Ett exempel på en hur en säkerhetskritisk instrumentfunktion, SIF, markerad i rött, isolerar ett lager med brännbar gas från en ventil med ett läckage som detekterats.

För att isolera gasen vid ett eventuellt läckage finns en gasdetektor utplacerad som skickar en signal till en säkerhets-PLC om gas detekteras. En tänkbar läckagekälla i detta exempel skulle kunna vara en läckande ventil nedströms, längst till höger i figur 47. Vid gasdetektion kommer ventilerna före och efter tryckkärlet att stängas, varvid gasvolymen i tryckkärlet isoleras. Värt att notera i detta åtgärdssystem/SIL-krets är att ventilerna inte omfattas av IEC 61508, då den endast gäller för elektriska, elektroniska och programmerbara elektroniska säkerhetskritiska system. En analys av ventilernas felfrekvens kan uppvisas för att garantera deras lämplighet i systemet.

Riskreducering

Enskilda komponenters SIL-klassificering indikerar vilka SIL-system de är lämpliga för, men garanterar inte åtgärdssystemets SIL-klass. Att bara använda sig av SIL 2 eller SIL 3 lämpliga komponenter garanterar inte ett SIL 2 eller SIL 3 system.

Även om en SIL-nivå härrör från en riskbedömning är den inte ett direkt mått på risken. Den är istället ett mått på avsedd tillförlitlighet hos en säkerhetsfunktion som krävs för att uppnå den riskminskning som krävs med hänsyn till kvarvarande risk efter alla andra åtgärder. Även om en risk som en viss fara medför kan vara hög kan bidraget från andra riskreducerande åtgärder också vara högt och därmed blir nödvändig SIL-klass för säkerhetsfunktionen lägre.

Många av de detektorer och mätare som finns på marknaden är lämpliga för SIL 2 eller SIL 3, men inte alla. Likvärdig tillförlitlighet går då att uppnå med redundanta system. Redundanta system innebär att två av varandra oberoende system med lägre säkerhetsnivå, med kravet att ingen av dem får falla, ersätta ett system av högre säkerhetsnivå.

Bilaga G: Väteförsprödning

I en vätgasanläggning finns olika komponenter så som behållare, rör, ventiler, packningar, tätningar mm. De är oftast tillverkade av metalliska eller polymera material. Eftersom väte kan påverka vissa material negativt så är det viktigt att använda rätt typ av material beroende på dess tillämpningsområde.

Att en tryckbärande anordning konstrueras i rätt material regleras i arbetsmiljöverkets föreskrift (AFS 2016:1) om tryckbärande anordningar. Risker förknippade med väteförsprödning kan initieras även i samband med hantering och dessa risker behöver därför kännas till och beaktas.

Väteförsprödning - vätes påverkan på metall

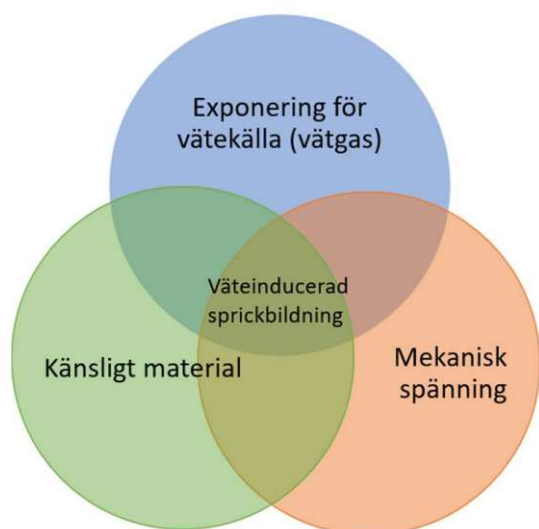
När metalliska material kommer i kontakt med väte kan atomärt väte tränga in i metallstrukturen, försämra metallens mekaniska egenskaper och försvaga materialet. Detta kallas för väteförsprödning och gäller såväl exponering för vätgas som för andra vätekällor.

Väteförsprödning kan göra att metallerna inte kommer att klara de belastningar som de i normala fall tål. Framför allt kan duktiliteten⁵⁰ och brottsegheten påverkas negativt. Materialen kan bli sprödare och mer känsliga för sprickinitiering och spricktillväxt. Det leder till att exempelvis livslängden med avseende på utmattning kan minska.

För att väteinducerad sprickbildning ska uppstå behöver tre faktorer vara uppfyllda samtidigt, enligt figur 48.

1. Materialet måste vara eller ha varit exponerat för en vätekälla, i det här fallet vätgas.
2. Materialet måste vara känsligt för väteförsprödning.
3. Det måste finnas en belastning på materialet, vanligen i form av dragspänning. Till exempel kommer vätgastrycket i ett tryckkärl ge upphov till dragspänning i tryckkärls vägg.

⁵⁰ Mått på materialets förmåga att utsättas för plastisk deformation utan att sprickbildning uppstår



Figur 48. Väteinducerad sprickbildning kan ske då materialet är känsligt för väteförsprödning, då det exponeras för en vätekälla och då det finns en mekanisk spänning i materialet (ref. Swerim).

Den yta som exponeras för vätgas kommer att bli extra känslig, särskilt vid förekomst av ojämnheter som kan verka som initieringspunkter för sprickbildning. Väte kan också komma att tränga långt in i metallen vilket gör att väteinducerad sprickbildning även kan ske inuti materialet. Väteatomerna är små och kan diffundera snabbt i metallstrukturen jämfört med andra ämnen. Diffusionsprocessen tar dock en viss tid, vilket kan göra att ett material som vid en tidpunkt klarar en viss belastning kan komma att spricka vid ett senare tillfälle vid samma belastning. Detta medför även att metallen kan komma att uppträda sprött även efter avslutad vätgasexponering på grund av kvarvarande väte i materialet. Det finns således många faktorer som påverkar om väteförsprödning uppstår till följd av vätgasexponering och om sprickbildning i så fall inträffar.

Nedan finns en exempellista på faktorer:

- **Materialet** - Olika metaller är olika känsliga för väteförsprödning där mikrostrukturen har stor betydelse för känsligheten.
- **Ytan på materialet** - Ytans egenskaper och eventuella defekter kan dels påverka materialets förmåga att ta upp väte men också risken för att sprickor bildas vid ytan.
- **Vätgasens renhet** - Om vätgasen innehåller andra ämnen kan dessa öka eller minska risken för väteförsprödning.
- **Exponeringstid** - Risken för väteförsprödning ökar med ökad exponeringstid (vätehalten i materialet kan öka över tid).
- **Temperatur** – Olika material är olika känsliga för väteförsprödning vid olika temperaturer.
- **Tryck** – Risken för väteförsprödning ökar vid ökat vätgastryck.
- **Plastisk bearbetning till exempel böckning av materialet** - När metalliska material bearbetas kan yt- och materialegenskaperna förändras vilket kan öka risken för väteförsprödning.
- **Svetsning** - kan påverka risken för väteförsprödning på flera sätt. Svetsningen medför en värmepåverkan på metallen som kan påverka dess mikrostruktur. Vidare kan svetsningen påverka ytegenskaperna, skapa restspänningar, ge formförändringar och diskontinuiteter (defekter) som alla kan påverka risken.
- **Extern belastning** – För att materialet ska spricka till följd av väteförsprödning krävs en mekanisk spänning (normalt en dragspänning) som ofta uppstår på grund av extern belastning. Det kan handla om såväl statisk som dynamisk belastning. Dynamisk belastning kan uppstå till exempel till följd av tryck- eller temperaturvariationer, vibrationer, vindlaster med mera.
- **Egenspänningar** – Materialet kan även spricka till följd av egenspänningar enbart eller i kombination med extern belastning. Egenspänningar (eller restspänningar) kan till exempel uppstå till följd av värmebehandling, svetsning samt plastisk och skärande bearbetning.

Förutom normal väteförsprödning kan väte under vissa omständigheter reagera med olika komponenter i metallens mikrostruktur och på så sätt orsaka försprödning. Ett exempel är reaktion med kol i låglegerade stål där metan kan bildas vid förhöjd temperatur.

Val av metalliska material

Metaller, som kan komma att vara exponerade för vätgas behöver vara testade utifrån de specifika förutsättningar som de kommer utsättas för.

Till viss del går det att rangordna metaller utifrån deras känslighet för väteförsprödning, men vilka material som är lämpliga måste avgöras för den specifika applikationen där olika metaller kan vara olika känsliga för väteförsprödning vid olika förutsättningar (till exempel belastningsfall, temperaturer etc.) Detta beskrivs utförligare till exempel i rapporten Hydrogen Embrittlement 2 från NASA och i den tekniska rapporten SIS-ISO/TR 15 916:2022. Mer information om hur material kan väljas och känsligheten hos några vanliga metaller finns där summerat i Annex C.

För stål kan man generellt ange martensitiska stål som extra känsliga medan austenitiska stål kan klara sig väsentligt bättre. Ferritiska stål ligger däremellan. Bland de austenitiska stålen minskar känsligheten generellt med ökande nickelhalt.

Väte-attack är ett annat fenomen som istället kan drabba låglegerade stål. Det innebär att väte på samma sätt diffunderar in i stålstrukturen och där kemiskt reagerar med kolet i stålet varvid metan bildas och stålets mikrostruktur bryts ner.

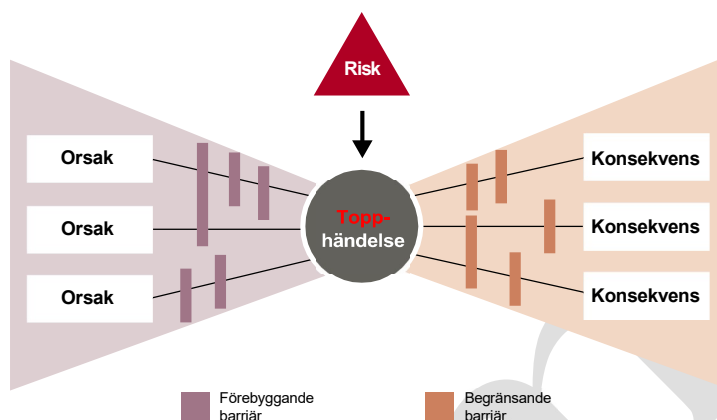
Testmetoder för att verifiera den exakta känsligheten för väteförsprödning hos ett stål eller ett metallmaterial i en gascylinder finns beskrivna i SS-EN ISO 11114-4:2017 Gasflaskor – Kompatibilitet mellan material i gasflaska respektive ventil med gasinnehåll – Del 4: Provningsmetoder för urval av metalliska materials resistens för väteförsprödning (ISO 11114-4:2016).

Vätes påverkan på polymera material

Vätgas kan även skada polymerer i till exempel packningar på grund av permeation genom materialet.

Bilaga H: Generellt om riskutredningar för brandfarlig gas

I kapitel 10.3 varifrån bilden nedan är lånad kan vi läsa om förebyggande och begränsande barriärer för en olycka. I detta kapitel utvecklas detta synsätt mer specifikt för en brandfarlig gas.



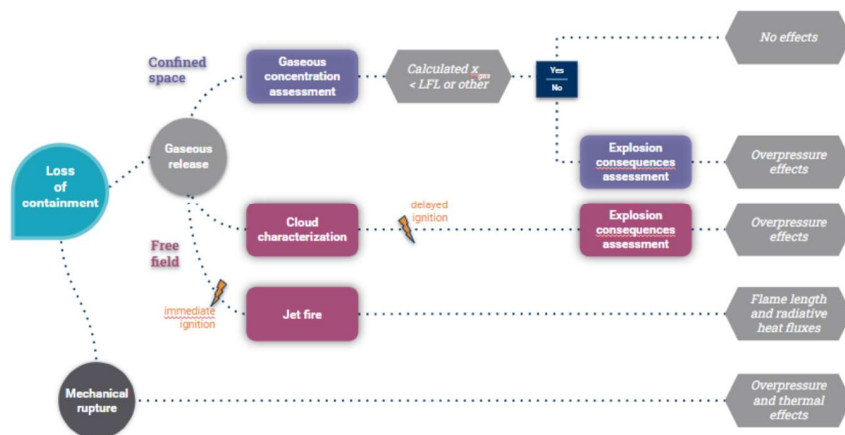
Figur XX. Förebyggande och begränsande barriärer mot orsaker till och konsekvenser av oönskade händelser. Bilden används i en riskanalysmodell som kallas olycksfjärilsmetoden.

För att uppfylla kravet på en riskutredning behöver utredningen omfatta hela anläggningen dvs följa den brandfarliga varans väg genom anläggningen. Oönskade topp-händelser bör identifieras.

De orsaker som kan leda fram till de oönskade händelserna bör identifieras och *förebyggande åtgärder* (barriärer) beskrivas. Barriärerna ska beskriva hur de förebygger/möter händelseutvecklingen och hur de kan påverka utgången av en uppkommen situation, dvs vilken blir effekten av barriären. Se den vänstra halvan av figur XX ovan.

Om topp-händelserna ändå inträffar behöver tänkbara händelseutvecklingar beskrivas och *skadebegränsande åtgärder* (barriärer) beskrivas på motsvarande sätt. Se den högra halvan av figur XX ovan.

De oönskade topp-händelserna för en brandfarlig gas innebär antingen ett oönskat utsläpp (loss of containment) eller en skadlig uppvärmning av en behållare, ett rör eller en annan anordning som innehåller brandfarlig gas, med risk för kärlsprängning/ruptur (mechanical rupture). Se figur 49 nedan.



Figur 49. Händelsesträd för ett oönskat utsläpp av brandfarlig gas.

Oönskat utsläpp (Loss of containment)

Vid risk för ett oönskat utsläpp kan gasutsläppet ske till en inneslutning (Confined space) eller fritt till omgivningen (Free field). För att en brandfarlig gas ska brinna krävs syre (luftsyrer eller ett annat oxiderande ämne) och en tändkälla. Beroende på bland annat temperatur, tryck, gasblandningens sammansättning och tändkällans energi sker en antändning mer eller mindre lätt och ger upphov till olika typer av brandförlopp. En gasblandning kan även under vissa förhållanden självantända, dvs. antändas utan att en tändkälla finns närvarande. Tre fysiskt olika brandförlopp kan inträffa:

Jetflamma: Ett utsläpp som antänds vid utsläppskällan resulterar i en förbränning av en icke förblandad gasblandning och ger en *jetflamma*. En jetflamma kan vara allt från en knappt synlig mikroflamma till en 10 meter lång eller mer, högtrycks-jetflamma, beroende på utsläppshastigheten och läckagets storlek. Branden kan ge upphov till en tryckökning i ett inneslutet rum. För vätgas ligger den avgivna strålningen inte i lika hög utsträckning i det infraröda och synliga området av strålningspektrat som för brännbara kolvättegaser, utan finns i det ultravioletta spektrumet. Det är alltså ofta inte synligt för det mänskliga ögat. Eftersom lågan inte syns upptäcks den oftast på grund av ett väsande ljud. Flammen är mycket varm, ofta ca 2000 °C men eftersom andelen energi som avges som strålning är lägre för vätgas jämfört med brännbara kolvättegaser blir höga gastemperaturer i förbränningsprodukterna i många fall ett större problem än avgiven strålning. Skadliga temperaturer som blir dimensionerande skadehändelser för människor finns ofta på avstånd 2-3 gånger längre bort än flamlängden.

Deflagration: När flamfronten i ett antänt förblandat gasmoln propagerar med en hastighet som är under ljudets, kallas förbränningsförloppet för en *deflagration*. En deflagration ger upphov till en tryckvåg av heta förbränningsgaser som trycker undan luften i omgivningen och lösa föremål. Vid en väldigt hög flamhastighet kan en deflagration ge upphov till en tryckvåg som liknar en detonation men

den kännetecknas inte av samma höga knall när den initieras. Deflagration kräver inte heller lika hög antändningsenergi som direkt detonation.

Deflagration-till-detonation-övergång (DDT): Om det förekommer hinder eller förträngningar kan flamhastigheten öka och under vissa förutsättningar accelereras till flera hundra meter per sekund. Vid tillräcklig turbulens kan deflagrationen då omvandlas till en *detonation*, så kallad deflagration till detonation (DDT). Se även avsnittet Obstruktioner/Obstruerat område i kapitel 2.6.3.

Detonation: En förblandad gasblandning där en chockvåg gör att gasblandningen reagerar och där förbränningsförloppet rör sig vid överljudshastighet kallas för *detonation*. Detonation innebär att ett gasmoln reagerar på grund av en chockvåg som färdas genom gasblandningen. Detonation kräver en hög initial antändningsenergi eller en deflagration som övergår till detonation enligt ovan för att starta. Detonation kännetecknas av en hög initial knall och tryckökningen kan bli upp till 20 gånger högre än det initiala trycket. Detonationer som träffar ytor reflekteras varvid trycket ökar ytterligare två till tre gånger. Risken för detonationer i fria gasmoln ökar med gasmolnets storlek och med om det finns mycket obstruktioner i området.

Tryckavlastning

Vid inomhushantering kan det i vissa fall finnas anledning att själva byggnaden bör tryckavlastas i säker riktning för att skydda mot verkan vid deflagration hos en gasexplosion. Egenskaperna hos vätgas behöver beaktas när en tryckavlastning dimensioneras med avseende på snabbhet och storlek på paneler, enligt gängse beräkningsmetoder för tryckavlastning av en byggnad. Om en explosion sker vid koncentrationer i närheten av stökiometrisk förhållanden eller övergår i detonation (DDT) är det dock osannolikt att hinna tryckavlasta och rädda byggnaden. Sprängbläck, tryckavlastningspaneler och liknande är begränsade till ljudhastigheten. De kan fungera för en deflagration men hinner inte lösa ut vid den överljudshastighet som kännetecknar en tryckvåg från en detonation. Även vid en deflagration måste tryckavlastningarnas tröghet vara anpassad till gasblandningens förbränningshastighet så att de hinner öppna innan skadliga tryck uppstår. Se även kapitel 1.14.

Skadlig uppvärmning

Den andra oönskade topp-händelsen är en skadlig uppvärmning av en behållare, ett rör eller en annan anordning som innehåller brandfarlig gas, med risk för kärlsprängning/ruptur. Tryckkärslreglerna ska normalt skydda mot detta med hjälp av säkerhetsventiler. En kärlsprängning leder utöver en fysisk explosion orsakad av en tryckökning eller en försämrad hållfasthet hos behållaren, oftast även till en antändning och ett eldklot. Eldklotet är en form av diffusionsflamma liknande en jetflamma och reaktionen bidrar till trycket. Detta och den fysiska explosionen kan i sämsta fall samverka och utvecklas till en detonation. Här ligger de viktigaste barriärerna på förebyggandesidan i att förhindra risken för att en extern brand eller jetflamma kan påverka behållarna då

det är svårt att mildra effekterna av en ruptur, explosion och detonation.

Bilaga I: Exempel på beräkning för att avgöra om ett utrymme bör ha detektion och larmanordningar samt tryckavlastning

Inledning

Enligt det allmänna rådet till X 2 kap. B § föreskriften kan beräkning av lagrad mängd per rumsvolym användas för att avgöra om detektion behövs. En definierad mängd vätgas från en behållare eller liknande antas då i sin helhet släppas ut i utrymmet som ses som ett hermetiskt tillslutet utrymme. Om mängden vätgas överskrider 0,3 g per m³ rumsvolym i utrymmet bör detektion och larmanordningar användas.

För att avgöra om tryckavlastning behövs eller inte enligt det allmänna rådet i X 2 kap. E § så bör mängden vätgas efter 10 sekunder från utsläppets början beräknas. Utrymmet ska även för det här fallet ses som ett hermetiskt tillslutet utrymme. Utsläppets storlek beräknas efter de dimensionerande skadefallen i tabell 5. Om mängden vätgas överskrider 0,3 g per m³ rumsvolym efter 10 s så bör tryckavlastning användas.

Standardcontainern

En standardcontainer med dimensionerna 6,1 × 2,4 × 2,6 (m³). El produceras i en bränslecell med hjälp av vätgas. Elen är avsedd för den tekniska utrustningen i utrymmet. Containern planeras att ställas upp där mycket folk är i rörelse. En fabriksförsluten flaska med vätgas som innehåller 20 l med trycket 200 bar(g) relativt normalt lufttryck vid temperaturen 15 °C är placerad utomhus utanför utrymmet i ett EI 30 klassat skåp. Det går en rörledning mellan behållaren och bränslecellen i utrymmet med en innerdiameter på 8 mm. Rörledningen är sammankopplad genom icke-permanenta kopplingar på olika ställen i utrymmet. Trycket reduceras till 5 bar innan vätgasen kommer in i utrymmet.

Beräkna om detektion med larmanordningar samt tryckavlastning behövs.

Detektion och larmanordningar

Detektion och larmanordningar behövs om $m_{utr} > m_{krit}$

Den lagrade mängden i utrymmet, m_{utr} , utgörs av behållarens nominella kvantitet, dvs. den kvantitet som den har när den lämnar försäljningsstället. Det förutsätts att behållarens innehåll töms ut i utrymmet tills differensstrycket mellan behållare och utrymme är utjämnat. Kvantiteten i behållaren, m_{krit} är den kritiska mängden vätgas i utrymmet som är 0,3 g per m³ rumsvolym.

$m_{utr} = \frac{P \cdot V}{R_{H_2} \cdot T}$ där P (bar) är differensstrycket i flaskan, V (m³) är flaskans volym. $R_{H_2} = 4124 \left(\frac{J}{kg \cdot K} \right)$ specifika gaskonstanten för vätgas, T (K) temperatur i grader Kelvin. Uttrycket är förenklat och tar inte hänsyn till gasens kompressionskoefficient men ger konservativa värden på m_{utr} .

$$m_{utr} = \frac{200 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{4124 \cdot 273,15} = 0,3366 \text{ kg avrundas till } 340 \text{ g}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot V_{utr} \text{ (g)}$$

V_{utr} (m³) är utrymmets volym.

$$V_{utr} = 6,1 \cdot 2,4 \cdot 2,6 = 38,06 \text{ m}^3$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot 38,06 = 11,42 \text{ g avrundas till } 11 \text{ g}$$

$m_{utr} > m_{krit}$ visar att detektion och larmanordningar bör användas.

Tryckavlastning

För att bestämma om tryckavlastning behövs så beräknas total mängd vätgas i utrymmet $m_{utr} = 10 \cdot \dot{m}_{in}$. Med hjälp av följande approximation kan massflödet $\dot{m}_{in}$ beräknas

$$\dot{m}_{in} = C_d \cdot S \cdot P \cdot k$$

där C_d är en utsläppskoefficient som anger effektiv hålare. För skarpa öppningar är $C_d = 0,5-0,75$ och för runda öppningar 0,95-0,99. S (m²) är hålets area, P (bar(g)) är differensstrycket och $k = 6,290 \cdot 10^{-4} \text{ kg/N}$ är en specifik konstant för vätgas beräknad vid temperaturen 15 °C och kompressionsförhållandet 1. Konstanten ger en tillräckligt noggrann uppskattning av massflödet för kunna bedöma behovet av tryckavlastning. Det är viktigt att känna till att den här ekvationen gäller för strypt flöde. Strypt flöde innebär att hastigheten för flödet begränsas till ljudhastigheten då trycksvängningar i hålet begränsar hastigheten. För differensstryck till omgivningen från grovt räknat 2 bar(g) och uppåt är strypt flöde fallet. Hållarean beräknas med hjälp av uttrycket.

$$S = x_{dim} \cdot A_{rör}$$

där x_{dim} är andel av hållaren $A_{rör}$ (m²) enligt det dimensionerande skadefallet som ger arean för hålet. I detta fall är $x = 10 \%$ eftersom närvaron av människor är hög genom att containern kommer att placeras nära där mycket folk är i rörelse.

$$S = 0,10 \cdot \frac{\pi \cdot 0,008^2}{4} = 5,027 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\dot{m}_{in} = 0,75 \cdot 5,027 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^5 \cdot 6,289 \cdot 10^{-4} = 1,186 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$$

Mängden vätgas i utrymmet beräknas:

$$m_{utr} = 10 \cdot \dot{m}_{in}$$

$$m_{utr} = 10 \cdot 1,186 \cdot 10^{-3} = 0,01186 \text{ kg avrundas till } 12 \text{ g}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot V_{utr} \text{ (g)}$$

$$V_{utr} = 6,1 \cdot 2,4 \cdot 2,6 = 38,06 \text{ m}^3$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot 38,06 = 11,42 \text{ g avrundas till } 11 \text{ g}$$

$m_{utr} > m_{krit}$ vilket visar att tryckavlastning bör användas.

Laborationslokal

En laborationslokal har dimensionerna $12 \times 12 \times 3,5$ (m³).

Laborationslokalen förses med vätgas med samma typ av behållare som i exemplet ovan. Behållaren innehåller 20 l med trycket 200 bar (g) relativt normalt lufttryck vid temperaturen 15 °C och är placerad utomhus utanför utrymmet i ett EI 30 klassat skåp. Temperaturen i flaskan har antagit samma temperatur som omgivningen. Det går en rörledning mellan behållaren och bränslecellen i utrymmet med en innerdiameter på 8 mm. Rörledningen är sammankopplad genom icke-permanenta kopplingar på olika ställen. Trycket reduceras till 5 bar innan vätgasen kommer in i utrymmet.

Beräkna om detektion med larmanordningar samt tryckavlastning behövs.

Detektion och larmanordningar

Detektion och larmanordningar behövs om $m_{utr} > m_{krit}$.

$$m_{utr} = 340 \text{ g från "a"}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot V_{utr}$$

$$V_{utr} = 12 \cdot 12 \cdot 3,5 = 504,0 \text{ m}^3$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot 504,0 = 151,2 \text{ g avrundas till } 150 \text{ g}$$

$m_{utr} > m_{krit}$ visar att detektion och larmanordningar bör användas.

Tryckavlastning

Det dimensionerande skadefallet för "Människor-Personer, hög närvaro" bör användas eftersom mycket folk vistas i laborationslokalerna regelbundet. I detta fall är $x_{dim} = 10 \%$.

$$S = 0,10 \cdot \frac{\pi \cdot 0,008^2}{4} = 5,027 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\dot{m}_{in} = 0,75 \cdot 5,027 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 6,289 \cdot 10^{-4} = 1,218 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$$

Mängden vätgas i utrymmet beräknas

$$m_{utr} = 10 \cdot \dot{m}_{in}$$

$$m_{utr} = 10 \cdot 1,218 \cdot 10^{-3} = 1,218 \cdot 10^{-2} \text{ avrundas till } 13 \text{ g}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot V_{utr} \text{ (g)}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot 504,0 = 151,2 \text{ g avrundas till } 150 \text{ g}$$

$m_{utr} \leq m_{krit}$ visar att tryckavlastning kan uteslutas.

Industrilokal

En stor industrilokal har dimensionerna $80 \times 20 \times 10 \text{ (m}^3\text{)}$. I lokalen finns ett ledningssystem med rör, som har högst 20 mm innerdiameter, sammankopplade genom icke-permanenta kopplingar på olika ställen. I dessa rör är trycket som högst 50 bar. Rörledningssystemet förses med vätgas från en stor cistern som rymmer 200 kg vätgas. I och utanför lokalen vistas människor endast vid rondering eller när underhållsarbeten behöver utföras.

Beräkna om detektion med larmanordningar samt tryckavlastning behövs.

Detektion och larmanordningar.

Detektion och larmanordningar behövs om $m_{utr} > m_{krit}$.

$$m_{utr} = 200 \text{ kg avrundas till } 200\,000 \text{ g}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot V_{utr} \text{ (g)}$$

$$V_{utr} = 80 \cdot 20 \cdot 10 = 16000 \text{ m}^3$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot 16000 = 4800 \text{ g}$$

$m_{utr} > m_{krit}$ visar att detektion behövs.

Tryckavlastning

Eftersom människor vistas relativt sällan i industrilokalen kan det skyddsvärda objektet "Människa-personer, låg närvaro" användas. Det dimensionerande skadefallet blir då 3 % av fullt rörbrott.

Hålarean beräknas med:

$$S = 1,00 \cdot \frac{\pi \cdot 0,020^2}{4} = 9,425 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\dot{m}_{in} = 0,75 \cdot 9,425 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^5 \cdot 6,289 \cdot 10^{-4} = 0,02223 \text{ kg/s}$$

$$m_{utr} = 10 \cdot \dot{m}_{in}$$

$$m_{utr} = 10 \cdot 0,02223 = 0,2223 \text{ kg avrundas till } 230 \text{ g}$$

$$m_{krit} = 0,3 \cdot V_{utr} \text{ (g)}$$

$$m_{krit} = 4800 \text{ g}$$

$m_{utr} \leq m_{krit}$ vilket visar att tryckavlastning inte behöver användas.

Remiss



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se

Publ.nr MSB1589 - juni 2020 ISBN 978-91-7927-045-2

Remiss