



# ARBETE I EXPLOSIONSFARLIG MILJÖ

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbete i explosionsfarlig miljö  
samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna.

ISBN 91-7930-427-3  
ISSN 1650-3163

# ARBETSMILJÖVERKET

Huvudkontoret

171 84 Solna, Telefon: 08-730 90 00

E-post: [arbetsmiljoverket@av.se](mailto:arbetsmiljoverket@av.se)

## BESTÄLLNINGSDRESS

Ytterligare ex av denna föreskrift beställs från:

Arbetsmiljöverket, Publikationsservice, Box 1300,

171 25 SOLNA Tfn 08-730 97 00. Telefax 08-735 85 55

### Arbetsmiljöinspektionen i Falun

(Dalarnas och Gävleborgs län)

Gruvgatan 2, Box 153,  
791 24 Falun.

Tel 023-457 00

Telefax 023-222 69

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.falun@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.falun@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Göteborg

(Västra Götalands  
och Hallands län)

Rosenlundsgatan 8, Box 2555,  
403 17 Göteborg.

Tel 031-743 72 00

Telefax 031-13 50 60

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.goteborg@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.goteborg@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Härnösand

(Västernorrlands och  
Jämtlands län)

Brunnshusgatan 8,  
871 32 Härnösand.

Tel 0611-885 00

Telefax 0611-184 10

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.harnosand@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.harnosand@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Linköping

(Östergötlands och  
Södermanlands län)

Kungsgatan 39 A, Box 438,  
581 04 Linköping.

Tel 013-37 08 00

Telefax 013-10 44 20

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.linkoping@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.linkoping@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Luleå

(Norrbottens län)

Köpmangatan 40 A,  
972 33 Luleå.

Tel 0920-24 22 60

Telefax 0920-24 22 99

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.lulea@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.lulea@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Malmö

(Skåne län)

Vattenverksvägen 47, Box 21019,  
200 21 Malmö.

Tel 040-38 62 00

Telefax 040-12 64 07

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.malmo@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.malmo@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Stockholm

(Stockholms, Uppsala  
och Gotlands län)

Englundavägen 5, Box 1259,  
171 24 Solna.

Tel 08-475 01 00

Telefax 08-764 49 72

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.stockholm@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.stockholm@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Umeå

(Västerbottens län)

Riddaregatan 8,  
903 36 Umeå.

Tel 090-17 07 00

Telefax 090-77 40 19

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.umea@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.umea@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Växjö

(Kronobergs, Blekinge,  
Jönköpings och Kalmar län)

Västra Esplanaden 9 A,  
352 31 Växjö.

Tel 0470-74 80 00

Telefax 0470-74 80 48

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.vaxjo@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.vaxjo@av.se)

### Arbetsmiljöinspektionen i Örebro

(Örebro, Värmlands  
och Västmanlands län)

Fabriksgatan 20, Box 1622,  
701 16 Örebro.

Tel 019-21 95 00

Telefax 019-26 09 39

e-post:

[arbetsmiljointspektionen.orebro@av.se](mailto:arbetsmiljointspektionen.orebro@av.se)

Observera att hänvisningar till författningar alltid avser författningens ursprungliga nummer. Senare ändringar och omtryck kan förekomma.

När det gäller ändringar och omtryck av Arbetarskyddsstyrelsens och Arbetsmiljöverkets författningar hänvisas till senaste Förteckning över föreskrifter och allmänna råd.

Utgivare: Maria Hagberg

Elanders Gotab 42470, Stockholm 2003

## Innehållsförteckning

## Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbete i explosionsfarlig miljö

Tillämpningsområde .....	5
Definitioner .....	5
Allmänt .....	6
Riskbedömning .....	7
Förebyggande skyddsåtgärder mot explosioner .....	7
Zonklassning .....	8
Explosionsskyddsdokument .....	9
Uppföljning av olycksfall och tillbud .....	10
Bestämmelser om straff .....	10
Ikraftträdande och övergångsbestämmelser .....	10
Bilaga 1 Varningsskylt enligt 11 § .....	12

## Arbetsmiljöverkets allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om arbete i explosionsfarlig miljö

Explosion .....	13
Begreppen deflagration och detonation .....	14
Effekterna av en explosion .....	14
Vanliga säkerhetsdata .....	15
Dammexplosionsprov .....	17
Minsta antändningsenergi och tändkällor .....	17
Exempel på tändenergier .....	18
Vanliga ofta underskattade riskkällor .....	18
Fukt .....	19
Hybridblandningar .....	19
Metallpulver .....	19
Finfördelat damm eller stoft .....	19
Vätgas .....	20
Vanliga vätskor att se upp med .....	20
Inertering .....	20
Små mängder .....	20
Potentialutjämnning .....	21
Kommentarer till vissa paragrafer .....	21
Information från Arbetsmiljöverket .....	31



# Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbete i explosionsfarlig miljö



Beslutade den 22 maj 2003

Utkom från trycket  
den 30 juni 2003

Arbetsmiljöverket meddelar med stöd av 18 § arbetsmiljölförordningen (SFS 1977:1166) följande föreskrifter.<sup>1)</sup>

## Tillämpningsområde

1 § Dessa föreskrifter gäller där någon i arbetet kan utsättas för fara orsakad av explosionsfarlig miljö i byggnader, lokaler, utrustningar eller andra tekniska anordningar och på arbetsplatser i övrigt där explosionsfarlig miljö kan förekomma.

Föreskrifterna gäller inte för

- sådan användning och avsiktlig tillverkning av brandfarliga gaser och vätskor, för vilken föreskrifter, som överför direktivet 99/92/EG för sådan användning och avsiktlig tillverkning, har meddelats med stöd av förordningen (SFS 1988:1145) om brandfarliga och explosiva varor,
- lokaler som används för medicinsk behandling av patienter,
- användning av anordningar för förbränning av gasformiga bränslen,<sup>2)</sup>
- hantering av explosiva varor,<sup>3)</sup>
- hantering där explosionsrisken enbart beror på närvaron av kemiskt instabila ämnen,
- gas- och petroleumutvinningsindustrin och gruvverksamhet<sup>4)</sup> samt
- användning av land-, sjö- och lufttransportmedel.

Transportmedel som är avsedda att användas i explosionsfarlig miljö omfattas av dessa föreskrifter.

## Definitioner

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

<sup>1)</sup> Jfr. direktiv 1999/92/EG

<sup>2)</sup> Enligt direktiv 90/396/EEG

<sup>3)</sup> Jfr. SFS 1988:868

<sup>4)</sup> Enligt direktiven 92/91/EEG och 92/104/EEG

Explosiv atmosfär	Blandning av gas/gaser med annan gas, ånga, aerosol eller damm i vilken en hastig exoterm kemisk reaktion med eller utan påtaglig tryckvåg efter antändning sprider sig till hela eller större delen av den oförbrända blandningen.
Explosionsfarlig miljö	Ett område där explosiv atmosfär kan förekomma samt intilliggande områden i vilka arbetstagare kan utsättas för fara orsakad av den explosiva atmosfären.
Hantering	Tillverkning, bearbetning, behandling, förpackning, förvaring, transport, användning, omhändertagande, destruktion, konvertering eller liknande.
Riskbedömning	Bedömning av hantering, ändring eller inträffad händelse i syfte att avgöra om riskreducerande åtgärder eller fördjupad riskanalys behöver utföras.
Zon 0,1, 2	Områden där explosiv atmosfär bestående av gas, ånga eller aerosol kan förekomma och klassas i zoner efter hur ofta explosiv atmosfär uppstår och hur länge denna varar.
Zon 20, 21, 22	Områden där explosiv atmosfär bestående av brännbart damm kan förekomma och klassas i zoner efter hur ofta explosiv atmosfär uppstår och hur länge denna varar.

## Allmänt

3 § Utrustningar, installationer, skyddssystem, komponenter, anordningar, verktyg och material skall

- vara riskbedömda och lämpliga för den explosiva atmosfär de används i och
- underhållas så att avsett explosionskydd upprätthålls.

4 § Byggnader, lokaler och arbetsplatser skall vara utformade så, att så långt det är möjligt inte någon person utsätts för risk att skadas om en explosiv atmosfär antänds.

5 § Hantering med tillhörande instruktioner och rutiner skall vara riskbedömda och lämpliga för den explosiva atmosfär de är avsedda för.

6 § Arbetsgivaren skall se till att den som vistas i explosionsfarlig miljö eller utför arbete som kan påverka explosionssäkerheten skall ha lämplig utbildning, kunskap om explosionsrisker och skyddsåtgärder samt färdigheter i säkert handhavande.

## Riskbedömning

7 § Riskbedömning skall vara dokumenterad och ha utförts av någon som har lämplig utbildning och kunskap för att göra riskbedömningar av explosiv atmosfär. I riskbedömningen skall finnas uppgifter om

- explosionsbenägenhet hos blandningen,
- förekommande tändkällor,
- sannolikheten för att explosiv atmosfär uppstår samt dess varaktighet,
- sannolikheten för att en explosiv atmosfär antänds och konsekvenserna av explosionen samt om
- utrymmen, utrustningar, installationer, material eller liknande som har bedömts ha betydelse för explosionsrisken.

Riskbedömningen skall även omfatta

- rutiner för säker hantering i explosionsfarlig miljö,
- erforderlig skyddsutrustning och säkerhetsåtgärder för respektive riskkälla,
- områden som genom öppningar har eller som kan få förbindelse med områden där explosiv atmosfär kan uppstå,
- rutiner för säkert omhändertagande av spill och läckage samt
- lämpligt släckmedel och släckförfarande vid brand för att förebygga explosion.

Riskbedömningen skall omfatta såväl normalt arbete och drift som förväntade avvikelser och fel.

8 § Förnyad riskbedömning och uppdatering av explosionsskyddsdocument enligt 16 §, skall göras

- innan en ändring av utrustning, rutiner, recept, råvaror, organisation eller förhållanden i övrigt som kan påverka risken med explosiv atmosfär genomförs samt
- efter inträffad olycka eller tillbud.

## Förebyggande skyddsåtgärder mot explosioner

9 § För att förebygga explosioner skall lämpliga tekniska och organisatoriska åtgärder vidtas, i nedan angiven ordning, för att

- förhindra att explosiv atmosfär bildas eller där verksamhetens art inte medger detta,

- undvika att explosiv atmosfär antänds och
- begränsa de skadliga effekterna om en explosiv atmosfär antänds så att risken för personskador minimeras.

Vid behov skall åtgärder vidtas för att förhindra att explosiv atmosfär som antänts sprids i byggnader eller processenheter via rör och ledningar eller på annat sätt.

10 § Ämnen som vid hanteringen kan förekomma i form av gas, ånga, aerosol eller damm skall betraktas som material som kan bilda explosiv atmosfär om inte en undersökning har visat att de inte kan orsaka en explosion.

## Zonklassning

11 § Explosionsfarliga områden eller lokaler skall klassas i zoner efter hur ofta explosiv atmosfär uppstår och hur länge denna varar. Områden med sådana zoner skall märkas med skyltar (se bilaga 1). Klassning skall vara utförd enligt gällande europastandard eller på annat sätt som ger minst motsvarande skyddsnivå. Sådan klassning skall vara dokumenterad och utmärkt i särskilt dokument. Om den explosiva atmosfären avviker från normalt tryck, temperatur eller luftsammansättning skall detta särskilt anges.

Zon 0 och zon 20	Område där explosiv atmosfär förekommer ständigt, långvarigt eller ofta.
Zon 1 och zon 21	Område där explosiv atmosfär förväntas förekomma vid normal hantering.
Zon 2 och zon 22	Område där explosiv atmosfär inte förväntas förekomma vid normal hantering men, när den ändå gör det, endast har kort varaktighet.

12 § För tillfälliga arbetsplatser och underhåll av mobila tekniska anordningar behöver zonklassning enligt 11 § inte utföras och explosionskyddsdocument enligt 16 § inte upprättas. Dessa arbeten skall dock förses med skriftliga skyddsinstruktioner och lämpliga avspärrningar om det efter en riskbedömning anses erforderligt.

13 § Innan en arbetsplats med explosionsfarliga områden som klassificeras enligt 11 §, tas i bruk för första gången skall anläggningens explosions säkerhet bekräftas av person med erforderlig utbildning och kunskap.



14 § Innan arbete påbörjas i klassat område eller på säkerhetsutrustning skall arbetstillstånd utfärdas av en person med särskilt ansvar för denna uppgift. Ett arbetstillstånd skall innehålla de villkor och instruktioner som krävs för en säker hantering.

15 § Rutiner för säker avställning och driftklarhetsverifiering skall finnas och tillämpas vid underhållsarbete eller tillfälliga stopp på utrustningar och anordningar i eller för explosiv atmosfär.

## Explosionsskyddsdokument

16 § För arbetsplatser där explosionsrisk föreligger skall arbetsgivaren innan arbete påbörjas upprätta ett explosionsskyddsdokument, baserat på riskbedömningen. Detta dokument skall hållas aktuellt. Explosionsskyddsdokumentet skall särskilt innehålla uppgifter om

- att explosionsriskerna har fastställts och bedömts enligt 13 §,
- förekommande explosionsrisker och till dessa hörande skyddsutrustningar och säkerhetsrutiner,
- de områden som har klassificerats och delats in i zoner enligt 11 §,
- rutiner för utfärdande av arbetstillstånd, säker avställning och driftklarhetsverifiering,
- förekommande samordningsansvar,
- hur arbetsplatsen, arbetsutrustning, skyddssystem, personlig skyddsutrustning, material, varningsanordningar, utrymningsvägar används och underhålls på säkert sätt,
- tryckavlastningszoner,
- rutiner för säkert omhändertagande av spill, läckage och brand.

På arbetsplats eller driftställe med samordningsansvar<sup>5)</sup> skall omfattningen av och ansvarig person för denna samordning framgå av explosionsskyddsdokumentet.

17 § Utrustning och skyddssystem som skall installeras i eller för områden där explosiv atmosfär kan uppstå, skall väljas enligt kategorierna i Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1995:5) om Utrustningar för explosionsfarlig miljö.<sup>6)</sup>

<sup>5)</sup> Enligt arbetsmiljölagen SFS (1977:1160) 3 kap. 6-7 §§

<sup>6)</sup> Jfr. direktiv 94/9/EG

Följande utrustningskategorier skall användas inom respektive klassade områden.

I zon 0 eller zon 20, kategori 1 utrustning,

i zon 1 eller zon 21, kategori 1 eller 2 utrustning och

i zon 2 eller zon 22, kategori 1, 2 eller 3 utrustning.

## Uppföljning av olycksfall och tillbud

18 § Olycksfall och tillbud skall utredas, dokumenteras och riskbedömas. Arbetet får inte återupptas efter ett explosionsolycksfall eller allvarligt tillbud förrän en ny riskbedömning visat att arbetet kan utföras säkert.

## Bestämmelser om straff

19 § Bestämmelserna i 7, 8, 13 och 18 §§ utgör föreskrifter enligt 4 kap. 1§ arbetsmiljölagen (SFS 1977:1160). Bestämmelserna i 16 § utgör föreskrifter enligt 4 kap. 8 § samma lag. Brott mot nämnda föreskrifter kan enligt 8 kap. 2 § samma lag medföra böter.

## Ikraftträdande och övergångsbestämmelser

Dessa föreskrifter träder i kraft den 31 juli 2003.

Samtidigt upphävs Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1981:5) om Dammexplosioner.

För utrustning som redan används eller tillhandahållits före den 31 juli 2003 gäller inte 17 §.

Klassning enligt 11 § skall göras före val och installation av ny utrustning enligt Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1995:5) med föreskrifter om Utrustningar för explosionsfarlig miljö, även för arbetsplatser där explosiv atmosfär kan uppstå, som tagits i bruk före den 31 juli 2003.

Arbetsplatser med områden där explosiv atmosfär kan uppstå, som redan tagits i bruk före den 31 juli 2003, skall senast tre år efter den tidpunkten uppfylla kraven på skyltning i 11 § och kraven på explosionsskydds-dokument i 16 §.

Arbetsplatser som tidigare inte omfattats av krav på klassning av explosionsfarliga områden och som redan tagits i bruk före den 31 juli 2003, skall senast tre år efter den tidpunkten även uppfylla kraven på klassning i 11 §.

KENTH PETTERSSON

Rune Andersson

Maria Hagberg

## Varningsskylt enligt 11 §

Varningsskyltar för områden där explosiv atmosfär kan uppstå, som zon-klassificeras enligt 11 §.



- Trekantig form.
- Svarta bokstäver på gul botten med svart bård (den gula färgen skall täcka minst 50% av skyltens yta).
- Tilläggstext "För arbetsrutiner och materiel se explosionskyddsdocument."

## Arbetsmiljöverkets allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om arbete i explosionsfarlig miljö

Arbetsmiljöverket meddelar följande allmänna råd om tillämpningen av Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbete i explosionsfarlig miljö.

Allmänna råd har en annan juridisk status än föreskrifter. De är inte tvingande, utan deras funktion är att förtydliga innebörden i föreskrifterna (t.ex. upplysa om lämpliga sätt att uppfylla kraven samt visa exempel på praktiska lösningar och förfaringsätt) och att ge rekommendationer, bakgrundsinformation och hänvisningar.

### Explosion

Ordet explosion kan härledas till orden ex och plosion som fritt översatt betyder snabb utströmning. Det strömmande mediet är gaser som accelererar och drar med sig partiklar och splitter lång väg från ursprungsplatsen. Flera fysiska och kemiska fenomen kan orsaka dessa gasströmningar eller som vi i dagligt tal säger explosioner.

1. Tryckkärlsexplosion: ett tryckkärl med komprimerad eller kondenserad gas brister.
2. Ångexplosion: hastig avkokning av vätska som exempelvis händer då man håller vatten i het olja eller metallsmälta i vätska.
3. Varmluftsexplosioner: hastig uppvärmning av luft, som sker vid exempelvis elektriska kortslutningar eller blixtnedslag.
4. Mycket snabba kemiska reaktioner som avger gaser som reaktions- eller biprodukt: gasexplosioner med brännbara gaser eller brännbara ångor, dammexplosioner med exempelvis organiskt pulver samt explosivämnesexplosioner. Även blandning av icke kompatibla ämnen kan i vissa situationer vara explosiva, exempelvis tionylklorid med vatten.
5. Mycket snabba kemiska reaktioner som inte ger gaser som reaktionsprodukt men hastigt värmer upp omgivande luft: metalldammsexplosioner och explosivämnesexplosioner.

I verkligheten är det få explosioner som består av endast ett av ovanstående fenomen. Explosioner sker med mer eller mindre stort värmeutbyte med omgivningen och får därmed nästan alltid en betydande varmluftskomponent.

Explosivämnen innehåller allt som behövs för explosionen och kräver bara tillräcklig tändenergi för att explodera. Denna föreskrift behandlar

endast ämnen eller blandningar som tillsammans med omgivande atmosfär hastigt brinner och avger gaser och/eller värme i ett explosivt förlopp.

## Begreppen deflagration och detonation

Explosion brukar indelas i två delar, deflagration och detonation. Deflagration innebär att förbränningsreaktionen sprider sig med underljudshastighet i det medium där explosionen äger rum, för luft cirka 300 m/s. Flamhastigheten och tryckstegringen fortplantar sig lika i alla riktningar vid en deflagration.

Vid flamhastigheter i närheten av ljudhastigheten i gasblandningen blir gasströmningen instabil och övergår i ett seriekollisionsförlopp där hastigheten är högre än ljudhastigheten. Då har deflagrationen övergått till detonation.

Kännetecknande för detonationen är att reaktionen sker i en tunn zon som rör sig genom gasblandningen med en hastighet av cirka 2 km/s. Trycket är i detta fall koncentrerat till reaktionszonen och stötens tryck är ungefär 2 MPa mot de ytor som är parallella med rörelseriktningen. På ytor tvärs rörelseriktningen blir reflektionstrycket över 10 MPa. Tryckimpulsen är mycket kort och det blir inget egentligt statiskt tryck utan påkänningen är huvudsakligen en impulslast.

## Effekterna av en explosion

Om en deflagration tillåts övergå till en detonation innebär det normalt katastrofala konsekvenser för utrustningen och personer som befinner sig i närheten. Detta kan ske om explosionen får fortplanta sig från ett kärl till ett annat eller om rörledningarna är tillräckligt långa. Maximalt tryck för begränsade explosioner fås i slutna kärl eller utrymmen med stökiometriska förhållanden och god turbulens. God turbulens fås exempelvis i rögallerier, vid hinder och med skrovliga ytor.

För gaser och ångor i luftatmosfär och stökiometrisk koncentration erhålls ett maximalt tryck om 0,8 MPa i slutna kärl. Explosiva dammblandningar ligger i regel under 1 MPa men kan för vissa metaldamm ge 1,2-1,8 MPa. Om explosionen tillåts sprida sig okontrollerat från kärl till kärl kan mycket höga tryck uppnås.

Fria gas/dammolnsexplosioner liknar en hastig förbränning och har vanligen endast svag tryckverkan. De är ändå mycket farliga för personal och

utrustningar som kringgärdas av heta brandgaser och värmepåverkan från branden.

Den för personalen farligaste effekten av en okontrollerad explosion är främst de splitter som bildas vid en innesluten explosion samt att byggnader rasar in.

## Vanliga säkerhetsdata

MIE	(Minimal Ignition Energy). Minsta antändningsenergi för ämnet eller blandningen som används för att bedöma om närvarande tändkällor är farliga.
$(dp/dt)_{\max}$	Maximal tryckstegringshastighet som används för dimensionering av tryckavlastning och suppressionsystem (explosionsundertryckning).
$P_{\text{ex}}$	Maximalt explosionsövertryck som används för dimensionering av tryckhållfasta kärl, avlastnings- och suppressionsystem.
$K_g$	Experimentellt bestämd konstant, där (g=gas) och $dp/dt=K_g/(V)^{1/3}$ (V=volym).
$K_{\text{st}}$	Experimentellt bestämd konstant, där (st=damm) och $dp/dt=K_{\text{st}}/(V)^{1/3}$ .
Flampunkt	Lägsta temperatur vid vilken en vätska bildar antändliga ångor över en fri vätskeyta vid normalt lufttryck och luftatmosfär.
Tändpunkt	Temperatur vid vilken en het yta antänder gas eller damm. Anges normalt även för ett 5 mm tjockt dammlager.
Explosionsområde	Ett intervall angett i volymprocent inom vilken en explosion kan ske vid normalt tryck och temperatur.
Stökiometrisk blandning	I detta sammanhang den koncentration där fullständig förbränning och störst energiutveckling teoretiskt sker och där det åtgår minst energi för att antända blandningen. (I verkligheten ligger minsta tändenergin strax under eller över det teoretiska värdet, men stökiometriska punkten kan användas som god approximation).

Ångtryck	Över en vätska råder vid varje temperatur ett visst ångtryck. För vätskor med kokpunkt över omgivningstemperatur råder ett lägre tryck än atmosfärstrycket. Ångtrycket talar om hur fort ånga avges från en vätska och ger därmed en uppfattning om explosionsrisk och underlag för att beräkna ventilationsbehov.
Volym resistivitet	[ $\Omega\text{m}$ ] Anges ibland för damm och ger ett mått på om pulvret är en isolator eller inte. Om dammet har höga värden medför det att pulvret får en mycket stor ytladdning som inte går att bortleda. En hög resistivitet i kombination med ett lågt MIE-värde ger stor sannolikhet för antändning.
Relaxationstid	Ger en uppfattning om hur lång tid det tar för ett laddat material eller ämne att avleda sin laddning, d.v.s. hur lång tid det tar att avleda cirka 2/3 av ursprunglig laddning. För vissa pulver rör det sig om timmar och till och med dygn.
Sönderfallstest	Ger svar på vid vilken temperatur ett pulver sönderfaller vid förvaring. Testet utförs i en ugn med ett antal termoelement instuckna i pulvret.
Ledningsförmåga	Ett mått på vätskors förmåga att ackumulera laddning. Vissa vätskor fungerar som kondensatorer och bevarar stora laddningar länge.
MOC	(Minimal Oxygen Concentration). Anger minsta syrekoncentration vid vilken förbränning kan ske. För att minska syrehalten ökas vanligen mängden kväve, så kallad inertering. Observera att för vissa ämnen går det inte att inertera med kväve utan koldioxid eller ädelgasen argon måste tillgripas.

Observera att säkerhetsdata sällan är att likställa med naturkonstanter utan är beroende av vald testmetod. Dock är de inbördes förhållandena lika inom respektive metod. Jämför därför aldrig värden från olika metoder utan ingående kunskap om dessa metoder. Om inte annat anges så gäller säkerhetsdata oftast vid normalt tryck och temperatur i luftatmosfär för använd testvolym och utrustning. Avviker man i sin hantering från dessa förhållanden så kan säkerhetsdata exempelvis ändras markant redan efter några tiotals grader eller tiondels MPa förändring.



## Dammexplosionsprov

Några viktiga komihåg för den som skall skicka iväg ämnen för dammexplosionstest. Samråd med testlabbet innan ni skickar pulver för test så att representativa prov tas och rätt tester görs för den aktuella hanteringen.

- Provet skall vara representativt för dammexplosionsrisken. Fint damm och stoft kanske kommer att anrikas i processen, exempelvis i stoftfilter. Pulvret kanske skall bearbetas och ändra form och därmed även den specifika ytan. Kontrollera gärna i mikroskop och dokumentera partikelfördelning, geometri och specificera föroreningar.
- Var noga med fukt/vattenhalt och eventuell förekomst av lösningsmedel och förpacka diffusionstätt.
- Begär minst bestämning av lägsta tändenergi, ( $K_{st}$ -värde,  $P_{max}$  behövs för tryckavlastning, undertryckning och inneslutning). Testmetod och testapparatusens volym bör alltid anges.
- Vid osäkerhet: beskriv gärna hur pulvret hanteras och begär säkerhetsrekommendationer eller anlita hjälp innan pulvret skickas till test.

## Minsta antändningsenergi och tändkällor

Som tumregel kan man anta att gaser antänds av energier  $<1$  mJ, vanliga lösningsmedelsångor vid 0,1-3 mJ. Minsta tändenergi för damm varierar normalt från 1 mJ - 1 J. Observera att det givetvis finns avvikelser från detta. Kontrollera därför alltid säkerhetsdata.

Det funna MIE-värdet skall jämföras med de i hanteringen förekommande tändkällorna som i bästa fall kan elimineras eller minimeras genom tekniska och administrativa åtgärder.

Tändenergin är som lägst vid stökiometrisk koncentration och ökar mot explosionsgränserna och kan där vara ungefär 1000 gånger högre. För att få en säkerhetsmarginal bör man eftersträva att alltid ha koncentrationer under 25 vol% av undre explosionsgränsen. Detta låter sig inte alltid göras då värmeförlusterna vid ventilation skulle bli orimligt stora eller processen i sig inte gå att köra som vid pulverhantering. I sådana fall kan det bli aktuellt att tillgripa exempelvis inerti eller explosionstryckhållfasta system.

En vanlig tändkälla är när man bryter strömmen i en strömkrets. Då uppkommer en ljusbåge över kontakterna. Energin i denna ligger ofta på

flera J (Joule). Elutrustning i en explosionsfarlig miljö skall vara EX-märkt för sin speciella användning.

Statisk elektricitet alstras genom rörelse och friktion av människor, fluider och maskiner. Om brister finns i potentialutjämnningen eller icke ledande material förekommer i hanteringen kan stora laddningar och farliga gnistor uppstå, exempelvis då en person tar i ett föremål. Sommartid kan spänningar om 10 kV och vintertid 20 kV erhållas, skillnaden beror bl.a. på luftfuktigheten.

Laddningsförmåga, kapacitans mäts i Farad och beskrivs som ett föremåls förmåga att lagra laddning. Den energi som kan uppstå kan beräknas som  $0,5 * C * U^2$  d.v.s.  $1/2 * \text{kapacitansen} * \text{kvadraten på spänningen}$ . Överslag eller gnista fås då överslagsspänningen i luft, 3 kV/mm uppnås.

En normalstor person har en kapacitans av cirka 300 pF, vilket ger energin 15 mJ vid 10 kV spänning. För vissa känsliga ämnen måste även bultar och mindre flänsar potentialförbindas för att inte farliga laddningar och gnistor skall uppstå.

Farliga gnistor kan även uppstå vid mekanisk friktion.

Exempel på tändenergier

Slipsprut, glödande järnpartikel	1-10 mJ
Borr- och sågspån från stål utan skärvätska	10-tals mJ
Svetsloppa (flytande järn)	10 tals J
Uppladdad person sommartid, inomhus	15 mJ
Uppladdad person vintertid, inomhus	60 mJ
Tappad mobiltelefon (elektrisk gnista)	10-tal mJ
Brytning av ström, ljusbåge i elkontakt	flera J

## Vanliga ofta underskattade riskkällor

I detta avsnitt ges några goda råd och varningar angående riskkällor vilka är kända olycksstiftare och som man bör vara extra observant på.

## Fukt

Normalt minskar ett pulvers explosionsbenägenhet vid högre fukthalt men i vissa situationer kan en hög fukthalt eller kondens skapa farliga situationer. I finfördelat organiska material som flis, säd foder m.m. kan en mikrobiell nedbrytning börja om materialet får ligga en längre tid. Denna nedbrytning skapar värme som inte kan avledas då omgivande pulver isolerar väl. Temperaturen ökar tills en glödbrand börjar. Denna glödbrand ligger och pyr och vid omsättning av pulvret släpps syre till och glödande partiklar blandas med ett fritt dammoln och en explosion uppstår.

Fukt kan även i vissa pulver ge upphov till att brännbara gaser frigörs som kan skapa en explosiv atmosfär. Detta är fallet för vissa metallpulver.

Ur kvalitets- och prissynpunkt definieras oftast ett pulverformigt materials högsta fukttinnehåll. Men en viktig säkerhetsåtgärd är att även definiera en lägsta fukthalt och därmed styra sitt pulvers fukttinnehåll så att det inte torkar ut och explosionsriskerna därmed markant ökar.

## Hybridblandningar

Hantering av brännbara lösningsmedelsfuktiga pulver d.v.s. hybridblandningar i exempelvis torkar och kvarnar är extra besvärlig. Stor försiktighet och extra granskningsåtgärder bör alltid vidtas då man hanterar hybridblandningar. Dessa har den egenskapen att de är mer lättantändliga än både ingående pulvers och lösningsmedels säkerhetsdata visar var för sig.

## Metallpulver

En vanlig missuppfattning är att metallpulver och stoft inte kan brinna. De flesta finfördelade metaller brinner dock mycket till extremt bra. Särskilt observant bör man vara med vanliga metaller som magnesium och aluminium som kan ge en mycket kraftig explosion. Vid brandbekämpning av sådana metalldammer kan vanliga vattenbaserade brandsläckare och släcksystem med kvävgas inte användas.

Även bläster- och slipstoft innehållande järn eller rester av zinkhaltig färg kan medföra explosionsrisker.

## Finfördelat damm eller stoft

Pulver eller damm med stora fraktioner av partikelstorlekar som är mindre än 10 µm bör alltid betraktas som extremt lättantändliga om inte annat kan visas.

## Vätgas

En vanlig brännbar gas är vätgas som både är extremt lättantändlig och mycket energirik. Hanterar man vätgas eller frigörs vätgas någonstans i processen bör man vara extra uppmärksam vid riskbedömningen. För att få täta kopplingar bör extra omsorg och gärna momentnyckel användas vid montage.

Vanliga vätskor att se upp med

### *Toluen och bensin*

Vätskor med mycket farliga elektrostatiska egenskaper. Redan en fritt fallande stråle på tre decimeter kan räcka för att farlig uppladdning skall ske. Även när dessa vätskor hanteras i system med icke ledande material eller ojordade system, kan mycket stora laddningar bildas och antända en explosiv ångblandning.

### *Etanol och metanol*

Etanol och metanol är så vanligt förekommande att vi gärna glömmer bort att de även är bland de vanligaste olycksstiftarna. Dessa vätskors ångtryck gör att de får nära ideal blandning över vätskeytan vid rumstemperatur och därmed blir mycket lättantändliga.

### *Vätskor med flampunkt över rumstemperatur*

Även vätskor med flampunkter över 100°C kan innebära allvarlig fara vid s.k. hetarbeten fast de inte klassas som brandfarliga enligt lagens mening. I kärl som svetsas eller skärs itu och som uppfattats som tomma kan den frigjorda värmen förgasa den tunna kvarvarande vätskefilmen och orsaka en explosion om kärlet är stängt eller dåligt ventilerat. God säkerhetspraxis är att man alltid kontrollerar och rengör båda sidor innan sådana arbeten utförs.

## Inertering

Tillgrip inte inertering om det inte behövs, tänk på kvävningrisken vid läckage. De flesta gaser som används vid inertering är luktlösa och har orsakat flera dödsfall. Man märker inte gasen utan blir plötsligt medvetlös redan efter enstaka andetag.

## Små mängder

Det behövs inte stora mängder brännbara ämnen för att skapa livsfarliga situationer. Vid riskbedömningen får varje läckage eller förekomst bedömas för sig för att man skall kunna avgöra om farliga koncentrationer och mängder föreligger. Exempelvis innebär ett i princip tomt plåtfat innehållande någon deciliter lösningsmedel livsfara om man delar detta med

kapskiva eller skärbrännare. Vätskemängden räcker för att bilda tillräckligt med brännbara ångor för att en explosiv atmosfär skall uppstå, som efter antändning frigör tillräckligt med energi för att fläka upp plåten och slunga iväg plåtbitar vilket har medfört dödsfall.

### Potentialutjämning

Till vardags ofta benämnt jordning. Där det finns risk för explosiv miljö är det extra viktigt att man har samma spänningspotential obruten genom hela systemet/processen där explosiv atmosfär kan förekomma. Det räcker inte att ansluta de enskilda delarna i en utrustning/anläggning till närmsta jord. Till hjälp finns standard och handbok för potentialutjämning utgivna av Svenska Elektriska kommissionen.

Föremål som är klädda med ett isolerande plast- eller färgskikt går inte att jorda.

Tänk på att om så kallade ledande skyddsskor skall skydda måste även golvmaterialet vara ledande. Skornas ledningsförmåga försämras på grund av smuts och nedbrytning. Ledningsförmågan bör därför regelbundet mätas.

Kom ihåg att alltid förbinda kärl och utrustning med potentialutjämningsystemet innan satsning av pulver och lösningsmedel påbörjas. Eftersträva att satsa pulvret först och därefter lösningsmedlet, därigenom förhindras att uppladdat pulver antänder lösningsmedelsångor. Om jordklämman skulle ha glömts avbryt satsningen och vänta tills laddningen har avklingat, anslut därefter klämman så långt ifrån pulvret och lösningsmedelsångorna som möjligt.

## Kommentarer till vissa paragrafer

Till 1 § Dessa föreskrifter överför direktivet 1999/92/EG om minimikrav för förbättring av säkerhet och hälsa för arbetstagare som kan utsättas för fara orsakad av explosiv atmosfär med svenska tillägg. **Observera att ytterligare krav på tillstånd, rapportering och hantering finns för ämnen som omfattas av lagstiftningen om brandfarliga och explosiva varor för att tillgodose explosionssäkerheten.**

Explosionsrisk kan uppstå när brännbar gas, vätska eller finkornigt pulverformigt material hanteras och blandas med omgivande atmosfär. Finns en tillräcklig stark tändkälla samtidigt närvarande så kan en explosion uppstå. Det är viktigt att observera att även ämnen som inte är klasade som brandfarliga likväl kan förorsaka explosion vid exempelvis

svetsarbete. Vätskor, exempelvis hydraulolja, kan om de frigörs under högt tryck bilda aerosoler som är mycket lättantändliga.

Arbetsplatser som berörs av föreskriften omfattar ett mycket stort spektrum av verksamheter. Till exempel jordbruk, bagerier, foder-, livsmedels-, trävaru-, metallurgisk-, färg-, kemiskteknisk-, petroleum-, läkemedelsindustrin o.s.v.

Med avsiktlig tillverkning avses tillverkning i syfte att framställa ämnet. Exempel på oavsiktlig tillverkning är då brännbar gas avges från pulver som utsatts för fukt, ofullständig förbränning, termisk nedbrytning eller liknande.

Gasapparatudirektivet, 90/396/EEG, gäller anordningar för matlagning, uppvärmning, varmvattenberedare, kylning, belysning och tvätt m.m.

Föreskriften gäller inte där explosionsrisken enbart beror av närvaron av kemiskt instabila ämnen, exempelvis vid hantering av kemiskt instabila ämnen som vid en kritisk temperatur sönderfaller med autokatalytisk karaktär och då mycket hastigt avger stora mängder värme och gas. Peroxider och ostabiliserade monomerer har sådana egenskaper.

Om kemiskt instabila ämnen i form av gas, ånga, aerosol eller damm hanteras så att de blandas med omgivande atmosfär och bildar en explosiv atmosfär som kan antändas av en tändkälla gäller dessa föreskrifters krav.

Med användning av land-, sjö- och lufttransportmedel avses sådana på vilka tillämpliga bestämmelser i internationella avtal, till exempel ADNR, ADR, ICAO, IMO, RID och de gemenskapsdirektiv som ger verkan åt dessa avtal tillämpas.

Truckar och spårbundna fordon i explosionsfarlig miljö är exempel på sådana transportmedel som normalt omfattas av föreskrifterna.

Till 2 § I föreskriften har aerosol valts istället för dimma. I analogi med användningen av begreppet aerosolbehållare för tryckkärl och brandfarlig vara. Aerosol är bredare i sin betydelse och omfattar inte bara dimmans vätskedroppar utan även finfördelade vätskedroppar med fasta partiklar.

Definitionen på explosiv atmosfär är utvidgad jämfört med direktivet. Detta görs för att föreskriften skall gälla all verksamhet där explosiv atmosfär finns och inte bara vid normalt tryck, temperatur och luftatmosfär.

Till 4 § Exempel på detta är att bärande delar så långt det är möjligt förblir intakta efter en explosion. En sådan explosion bör avlastas

kontrollerat genom exempelvis ett svagare fönster och väggparti. Vid behov av tryckavlastning bör man alltid eftersträva att göra det säkert på lämplig plats utanför byggnaden så att inte personer eller säkerhetsutrustning skadas av utströmmande media, tryckvåg, flammor, splitter eller liknande. Det är inte ovanligt med eldsflammor som sträcker sig flera tiotals meter från en avlastningsmyning.

Till 6 § Utbildningskrav gäller alla såväl drift-, underhålls-, städpersonal som tillfälliga besökare och entreprenörer. För tillfälliga besökare kan en kortare säkerhetsgenomgång vara tillräckligt om de har en ledsagare med sig.

Till 7 § En person som skall utföra riskbedömningar bör vara lämplig för uppgiften samt ha lämplig teoretisk kunskap om explosionsriskerna för hanterade ämnen och ha god erfarenhet av explosionsskydd för aktuell hantering. Lämplig grundkompetens är kunskaper motsvarande kraven för föreståndare för brandfarlig vara som vid behov är kompletterad för att även täcka hantering av pulverformigt material.

Det är av vikt att man på arbetsplatsen har tillgång till egen kompetens i sådan omfattning att man kan bedöma om explosionsriskerna kräver experthjälp inom eller utom organisationen. Experthjälp krävs normalt vid hantering av hybridsystem samt dimensionering av explosionsbegränsande tekniska anordningar som tryckavlastning etc.

Kommentarer till strecksatserna om uppgifter som behövs till riskbedömningen:

- Explosionsbenägenheten får man av uppgifter om vid vilka förhållanden de hanterade ämnena eller blandningarna är explosiva. Eventuella avvikelser från normalt tryck, temperatur och luftatmosfär samt föroreningar är viktiga parametrar att känna till då de flesta skyddsblad och processsäkerhetsdata anges vid normala förhållanden och för rena ämnen.
- Minsta antändningsenergi som krävs för att starta en brand/explosion är en viktig parameter för att avgöra vilka potentiellt farliga tändkällor som finns. Exempel på tändkällor är gnistor från hetarbeten, statisk elektricitet, elektriska maskiner och installationer, vagabonderande eller inducerade strömmar, friktionsgnistor, heta ytor m.m.
- Sannolikheten eller hur ofta och länge som explosiv atmosfär uppstår och vid vilka situationer det förekommer är faktorer som styr zonklassningen och vilka tekniska och administrativa åtgärder som är nödvändiga att vidta för att minska explosionsriskerna.

- Sannolikheten för explosion är det samma som sannolikheten att en tändkälla antänder en explosiv atmosfär. Sannolikheten skall här inte ses strikt matematiskt då de flesta verksamheter inte har tillräckliga data för att göra en meningsfull beräkning. Här rör det sig om en bedömning av tändkällans möjlighet att antända en explosiv atmosfär. Exempel på frågor att belysa för att beskriva konsekvensen av explosion är:
  - Vilka effekter får explosionen?
  - Sker den i slutet utrymme?
  - Är det allvarlig risk för personskador?
  - Finns risk för dominoeffekter, d.v.s. att den primära explosionen leder till ytterligare skador som hotar omgivningen?
- Vissa system, utrustningar och material har stor betydelse för explosionssäkerheten utan att uppenbart vara farliga vid hantering av brandfarlig vara eller brännbart pulver. Det kan röra sig om nödel, nödkyla och potentialutjämning eller användning av icke ledande material som vissa plaster och golvmaterial som medför att material, utrustning och personal laddas upp i sådan grad att risk för farliga elektrostatiska urladdningar uppkommer.
- Manuella operationer och reparation är situationer som ofta kräver särskild omtanke för att minimera riskerna. Exempel på väsentliga frågor att belysa är:
  - Hur satsas lösningsmedel eller pulver till beredningskärl säkert?
  - Hur rengörs och avställs utrustning innan och under reparation?
- För att få en god överblick vid riskbedömningen är det väsentligt att respektive riskkälla bedöms tillsammans med tillhörande tekniska och organisatoriska säkerhetsåtgärder. Här kan barriärmodellen framgångsrikt tillämpas, d.v.s. att man beskriver vilka förebyggande, begränsande och avhjälpande säkerhetsåtgärder man har till respektive riskkälla.

Minsta bemanning och den samlade utbildningsnivån för tjänstgörande driftpersonal för att även klara förutsedda nödsituationer är en faktor som ofta glöms bort vid riskbedömningar.

- Det är inte bara de zonklassade områdena som behöver riskbedömas utan även närliggande utrymmen och lokaler kan ha betydelse för säkerheten. Exempelvis kan man vid arbete med sliprondell sprida glödande partiklar in i klassade områden. Här behövs även en bedömning av brandmotstånd hos omgivande väggar och dörrar så att inte bränder i omgivningen snabbt sprider sig till utrymmen med explosionsfara.



- Det är inte ovanligt att incidenter och olyckor uppstår i samband med sanering, städning och omhändertagande av spill.
  - Hur tar man säkert hand om utspillt pulver eller vätska och vilken rengöring är nödvändig så att inte farliga dammsamlingar uppstår?
  - Finns risk för självantändning eller avgivande av explosiva gaser från omhändertaget spill är andra väsentliga säkerhetsaspekter.
- Vid glödbränder i silos eller annan utrustning är det viktigt att i förväg ha en plan för hur man skall släcka branden. Annars finns stor risk att utrustning och byggnader rämnar vid kraftig påföring av vatten eller att en explosion inträffar då glödbanden friläggs.

Normalt arbete inbegriper rutinmässig drift, start och stopp av anläggning, löpande tillsyn och förebyggande underhåll m.m. Exempel på förväntade avvikelser och fel är avhjälpande underhåll, strömavbrott, packningsläckage eller liknande. Haverier och katastrofscenarier som plötslig tryckkärlbristning är inte att anse som förväntade fel om underhåll och kontrollplaner m.m. följs.

Till 8 § Det är viktigt att det finns rutiner som tillförsäkrar att alla ändringar riskbedöms innan de tas i drift.

Fysiska ändringar i utrustningar kan ha säkerhetsmässig betydelse och sådana ändringar riskbedöms därför i regel. Vid utbyte av en komponent till en av samma fabrikat, typ och material behöver normalt ej djupare riskbedömning ske. Däremot behöver själva servicearbetet och eventuella funna ej förväntade fel riskbedömas.

Ändringar i recept, satsningar och styrsystem är andra viktiga förändringar som många gånger lett till katastrofer då de inte riskbedömts.

För livsmedel och foderindustrin har recept ofta en mer alldaglig innebörd och det är inte rimligt att alla varianter av brödrecept skall underkastas explosionstest. För dessa recept är det viktigt att fokusera på kontroll av råvarornas partikelstorlek, vattenhalt och att i säkerhetsmarginalen ha tagit hänsyn till dessas naturliga variationer och dimensionera anläggningen efter detta. Tillsatsämnen är oftast mer lättdefinierade och säkerhetsdata bör kunna erhållas av tillverkaren/leverantören.

Omorganisationer, företagsfusioner och neddragningar är även de viktiga att riskbedöma så att inte väsentliga säkerhetsarbeten försvinner. Även vanlig personalomsättning bör riskbedömas för att kunna avgöra om tillräcklig erfarenhet finns att tillgå på olika skiftlag etc.

Byte av material eller leverantör kan påverka explosionsriskerna. Det kan röra sig om en förändring av tillverkningsmetoden eller att andra föroreningar förekommer i produkten från en ny leverantör. Sådana ändringar

kan ställa till problem och bör riskbedömas innan varan köps in även om avvikelserna kan accepteras ur kvalitetssynpunkt.

Inträffade händelser är en annan viktig informationskälla som kan påvisa brister i tidigare riskbedömningar, utrustningar eller rutiner innan de leder till en allvarlig olycka.

Till 9 § Många gånger är det praktiskt ogenomförbart att förhindra att explosiv atmosfär uppstår eller att undanröja alla tändkällor. Man får nöja sig med att ha undanröjt de värsta tändkällorna och minimera risken för återstoden. Det finns flera tekniska principer man kan använda sig av för att begränsa de skadliga effekterna av de explosioner man inte kan undgå. Följande tekniska principer och anordningar brukar användas:

- Utrustningen konstrueras för att motstå högsta möjliga explosionstryck.
- Utrustningen förses med tryckavlastare.
- Utrustning som undertrycker explosionen.
- Anläggningen fjärrstyrs, så att personal aldrig finns i riskzon under drift.

Det är viktigt att anläggningar där explosionsrisk finns sektioneras så att inte explosioner fortplantas eller övergår i detonation. En detonation spränger de flesta utrustningar. En sektionering kan exempelvis göras med snabbstängande ventiler i kombination med avlastningsanordningar.

Till 10 § En undersökning av ämnens explosionsbenägenhet kan göras genom antingen säkerhetstest, litteraturstudie eller konsultation av sakkunnig.

Flera europastandarder är framtagna för test av minsta antändningsenergi, maximal tryckstegring, flampunktbestämning, fastställande av inert atmosfär, elektrostatiska egenskaper etc. Vid riskbedömningar är det väsentligt att alltid använda och jämföra data framtagna med samma standardmetod. För att försäkra sig om tillförlitliga säkerhetsdata för damm bör data framtagna med ett 1 m<sup>3</sup> provkärl i första hand användas. För gaser och ångor bör testet ha utförts i minst ett 20 liters kärl.

För mycket giftiga ämnen och vid FoU-arbete kan det vara svårt eller direkt olämpligt att använda sig av sådana mängder som krävs för ett 1 m<sup>3</sup> provkärl. Då kan mindre provvolymerna vara att rekommendera om man samtidigt tar hänsyn till skaleffekter vid prov i små kärl. Har man tillgång till egen kompetens kan även gamla data ofta användas med stor framgång.

Vid uppgifter hämtade ur litteratur bör man kontrollera att de härrör från två oberoende mätningar. Vidare är det viktigt att fastställa att källan är representativ för egna förhållanden, fukt, föroreningar, partikelfördelning och geometri etc.

Observera att även tillsats av icke eller svårbrännbara ämnen exempelvis dispergerings/antistatmedel i en pulverblandning kan medföra att antändningsegenskaperna kraftigt förändras om det ursprungliga pulvret består av klumpar eller "agglomerat" som upplöses och därmed ökar den specifika ytan.

Till 11 § Till hjälp vid zonklassning för brandfarlig vara finns handbok med europastandard och bra tillämpningsexempel utgivna. Vad gäller zonklassning för brännbart damm finns europastandard. (Se under Information från Arbetsmiljöverket).

Klassningsplanen/dokumentet görs vanligen i form av en ritning som beskriver de klassade områdena med utrustningen i rummet eller som en översiktlig byggnadslayout med klassade utrymmen. Även en uppställning i tabellform förekommer. Det viktiga är att de klassade områdena entydigt kan identifieras.

Utmärkning av de explosionsfarliga områdena görs vanligen genom att dörrar och passager till anläggningen, byggnaden, lokalen eller utrymmet förses med skyltar. Ibland förekommer även att vissa delar av ett rum utmärkts. Skylten bör vara lätt läsbar vilket i de flesta fall motsvarar storleken av en A4 sida.

Till 12 § Exempel på tillfälliga arbetsplatser är service av kyl- och klimatanläggningar i hemmiljö, målning av lokaler, underhåll av mobila aggregat, enstaka saneringar etc.

Till 13 § En bekräftelse/avsyning på anläggningens explosionssäkerhet görs lämpligen enligt god säkerhetspraxis av en person som inte konstruerat anläggningen. Denne person kan för icke tillståndspliktiga verksamheter vara konsult eller anställd av organisationen. Det väsentliga är att personen har såväl lämplig teoretisk kunskap om explosionsriskerna som god erfarenhet av explosionsskydd för aktuell hantering. Denna bekräftelse ingår i explosionsskyddsdocumentationen.

Till 14 § Rutinmässigt driftarbete och övervakning är arbete som normalt inte kräver arbetstillstånd, då personalen är utbildad och har tillräcklig erfarenhet för att säkert kunna utföra sina uppgifter. I regel krävs alltid arbetstillstånd för alla service- och underhållsarbeten i eller i närheten av klassade områden, utrustningar eller säkerhetssystem för explosionsfarlig miljö. Rutiner för utfärdande av arbetstillstånd och vilka arbeten som

betraktas som rutinmässig drift framgår av explosionsskyddsdocumentationen.

Utfärdare av arbetstillstånd i klassat område har normalt goda kunskaper om explosionsrisker och god erfarenhet av aktuella ämnen och verksamhetens hantering. Vanligen utfärdar även denne person tillstånd för brandfarligt hett arbete.

Utfärdare av arbetstillstånd brukar i regel vara föreståndaren för brandfarlig vara eller den som utbildats och utsetts till utfärdare av arbetstillstånd för brandfarliga heta arbeten. För mindre företag eller de som endast hanterar pulverformigt material brukar en arbetsledare utbildas för dessa uppgifter. Utbildningar för s.k. hetarbeten, brandfarlig vara, dammexplosioner och riskanalyser ges regelbundet av utbildningsföretag, högskolor och brandförsvarsföreningen.

Till 15 § Säker avställning innebär att man vid exempelvis underhållsarbete har vidtagit tekniska och administrativa åtgärder, som säkerställer att arbetsstället är och förblir tryck- och spänningslöst, ventilerat och tömt på brännbart material innan underhållsarbetet påbörjas. Vid svetsning, skärning, lödning, kapning, borrar och liknande hetarbeten är det väsentligt att rengöra även bak/utsida av kärl och väggar. Likaså är det nödvändigt att förvissa sig om att ingreppet inte medför att säkerhetssystem för andra anläggningsdelar görs obrukbara.

Driftklarhetsverifiering omfattar såväl rutiner för överlämning från underhållspersonal till ordinarie driftpersonal som kontroll av att rätt och riskbedömd utrustning har installerats på rätt sätt samt att alla säkerhetssystem har återställts, utrustningen är sanerad och säker att ta i drift.

Det är väsentligt att rutiner finns för att underrätta berörd personal att underhåll eller ingrepp har utförts på säkerhetsrelaterad utrustning.

Till 16 § Explosionsskyddsdocumentet kan upprättas separat eller sammansättas av tidigare dokumentation eller ingå som separat del i annan säkerhetsdokumentation. Det väsentliga är att det är lättåtkomligt och kan förstås av all personal som behöver använda det samt att det är uppdaterat.

Innehållet i dokumentet kan med fördel utgöra ett sammandrag av för explosionsskyddet väsentliga analyser, instruktioner, förfaranden m.m. Normalt refereras endast till omfattande bakgrundsdokumentation.

Med tryckavlastningszon avses det område som är farligt att vistas i när ett sprängbleck öppnar eller tryckavlastningssystem fungerar som avsett. Det är viktigt att utmärka dessa zoner så att personer inte uppehåller sig i farligt område under drift.

Till 17 § Det är viktigt att observera att det vid val av material, utrustning och rutiner inte enbart går att välja dessa efter kategori från zonklassning. För att försäkra sig om att rätt skyddsnivå erhålls måste även hänsyn tas till eventuella avvikelser från normalt tryck, temperatur, atmosfärssammansättning, omgivningsmiljö samt blandningens antändnings- och elektrostatiska egenskaper.

Till 18 § Allvarliga olycksfall och tillbud med brännbar gas, ånga, aerosol eller damm är händelser som normalt bör föranleda en anmälan till Arbetsmiljöverket enligt 2 § arbetsmiljöförordningen. Vid smärre händelser är det väsentligt att inte nöja sig med att konstatera att ingen större skada skett. Man bör vid sin riskbedömning förvissa sig om att det inte var en tillfällighet som gjorde att skadan inte blev allvarlig.

Vid inträffat allvarligt olycksfall eller tillbud är det viktigt att en noggrann bedömning görs innan berörd hantering återupptas för att förhindra att exempelvis ett systematiskt fel orsakar ytterligare olyckor.

Vid utredning av inträffade explosioner är det viktigt att i möjligaste mån förutom tekniska data även beskriva omständigheterna som rådde vid tillfället för olyckan. Nedanstående frågeställningar är exempel på vad som kan behöva beskrivas i en utredning:

- Beskriv utrymmet, platsen eller rummet. Ange mått och hur mycket plats som upptas av rör, utrustningar, väggar, hinder m.m.
- Beskriv konstruktionsmaterial hos väggar och kärl.
- Beskriv läckagestället, diameter, hålgeometri och kanter. Var särskilt noga med att säkra förekommande brottytor vilka kan ge viktig information om olycksorsaken.
- Om möjligt ange tryck, vätskehöjd eller damnmängd vid tidpunkten för explosionen. Bifoga eventuellt loggade driftdata.
- Försök att ange plats för troliga primära och sekundära explosionsställen samt splittriktning m.m.
- Ange befintliga möjliga tändkällor samt om någon ändring nyligen genomförts.
- Beskriv vad det är som har exploderat, rent ämne, blandning, eventuella föreningar. Vid damm ange även partikelfördelning och geometri.
- Beskriv skador på personal och konstruktioner. Var särskilt observant på plastiska deformationer som kan avslöja den primära tändkällan.
- Ange funktion och underhåll av berörda säkerhetssystem samt kontrollera mot explosionsskyddsdocumentet.

Dessa tekniska data tillsammans med intervjuer av inblandade, ger betydligt bättre möjlighet att klargöra vad som egentligen förorsakade olyckan.



## Information från Arbetsmiljöverket

I detta avsnitt ges exempel på direktiv, lagar, föreskrifter, standarder och litteratur och aktörer som kan vara intressanta för en arbetsgivare i samband med att föreskriftens krav beaktas.

Direktiven, riktlinjer och förteckning över harmoniserade standarder kan hämtas på kommissionens hemsida för ATEX. (ATEX – atmospheres explosibles)  
<http://europa.eu.int/comm/enterprise/atex>

### Rådets direktiv

- |            |   |
|------------|---|
| 94/9/EG    | Utrustningar och säkerhetssystem som är avsedda för användning i explosionsfarliga omgivningar. (ATEX produktdirektiv)                            |
| 1999/92/EG | Minimikrav för förbättring av säkerhet och hälsa för arbetstagare som kan utsättas för fara orsakad av explosiv atmosfär. (ATEX användardirektiv) |

### Andra svenska myndigheter med regler om ATEX-direktiven

Elsäkerhetsverket, [www.elsakerhetsverket.se](http://www.elsakerhetsverket.se)

Räddningsverket, [www.srv.se](http://www.srv.se)

### Riktlinjer till direktiven

- Riktlinjer för tillämpning av rådets direktiv 94/9/EG, maj 2000.
- Handbok av icke bindande natur för god praxis med avseende på genomförandet av direktiv 1999/92/EG. (Planeras utges sommaren 2003)

### Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter

- |            |  |
|------------|--|
| AFS 1995:5 | Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö. |
|------------|--|

### Andra föreskrifter

- |                 |  |
|-----------------|--|
| ELSÄK-FS 1995:6 | Elsäkerhetsverkets föreskrifter om elektriska utrustningar för explosionsfarlig miljö. |
|-----------------|--|

### Standarder för zonklassning

- |             |  |
|-------------|--|
| EN 60079-10 | Elektrisk utrustning för områden med explosiv gasblandning – Del 10: Klassning av riskområden med explosiv gasblandning. (SEK Handbok 426) |
|-------------|--|

EN 50281-3                      Utrustning för områden med explosiv dammblandning  
– Del 3: Klassning av riskområden med explosiv damm-  
blandning.

Standarder kan beställas från Svenska Elektriska kommissionen, [www.sekom.se](http://www.sekom.se)  
och från SIS-förlag, [www.sis.se](http://www.sis.se)

### **Guide för statisk elektricitet**

CENELEC Report R044-001, februari 1999, Safety of machinery Guidance and recommendations for the avoidance of hazards due to static electricity. (Ny upprättad och översatt version planeras till 2003)

### **Litteratur**

#### **Kompendier och mindre särtryck**

- Dammexplosioner, Svenska brandförsvärsföreningens särtryck av Dust Explosions av Rolf K Eckhoff, 1994.
- Lamnevik, S. Dammexplosioner, Intressentföreningen för processäkerhet. [www.ips.se](http://www.ips.se)
- Lamnevik, S. Gasexplosioner, Intressentföreningen för processäkerhet. [www.ips.se](http://www.ips.se)

#### **Referenslitteratur**

- Bartknecht, W. Explosions. Course, Prevention, Protection. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981.
- Dag Bjerketvedt, Jan Roar Bakke, Kees van Wingerden. Gas Explosion Handbook. Journal of Hazardous Materials, Volume 52, Issue 1, January 1997, sidorna 1-150.
- Eckhoff, R.K. Dust explosions in the process industries, 2nd ed, Butterworth Heinemann, Oxford, 1997. (Ny reviderad utgåva kommer sommaren 2003)
- Lees, F.P. Loss prevention in the Process Industries. Hazard Identification, Assessment and Control. Vol 2, 2nd ed., Butterworth Heinemann, Oxford, 1996.