

Atmosfärer

En förutsättning för att en explosion ska uppstå är att det finns brännbara ämnen i arbets- respektive produktionsprocessen. Detta innebär att minst en brännbar substans används som råvara eller tillsatsämne, alternativt uppstår som rest-, mellan- eller slutprodukt eller kan bildas vid en vanlig driftstörning.

Finns det brännbara ämnen?

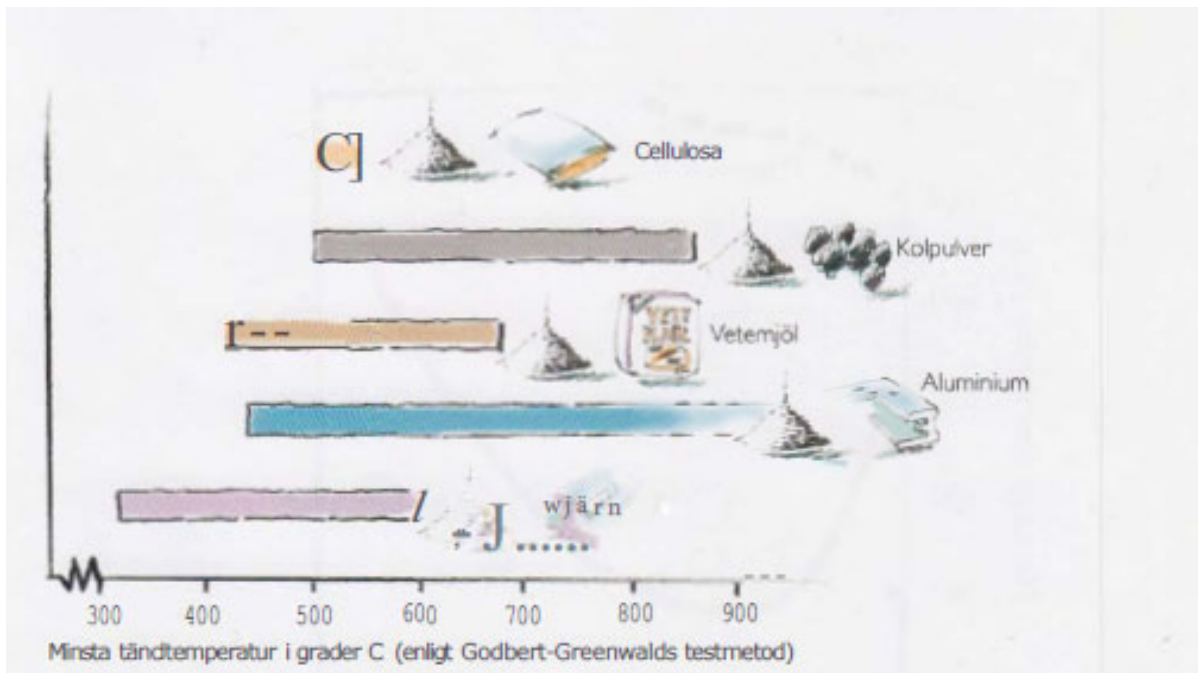
Brännbara ämnen kan uppstå oavsiktligt, exempelvis vid lagring av svaga syror eller alkalier i metallbehållare. Här kan väte bildas genom en elektrokemisk reaktion och samlas i gasfasen.

Generellt ska alla ämnen som kan ingå i en exoterm oxidationsprocess betraktas som brännbara. Brännbara ämnen innefattar i första hand:

- Brännbara vätskor: Alla vätskor som kan avge brännbara ångor. Brandfarlig vätska är enligt lagstiftningen de vätskor som har flampunkt högst + 100 °C. De brandfarliga vätskorna som har låga flampunkter ger en explosiv atmosfär vid rumstemperatur och är därmed farligare än de med höga flampunkter. Men vid uppvärmning eller höjt tryck ger även de med höga flampunkter upphov till explosiv atmosfär.
- Brännbara gaser: Gas som kan antändas vid rumstemperatur och normaltryck räknas som brandfarlig gas.

Brännbara gaser och vätskor grupperas även efter explosionsgrupp 1-IIC efter antändningskänslighet med avseende på gnistenergi och temperaturklass T 1-T6 efter lägsta tänd temperatur.

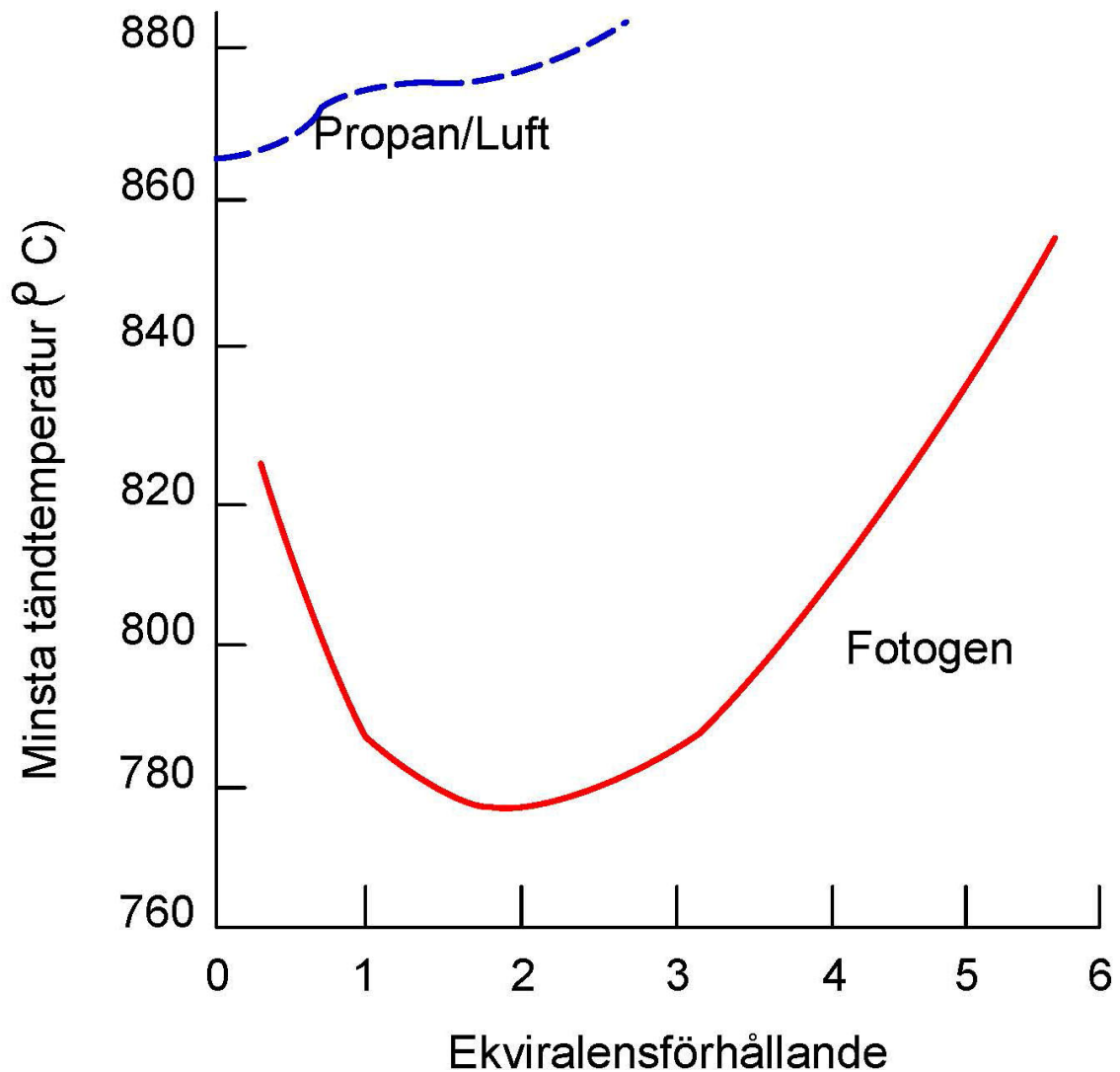
	Exempel på gaser	Antändnings känslighet	Antändningsrisk
Grupp I	I gruvor Huvudsakligen Metan i luft	Låg	Låg
Grupp IIA	Metan Propan Ammoniak Metanol	Låg	Låg
Grupp II	Etylen Etanol	Medel	Medel
Grupp IIC	Vätgas Acetylen Koldisulfid	Hög	Hög
Explosionsgrupper för olika gaser och vätskor:			
Temperaturklass	Tändtemperatur		
T1	> 450 °C		
T2	300 °C < T2 ≤ 450 °C		
T3	200 °C < T3 ≤ 300 °C		
T4	135 °C < T4 ≤ 200 °C		
T5	100 °C < T5 ≤ 135 °C		
T6	85 °C < T6 ≤ 100 °C		
Temperaturklasser för olika gaser och vätskor.			



*Lägsta tändtemperatur för olika damm.
Tändtemperatur för damm av ett visst
ämne varierar, mycket beroende på
bland annat partikelstorlek,
dispersionsgrad och fukttinnehåll.*

- Brännbart damm: Damm är betydligt svårare att klassificera än gas och ånga eftersom explosionsegenskaperna är beroende av exempelvis partikelstorlek och dispersionsgrad. Det går egentligen bara att säkerställa dammens explosionsfarlighet genom test av varje enskild lamptyp.
- Brännbara dimmor och aerosoler: Dimmor är precis som damm svårare att klassificera än ångor och gaser. Droppstorlek hos dimmor och aerosoler varierar ofta över tid eftersom droppar som kolliderar, ofta klumpar ihop sig.

Figuren på följande sida visar hur tändtemperaturen ändras med blandningsförhållandena för en dimma av fotogen med droppdiameter mindre än 50 mikrometer i luft, vid en speciell försöksuppställning där dimman får passera en het vertikal yta med 1 m/s. Som jämförelse visas hur tändtemperaturen varierar för olika blandningar av propan och luft i samma försöksuppställning. Observera att det inte finns någon standardmetod för att ta fram lägsta tändtemperaturer för dimmor.



Lägsta tändtemperatur för dimmor och aerosoler. Resultat från en försöksupställning där en dimma av fotogen med droppdiameter mindre än 50 mikrometer och luft får passera en varm vägg med 1 m/s med olika blandningsförhållanden. Som jämförelse syns blandningar av propan i Samma försöksupställning.

Källa: Gravcs (1986).

För ytterligare information om brännbarhet hänvisas till Brandskyddsföreningens Farligt godskort och BGIA.

För information om klassning av brännbara kemikalier hänvisas även till handbok (SIS) samt MSB:s RIB.

Exempel på ämnen som kan bilda explosiv atmosfär

1. *Brännbara gaser och gasblandningar*, som flytande gas (butan, buten, propan, propen, naturgas) förbränningsgaser (till exempel kolmonoxid och metan) samt gasformiga brännbara kemikalier (till exempel acetylen, etenoxid och vinylklorid).
2. *Brännbara vätskor*, exempelvis lösningsmedel, drivmedel, råoljor, eldningsoljor, smöljoljor och spilloljor samt lacker och kemikalier som är olösliga eller lösliga i vatten.
3. *Damm av brännbara fasta ämnen*, som kol, trä, livsmedel och foder (till exempel socker, mjöl och spannmål), syntetiska material, metaller och kemikalier .

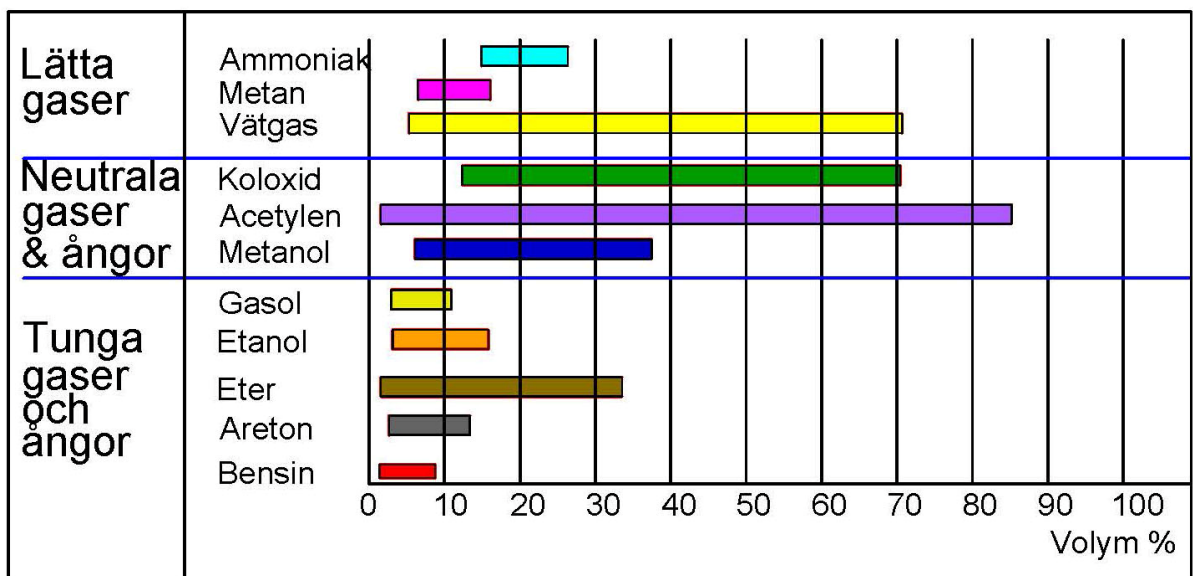
Olika ämnen som kan orsaka explosiv atmosfär.



Observera: Det finns en rad ämnen som är svårantändliga under normala förhållanden men explosiva i blandning med luft vid särskilt liten partikelstorlek eller tillräckligt hög tändenergi (till exempel metallstoft och aerosoler av hydraulolja). Det är bara där det finns brännbara ämnen som explosionsrisker behöver övervägas vidare. En blandning av brännbara gaser och partiklar (till exempel damm eller dimma) kan ha helt andra egenskaper än rena blandningar, dessa kallas hybridblandningar.

Kan explosiv atmosfär bildas genom tillräcklig finfördelning i luft?

Om *explosiv atmosfär* kan bildas där det förekommer brännbara ämnen, beror på hur lättantändliga de blandningar är som bildas med luft. Om det brännbara ämnet är tillräckligt utspritt och finfördelat och koncentrationen av detta i luften ligger inom *explosionsgränserna*, uppkommer *explosiv atmosfär*. Ett ämne i gas- eller ångform är tillräckligt finfördelat och utspritt.



Brännbarhetsområde för några olika gaser och vätskor: Brännbarhetsgränserna är i de allra flesta fall desamma som explosionsgränserna.

För att besvara hur lättantändliga blandningarna är måste man därför beroende på omständigheterna beakta följande egenskaper hos ämnena och deras möjliga fysiska tillstånd:

Brännbara gaser och gasblandningar

- Övre och undre explosionsgräns (se figuren ovan).
- Uppnådda eller rådande högsta (eventuellt också lägsta) koncentrationer av de brännbara ämnena.

Brännbara vätskor

- Undre och övre explosionsgräns för ångor (se figur på föregående sida). Om högsta halt gas/ånga inte är mer än 25 procent av undre explosionsgränsen betraktas det inte som risk vid normal drift.
- Flampunkt: Man behöver inte utgå från att en blandning i en behållare är explosiv om temperaturen i behållaren alltid med betryggande marginal, minst 5°C, underskrider flampunkten. Bearbetnings- respektive omgivningstemperaturer. Om till exempel den maximala bearbetningstemperaturen inte ligger tillräckligt långt, minst 5°C, under *vätskans flampunkt*, kan det finnas explosiva blandningar av ånga och luft.
- En vätskas fysiska tillstånd (finfördelning, sprutning och brytning av en vätskestråle, förångning och kondensation).
- Om vätskor fördelas i små droppar, till exempel sprutas, måste man räkna med att *explosiv atmosfär* bildas även vid temperaturer som *understigsflampunkten*.
- Användning av en vätska vid höga tryck (till exempel i hydraulsystem). Om läckage uppstår i en omgivning av brännbara vätskor med höga övertryck kan vätskan, beroende på läckagets storlek, övertryck och materialstabilitet, spruta ut och bilda explosiva dimmor som kan övergå i explosiva ångor.
- Under hanteringen uppnådda eller rådande högsta (eventuellt också lägsta) koncentrationer av de brännbara ämnena (endast inuti apparater/installationer).



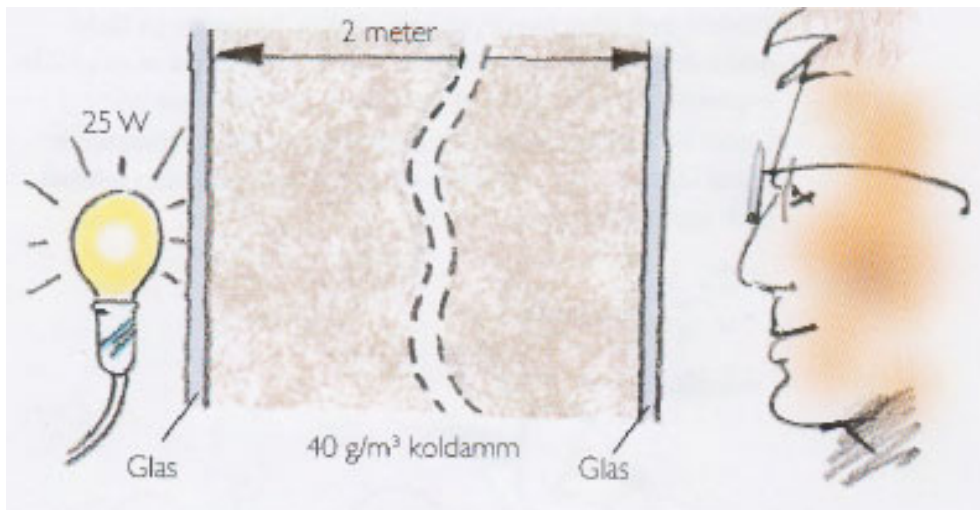
Flampunkt – den lägsta temperatur då en vätska avger ånga så att den kan antändas

Även ett tunt dammlager kan, om det virvlar upp, innebära en potentiell explosionsrisk.



Damm av brännbara fasta ämnen

- Förekomst eller uppkomst av damm/luftblandningar respektive dammavlagringar, exempelvis vid malning, siktning, transport, fyllning, tömning eller torkning.
- Uppnådda eller rådande högsta koncentrationer av de brännbara ämnena i jämförelse med den undre explosionsgränsen.
- Undre och övre explosionsgräns: I praktiken kan explosionsgränserna inte tillämpas på samma sätt för damm som för gas och ånga. Dammkoncentrationen kan förändras snabbt genom att avlagringar virvlar upp eller genom att uppvirvat damm lägger sig. Det är till exempel möjligt att explosiv atmosfär uppstår genom att damm virvlar upp. En tumregel är att om dammolnet är så tjockt att man inte kan se en 25 W lampa på 2 meters avstånd finns risk för att L_{amm}koncentrationen ligger över undre explosionsgränsen.
- Kornstorleks fördelning, vattenhalt och flampunkt (den finkornsandel som understiger 500 μm är relevant).



Först när sikten är avsevärt försämrad riskerar dammkoncentrationen att överstiga undre brännbarhetsgränsen

Baserad på ill, ur Rolf Eklunds, bok Explosion Hazard in the Process Industries (2005).

Om explosiv atmosfär kan uppstå i vissa områden i sådan mängd att särskilda skyddsåtgärder blir nödvändiga för att upprätthålla skyddet av personalens hälsa och säkerhet, då betecknas den explosiva atmosfären som farlig explosiv atmosfär och områdena klassas som explosionsfarliga områden.

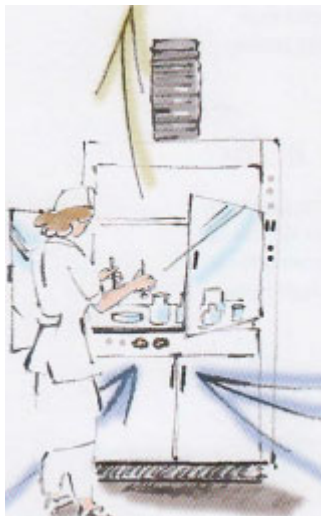
Redan små mängder brännbar vätska kan förångas och bilda stora mängder brännbara ångor.

Exempel: en liter bensin kan om den övergår i gasform och späds ut med luft till den undre explosionsgränsen ge upphov till 17 000 liter explosiv atmosfär. Ifall en tidigare fastställd potentiell explosiv atmosfär är en farlig explosiv atmosfär beror alltså på volymen av explosiv atmosfär och den skadeverkan som skulle uppstå om den antänds. I regel kan man emellertid utgå från att en explosion vållar omfattande skador och att det finns farlig explosiv atmosfär. Undantag från den regeln kan göras när man hanterar mycket små mängder, exempelvis i laboratorier med god ventilation. Här får man göra en bedömning utifrån lokala och driftsmässiga förhållanden om vilka mängder explosiv atmosfär som kan väntas vara riskabla.

Några exempel på farlig explosiv atmosfär,

En samlad mängd av mer än 10 Liter explosiv atmosfär i slutna lokaler måste alltid betraktas som farlig explosiv atmosfär, oberoende av lokalens storlek.

En grov uppskattning kan göras med hjälp av tumregeln att explosiv atmosfär som upptar mer än en tiotusendel av volymen måste anses vara riskabel i sådana lokaler, alltså så lite som 8 liter i en lokal på 80 m³.



Av detta får man dock inte dra slutsatsen att hela lokalen ska anses vara explosionsfarligt område, utan endast det delområde där den farliga explosiva atmosfären kan uppstå. Dragskåp är en väl anpassad miljö för hantering av små mängder brandfarliga ämnen.

För brännbart damm räcker normalt en dammavlagring med en skiktjocklek av mindre än 1 mm jämnt fördelad över hela golvytan för att helt fylla en lokal av normal höjd med en explosiv damm/luftblandning när dammet virvlar upp.



Illustration som beskriver riskerna för sekundära dammexplosioner även vid små avlagringar av damm. Ett 1 mm tjockt dammlager med densiteten 500 kg/m³ kan uppvirvat bilda ett 5 m högt dammoln med koncentrationen 100 g/m³ eller ett 1 m högt dammoln med koncentrationen 500 g/m³.

Källa: Eckhoff (2001).

Finns den explosiva atmosfären i kärl som inte står emot ett eventuellt explosionstryck och det finns risk för exempelvis splitter vid bristning, ska fara anses föreligga vid mycket mindre mängder än de som enligt ovan ska betraktas som riskabla. Någon undre gräns kan inte anges. Dessutom måste man vid en särskild bedömning av bildandet av farlig explosiv atmosfär också ta hänsyn till följderna i form av förstörda anläggningskomponenter i den närmaste omgivningen. Observera: Genom en explosion kan skador uppstå även i omgivningen och orsaka att brännbara eller andra farliga ämnen frigörs och eventuellt antänds.

1.3 Var kan explosiv atmosfär bildas?

Om explosiv atmosfär kan bildas, måste man fastställa var på arbetsplatsen respektive i anläggningen den uppstår för att man ska kunna begränsa riskpotentialen. Det är viktigt att beakta ämnens egenskaper liksom sådana förhållanden som är specifika för anläggningen, processtekniken och miljön:

Gaser och ångor

- Täthet i förhållande till luft: Ju tyngre gaser och ångor desto snabbare faller de ner och bildar brännbara blandningar som stannar kvar i lågpunkter som brunnar och invallningar.

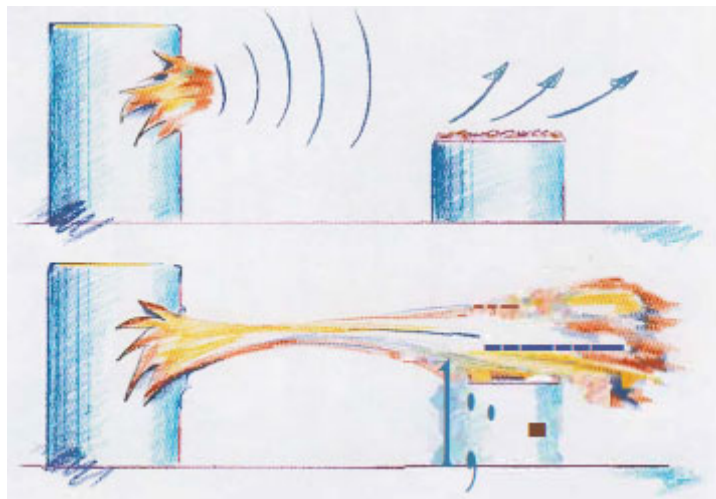
Där gaser uppkommer inomhus måste taket utföras så att ansamling av gaser i takhöjd inte uppstår, till exempel vid truckladdning, i batteriladdningsrum och vid naturgasinstallationer.

- Gaser, som propan, är i allmänhet tyngre än luft. Sådana ansamlingar tenderar att sjunka och sprida sig och kan också "krypa" långa sträckor för att sedan antändas.
- Vissa gaser har ungefär samma täthet som luft, till exempel acetylen, vätecyanid, eten och kolmonoxid. Dessa gasers tendens att försvinna eller sjunka är liten. Ett fåtal gaser är mycket lättare än luft, till exempel väte och metan. Dessa gaser har en tendens att försvinna i atmosfären, om de inte är inneslutna.
- Även svaga luftrörelser (som bildas av naturligt drag, personer i rörelse och teknisk konvektion) kan i hög grad påskynda uppblandningen med luft.

Vätskor och dimmor

- Ångtryck som vid en viss temperatur bestämmer hur stor mängd brännbar ånga som bildas.
- Avdunstningsytans storlek och bearbetningstemperatur, till exempel vid finfördelning eller sprutning av vätskor.
- Övertryck, varigenom finfördelade vätskor kan frigöras i miljön och bilda explosiva dimmor.

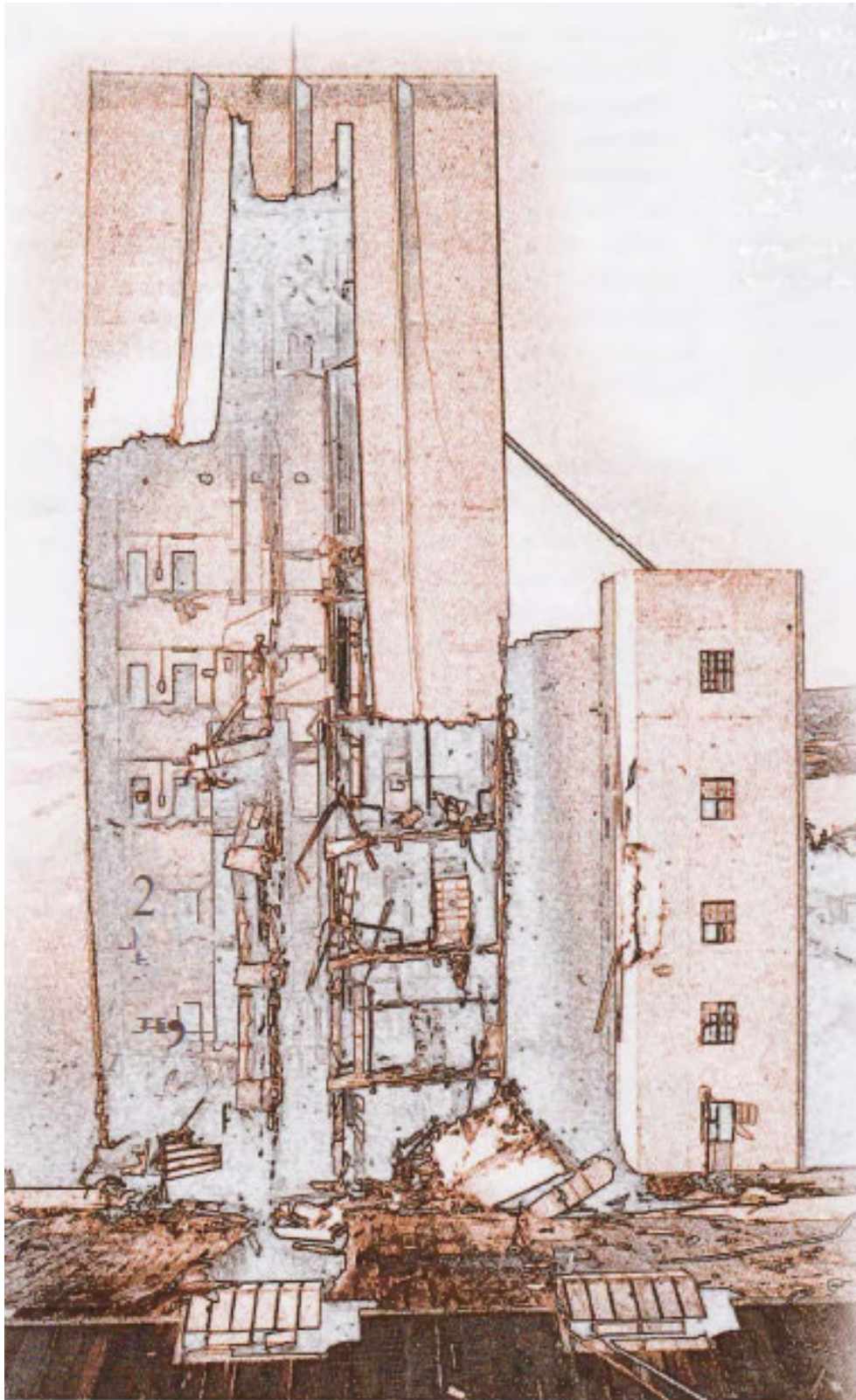
Illustration till hur tryckvåg och flamma från en primär dammexplosion inuti en processutrustning virvlar upp och antänder dammavlagring utanför utrustningen, vilket medför en sekundär dammexplosion.



Det är viktigt att förutse risker vid planering av arbete. Att inte förstå kan få förödande konsekvens: Skadad silobyggnad efter explosion i säd.

Illustration efter fotounderlag

Scan foto. Oslo. Norge.

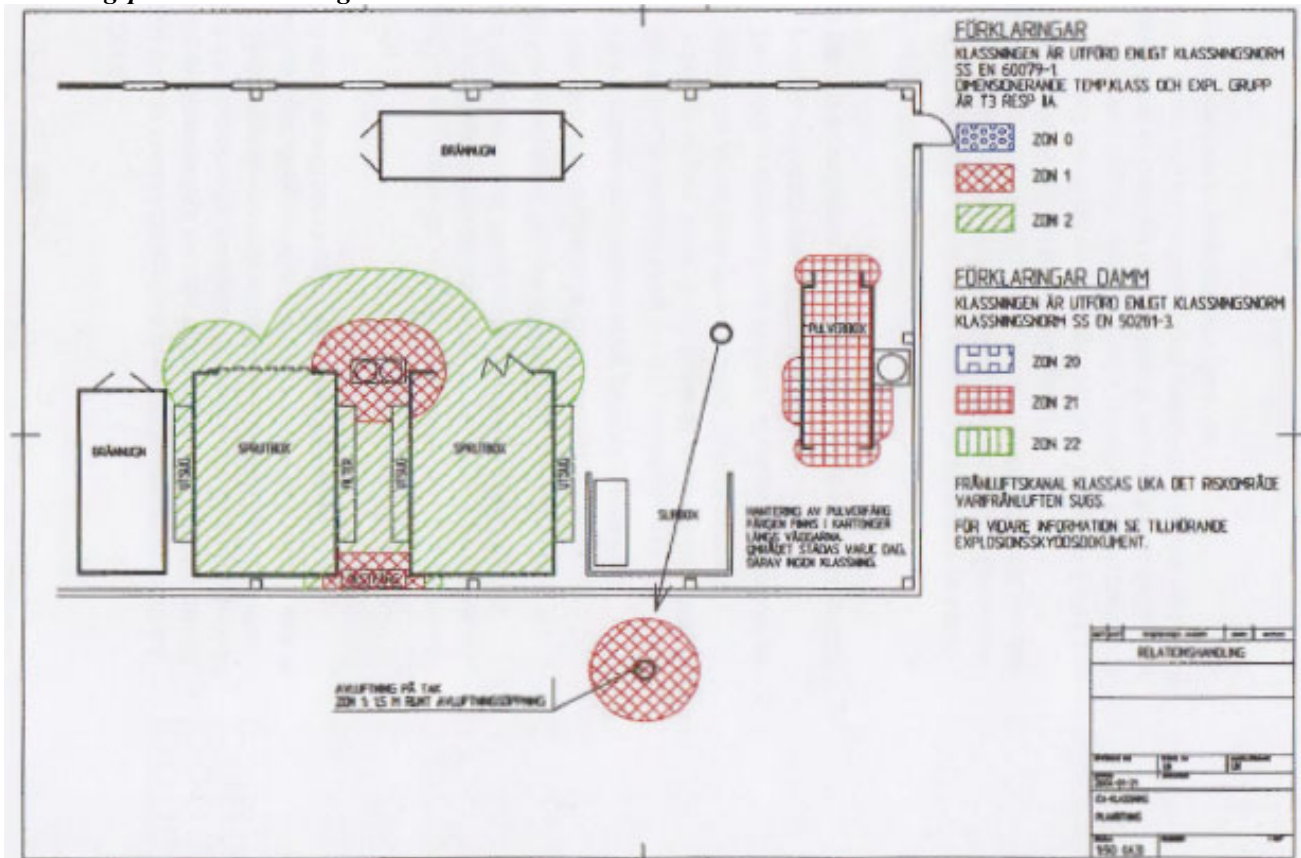


- Förekomst av uppvirvlat damm, till exempel i filter, vid fyllning av behållare, på omlastningsplatser eller inuti torkar.
- Dammavlagringar, företrädesvis på horisontella eller svagt lutande ytor, och uppvirvlande damm. Kornstorlek.
- Dessutom måste man beakta lokala och driftsmässiga förhållanden, det vill säga:
 - hur man hanterar ämnena i gas-, vätske- eller dammtät inneslutning eller i öppen utrustning, till exempel vid fyllning och tömning.
 - risken att ämnen kan läcka ut vid ventiler, spjäll, rörfogar och så vidare till- och frånluftsförhållanden och andra lokala förhållanden. Man måste räkna med att brännbara ämnen eller blandningar kan förekomma i områden som saknar ventilation, till exempel oventilerade områden under marknivå, som kulvertar och avloppsledningar.
- Om arbete ska ske inom klassat område kan man oberoende av arbetsmetod normalt alltid utgå från att det är ett arbete i explosionsfarlig miljö. Utöver arbete i klassat 0 område ska också arbete på cisterner, behållare, rörledningar med mera, som innehåller brandfarlig vara, betraktas som sådant arbete. Dessutom ska arbete med arbetsmetoder som kan påverka klassat område betraktas som arbete i explosionsfarlig miljö. Exempel på det senare är svetsning och skärning där gnistor kan hamna långt från själva arbetsplatsen. En tumregel är att betrakta allt arbete med verktyg som avger gnistor som arbete i explosionsfarlig miljö, om det sker inom 12 meter från klassat område.
- Ett *explosionsfarligt område* är ett område där *explosiv atmosfär* kan bildas i sådan mängd att åtgärder måste vidtas för att skydda personalen mot explosionsrisker. En sådan mängd kallas *farlig explosiv atmosfär*. Som utgångspunkt för bedömningen av skyddsåtgärdernas omfattning ska återstående *explosionsfarliga områden* indelas i *zoner* efter sannolikheten för att farlig explosiv atmosfär ska bildas. Plats för och utsträckning av dessa områden återfinns i klassningsplaner.

Klassningsplaner

En klassningsplan är en viktig del av explosionskyddsdocumentationen, som visar var och hur stort riskområdet är vid normala driftförhållanden. Klassningen ska göras av en grupp som är väl förtrogen med risker, utrustning, kemikalier, klassningsmetodik och reglerna inom området. Klassningsplanen är ett bra underlag som behövs för att säkerställa att arbetet i den explosionsfarliga miljön kan bedrivas säkert. I klassningsplanen ska samtliga beaktansvärda riskkällor finnas införda med den utsträckning av riskzoner som de ger upphov till. Likaså ska explosionsgrupp och temperaturklass finnas med. Men klassningsplanen ska återspegla den normala driften, varför man vid särskilda förutsättningar måste avgöra om den rättvist återspeglar verkligheten, som elen är när arbetet i den explosionsfarliga miljön ska utföras. Ett arbete som utförs under serviceuppehåll kan ge upphov till helt nya riskkällor som inte finns under normal drift. Det kan vara så att klassningen måste revideras för sådana tillfällen. Klassningsplanen ska visa var riskerna för explosiv atmosfär finns. Men den visar inte var brandriskerna finns. Öppna ytor med brandfarlig vätska är alltid en brandrisk även om explosionsrisk inte uppkommer vid temperatur som understiger flampunkten med betryggande marginal. Klassningen gäller enbart risken för explosiv atmosfär och det är det man risk värderar. Vid klassning delar man in riskerna i tre typer, kontinuerlig riskkälla, primär riskkälla och sekundär riskkälla. Ofta leder de till zonerna 0 (20), 1 (21) respektive 2 (22) men på grund av olika åtgärder kan andra zoner uppkomma, strängare eller mildare. Klassningsplanen utgör därför ett viktigt dokument i risk bedömningen inför ett arbete i explosionsfarlig miljö. Självklart är klassningsplanen även en del av explosionskyddsdocumentet vid en verksamhet.

Klassningsplan med lackeringsverkstad.

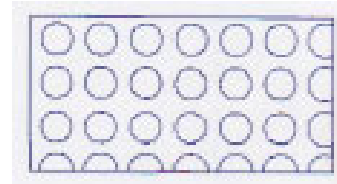


Brandfarliga varor

ZON 0

Zon 0 är ett område där *explosiv atmosfär* bestående av en blandning av lättantändliga ämnen i form av gas, ånga eller dimma och luft förekommer ofta, kontinuerligt, eller under längre tidsperioder.

I regel uppstår zon 0-förhållanden endast inuti behållare eller anläggningar (ånggeneratorer, reaktionskärl och så vidare), men de kan också uppstå nära ventiler och andra öppningar.



ZON I

Zon I är ett område där *explosiv atmosfär* bestående av en blandning av lättantändliga ämnen i form av gas, ånga eller dimma och luft förväntas uppstå ibland under helt normala förhållanden.

Hit kan bland annat följande räknas:

- Den närmaste omgivningen kring zon 0.
- Den närmaste omgivningen kring påfyllningsöppningar.
- Det närmaste området kring bräcklig utrustning eller ledningar av glas, keramik och liknande, utom om innehållet inte räcker för att ge upphov till farlig explosiv atmosfär.
- Det närmaste området kring läckande tätningar, till exempel på pumpar, rörkopplingar och flänsar.
- Det inre av anläggningar som ånggeneratorer och reaktionskärl.



ZON 2

Zon 2 är ett område där *explosiv atmosfär* bestående av en blandning av lättantändliga ämnen i form av gas, ånga eller dimma och

luft inte förväntas uppstå under normala förhållanden och, om den ändå gör det, endast har kort varaktighet.

Till zon 2 kan bland annat räknas områden kring zon 0 eller 1.

Områden kring rörledningar, i vilka brännbara ämnen transporteras och som är varaktigt *tekniskt täta*, är *inga* explosionsfarliga områden.

Observera att omfattning och utsträckning av riskområden är mycket beroende av ventilationens funktion.



Damm

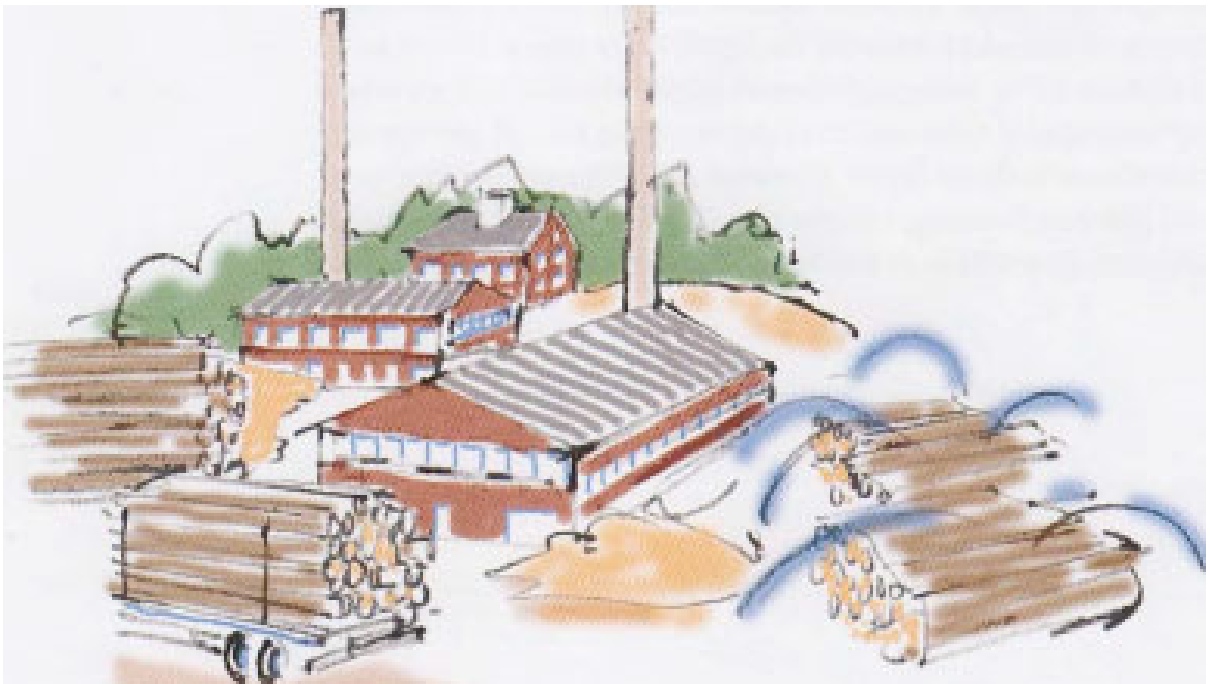
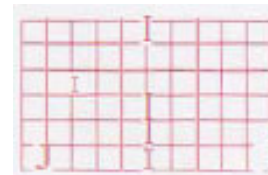
ZON20

Zon 20 är ett område där explosiv atmosfär i form av ett moln av brännbart damm i luft förekommer kontinuerligt eller under längre tidsperioder eller ofta. Sådana förhållanden råder i allmänhet bara inne i till exempel på behållare, rörledningar och apparater. Hit räknas i regel det inre av anläggningar (kvarnar, torkar, blandare, transportledningar, silor med mera) där dammexplosiva blandningar ständigt, under lång tid eller ofta kan förekomma i riskabel mängd.



ZON21

Zon 21 är ett område där explosiv atmosfär i form av ett moln av brännbart damm i luft ibland förväntas uppstå även under normala förhållanden.



Ett sågverk är ett bra exempel på verksamhet där explosionsfarliga områden till följd av brännbart damm kan uppstå.

Hit kan bland annat räknas områden i den närmaste omgivningen kring dammutsugnings- eller påfyllningsinstallationer och områden där dammavlagringar uppstår, som ibland vid normal drift bildar en explosiv koncentration av brännbart damm i blandning med luft.

ZON 22

Zon 22 är ett område där explosiv atmosfär i form av ett moln av brännbart damm i luft inte förväntas uppstå under normala förhållanden och, om den ändå förekommer, endast har kort varaktighet. Hit kan bland annat räknas områden kring anläggningar som innehåller damm som kan tränga ut genom otätheter och bilda dammavlagringar i riskabel mängd.

Lager, avlagringar och högar av brännbart damm ska behandlas som vilken annan källa till en farlig explosiv atmosfär som helst.

Normala förhållanden innebär att anläggningar används på avsett sätt.

Märk: Avlagrat brännbart damm har en betydande explosionspotential och kan samlas på alla avlagringsytor i en driftslokal. Till följd av en primär explosion kan avlagrat damm virvla upp och i en kedjereaktion leda till ett flertal följdexlosioner med förödande verkningar.



Behövs gasmätning innan man går in i området?

I de flesta fall brukar det räcka med att man genomför gasmätning efter det att området i fråga har färdigställts för arbete. I vissa miljöer kan dock själva iordningställandet också betraktas som ett arbete i explosionsfarlig miljö och då är det av största vikt att gasmätning genomförs som första åtgärd.

Exempel på sådana miljöer kan vara inne i processutrustning, i lågpunkter eller i cisterner. För mer information om gasmätning se Gasmätning.