



INTRESSENTFÖRENINGEN  
FÖR PROCESSÅKERHET

## Risker för allmänheten i närheten av kemiska processanläggningar.

*Att bedöma risker med kemiska processanläggningar är en svår uppgift för ägarna av anläggningarna och kanske ännu svårare för myndighetspersoner som måste ta ställning till riskerna. Den här skriften är ett försök att ge en lättbegriplig introduktion till hur risker för allmänheten utanför fabriksstaketet kan beskrivas och hur riskkriterier kan anges. Skriften är baserad på IPS-kompendiet "TOLERABEL RISK inom kemikaliehanterande verksamheter, Anders Jacobsson, Stefan Lamnevik December 2001". Den finns tillgänglig som pdf-fil på IPS hemsida [www.ips.se](http://www.ips.se) /Forskning.*

### Vilka risker finns i omgivningen kring kemiska processanläggningar ?

Kemiska processanläggningar är av många olika slag, t ex raffinaderier, petrokemiska fabriker, massafabriker, konstgödsselfabriker för att nämna några exempel. När sådana anläggningar uppförs är alltid säkerhetsfrågorna centrala i utformningen av fabriken. Detta gäller både säkerheten för personalen som arbetar i anläggningen och för omgivningarna. Risken för personalen att utsättas för en olycka brukar kallas den interna risken och risken i anläggningens omgivning, d v s utanför fabriksområdet ( utanför staketet), för den externa risken. Den externa risken är alltid mindre än den interna risken, å andra sidan har man andra möjligheter att påverka risken för den interna personalen t ex genom personlig skyddsutrustning och utbildning. I fortsättningen kommer här endast den externa risken att behandlas.

I kemiska processanläggningar hanteras ofta ämnen som är farliga på olika sätt, t ex brandfarliga, explosiva eller giftiga. De externa konsekvenserna kan sammanfattas till:

- Utsläpp av giftiga gasmoln som sprids utanför fabriken.
- Explosioner som kan ge tryckvågor utanför fabriken som kan krossa fönsterrutor eller på annat sätt skada människor och byggnader. Det finns också en risk att explosionen medför splitter som slungas på stort avstånd och orsakar skada.
- Brand som kan förorsaka värmestrålning utanför fabriken och eventuellt även antändning av byggnader utanför fabriken.
- Skador i miljön

Konsekvenser minskar med avståndet. Det är därför viktigt att detta beaktas vid uppförande av nya fabriker eller då man för att utnyttja marktillgångarna låter bostäder komma allt närmare fabriken.

## Hur minskar man riskerna av fabriken?

Genom analyser av riskerna i anläggningen kan man identifiera var man skall sätta in åtgärder för att minska riskerna. Vid en riskanalys skall man se igenom hela skalan av scenarier från de med hög sannolikhet och oftast små konsekvenser till de med låg sannolikhet och stora konsekvenser. De bästa möjligheterna finns när en ny anläggning skall uppföras och man kan välja utformningen av fabriken placering, interna layout, och val av process och utrustning. Man måste eftersträva att åstadkomma en anläggning med en inneboende säkerhet och inte förlita sig på riskbegränsande åtgärder som sätts in efteråt. Det är då viktigt att man inte endast väljer det ekonomiskt billigaste alternativet utan att säkerhetsmässiga faktorer får väga tungt när besluten tas.

För en befintlig fabrik är möjligheterna att höja säkerheten mer begränsade och kostnaderna högre. Kanske måste redan befintlig utrustning bytas ut och delar av anläggningen flyttas. Det kan därför av samhällsekonomiska skäl bli aktuellt att acceptera en högre risknivå för en befintlig fabrik. Det görs prioriteringar och bedömningar av vilka åtgärder som är helt nödvändiga och vad som kan åtgärdas senare.

### Risker i samhället.

Risken att dö är 100 %, vilket kan uttryckas som att sannolikheten att dö för varje människa är 1. Om man lever i 100 år blir den genomsnittliga sannolikheten varje år  $1/100$  d v s 1 %. Under livet är enligt statistiken risken att dö lägst vid 7-års ålder och uppgår då till sannolikheten 0,0001/år, d v s 0,01%/år eller 1/10 000/år.

Risken att dö genom olyckshändelse i Sverige är:

För män 0,000 43/år  
För kvinnor 0,000 26/år

Risken att dö i arbetsolycka i Sverige är:

För män 0,000 024/år  
För kvinnor 0,000 0019/år

FAR, Fatal Accident Rate, är ett sätt att uttrycka frekvensen för dödsfall inom en verksamhet. FAR definieras som det antal dödsfall som inträffar som följd av olyckor under 100 miljoner exponerade timmar. För kemisk industri ligger FAR för de anställda på ca 1,1 dödsfall på 100 miljoner arbetstimmar (HSE Storbritannien april 1987-mars 1991). Om man räknar med 2 000 arbetstimmar per år är detta en sannolikhet av 0,000 022/år, eller uttryckt på annat sätt, på en arbetsplats med 1000 anställda dör 1 person av arbetsolycka på 50 år.

Ovanstående siffror är endast avsedda för att ge en allmän bild av risker i samhället, Tyvärr finns det ingen verksamhet som är helt befriad från risker.

## Tolerabel risk utanför fabriksområdet.

Mot bakgrund av ovanstående risker kan man diskutera hur stor risk man kan tolerera utanför fabriksområdet. Man använder sig då av begreppet "individuell risk" eller förkortat "individrisk".

**Individuell risk att dö** definieras som sannolikhet att dö om man står oskyddad på samma ställe under ett år och utsätter sig för verkningarna av vådaförlopp vid en studerad anläggning. Detta är ett teoretisk fall som man använder för att få någon ordning på begreppen. Det är summan av alla skadeverkningar per år som räknas. Man måste alltså summera verkningar av bränder, explosioner, giftiga utsläpp etc. Då verkningar av olika vådaförlopp avtar med avståndet minskar sannolikheten för personskada med avståndet.

Utanför ett fabriksområde och där allmänheten varaktigt kan uppehålla sig finns i några länder en etablerad maximalt tolerabel individuell risknivå :

<u>Nyetablering</u>	0,000 001/år d v s 1 gång per 1000 000 år. För att slippa skriva så många siffror kan detta också skrivas $10^{-6}$ /år
<u>Existerande verksamhet</u>	0,000 01/år d v s 1 gång per 100 000 år eller $10^{-5}$ /år

Detta är den tolerabla individrisk som används i Holland. En god överblick över riskkriterier som används världen över finns i en utredning som Räddningsverket publicerade 1997 (Värdering av risk ).

## Hur kan man beskriva risken utanför fabriksområdet?

När man skall beskriva riskerna utanför fabriksområdet är det viktigt att ge en lättfattlig och meningsfull beskrivning. Alltför teoretiska resonemang kan verka förvirrande. Man använder tre olika sätt:

1. Riskmatris vilket är ett rutnät med avtagande frekvens vertikalt och ökande konsekvenser horisontellt.
2. Tolerabel exponering vid dimensionerande skadefall.
3. Kvantitativ individrisk som riskkonturer och grupprisk.

### 1 Riskmatris.

Ett exempel på en riskmatris för en ny anläggning finns i Bilaga 1.

I de grå rutorna är risken inte tolerabel, i de vita rutorna anser man att risken skall tolereras. Om man börjar i de vita rutorna längst upp till vänster skall vad gäller hälsa "Övergående obehag" tolereras 1 gång per 1 till 10 år. "Enstaka skador. Varaktiga obehag." tolereras 1 gång per 100 till 1000 år o s v. Miljöskador och egendomsskador finns också med i beskrivningen. För en befintlig anläggning kan av olika skäl tvingas tolerera en större påverkan på omgivningen.

Riskmatrisen är mycket lättfattlig och är därför en beskrivning som bör användas i första hand.

## 2 Tolerabel exponering vid dimensionerande skadefall.

Med ett dimensionerande skadefall menar man ett oftast allvarligt olycksscenario i en verksamhet, som omgivningen med dess människor skall klara av med på sin höjd rimliga skadeverkningar. Människor kan bli skadade, normalt dock inte med långvariga men, och människor dör inte. Fall med större konsekvenser måste åtgärdas, såvida de inte har mycket låg sannolikhet.

Dimensionerande skadefall bör normalt inte beräknas inträffa under anläggningens livslängd, och bör ha en antagen sannolikhet på högst 1 gång på 100 till 1000 år per anläggning. Om man i sin riskanalys identifierar mer frekventa fall med stora skadeverkningar måste dessa åtgärdas, antingen i form av lägre sannolikhet eller lägre konsekvens eller båda.

Med denna definition och krav på dimensionerande skadefall utgörs dessa i praktiken av haverier på mindre ledningsdimensioner och svaga utrustningsdetaljer och mer sällan av haverier av huvudutrustningar, tryckkärl, tankar eller grövre rörledning.

De skador personer och byggnader kan drabbas av vid kemikalieolyckor orsakas av värmestrålning, tryckverkan, giftverkan, frätskador och utkast av splitter. Nivåer på relevanta skadeparametrar för dessa skadeverkningar måste därför skattas.

Ett exempel är att följande är tolerabelt vid dimensionerande skadefall:

### Personer

- Värmestrålning:  
Värmestrålningen får ge högst 1:a gradens brännskador på bar hud, d v s rodnad och sveda men inga brännblåsor. I tekniska termer innebär detta: Energitäthet  $< 120 \text{ kJ/m}^2$  under 1 s,  $< 200 \text{ kJ/m}^2$  under 10 s eller effekttäthet högst  $4 \text{ kW/m}^2$  långvarigt.
- Tryckverkan:  
Tryckverkan får ge hörselskador men inga yttre skador. Man skall ej slås omkull av tryckvågen. I tekniska termer innebär detta:  
Tryck  $< 6 \text{ kPa}$  och impulstäthet  $< 280 \text{ Pas}$
- Verkan av giftig gas eller aerosol:  
Koncentrationen av det giftiga ämnet får inte vara högre än att man på kort tid (mindre än 30 minuter) hinner fly undan med övergående besvär men utan att få bestående men. I tekniska termer innebär detta:  
Koncentration högst lika med IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health, amerikansk gräns vid utrymning av arbetsplats p g a giftig gas)

### Byggnader

- Värmestrålning:  
Värmestrålningen får ej ge antändning av lättantändliga material som gardiner i öppna fönster. I tekniska termer:  
Energitäthet  $< 200 \text{ kJ/m}^2$  under 1 s,  $< 350 \text{ kJ/m}^2$  under 10 s eller effekttäthet högst  $15 \text{ kW/m}^2$  långvarigt
- Tryckverkan:  
Tryckverkan får endast ge upphov till obetydliga byggnadsskador som något enstaka spräckt fönsterglas, mindre skador på puts etc. I tekniska termer:  
Tryck  $< 5 \text{ kPa}$  och impulstäthet  $< 100 \text{ Pas}$

### 3 Kvantitativ individrisk som riskkonturer och grupprisk.

#### Individrisk som riskkonturer.

Den ovan definierade individrisken minskar med avståndet från olycksplatsen. Man kan beräkna hur exponeringen avtar med avståndet. Riskkonturer kan ritas in på en karta som en linje med lika sannolikheten att dö per år på grund av olyckan. Sannolikheten brukar anges med tiopotenser per år t ex 0,001 anges som  $10^{-3}$ . Detta är ett sätt att visa var en viss sannolikhet att dö går i terrängen.

#### Grupprisk eller samhällsrisk.

Detta är sannolikheten per år för att en studerad anläggning orsakar olyckor med ett eller flera dödsfall utanför fabriksområdet. Detta baseras dels på individrisken utanför fabriksområdet och dels på den aktuella populationen av människor och deras förutsättningar att skydda sig. Denna sannolikhet brukar beskrivas med ett diagram med sannolikheten på vertikala axeln och antal dödsfall på den horisontella. Kurvorna kallas ofta FN- kurvor efter sitt engelska namn **F**requency of accidents versus **N**umber of deaths per accident.

I Sverige finns ingen officiell uppfattning om vad som kan vara tolerabel risknivå uttryckt i dessa termer men även för grupprisk finns en god överblick över riskkriterier som används världen över i utredningen som Räddningsverket publicerade 1997 (Värdering av risk).

Vad gäller tolerabel individrisk är det som ovan nämnts relativt god samstämmighet mellan olika länder. Genom åtgärder i fabriken kan man påverka individrisken utanför området och ofta uppfylla dessa krav. Vilken samhällsrisk detta sedan resulterar i beror på hur området runt fabriksområdet utnyttjas för olika ändamål. Har man där verksamheter som innebär närvaro av många människor under en stor del av dygnet blir samhällsrisk stor, är det ett obebbyggt strövområde blir samhällsrisk liten.

För att finna stöd för en uppfattning om vad som kan vara en tolerabel risknivå är det därför naturligt att snegla på andra länders redan etablerade kriterier. Föregångare på detta område har Holland och England varit. Uppfattningarna om tolerabel risk varierar mellan Holland och England.

Ett exempel framgår av Bilaga 2. Det ligger mellan de engelska och de strängare holländska kriterierna.

Problemet med ovanstående kriterier för individrisk och samhällsrisk är att det saknas fullständiga ingångsdata för beräkningarna. I princip behöver man veta felfrekvensen för all utrustning i anläggningen som hanterar medier som är riskkällor (d v s farliga). Det finns en del böcker med sådana data som är baserade på historiska händelser, t ex norska Offshore Reliability Data (OREDA) och amerikanska Center for Chemical Process Safety publikation "Guidelines for Process Equipment Reliability Data".

Säkerhetskrav och kraven på inspektion av utrustning har stigit under åren och en inträffad olycka brukar resultera i ökade säkerhetskrav, vilket kan göra historiska data inaktuella. Ibland saknas publicerade värden och då måste en rimlig skattning göras. Det är väsentligt att felfrekvenser tas fram av team av erfarna tekniker och ingenjörer, annars blir det lätt stor spridning i resultaten, och därmed låg trovärdighet för dessa.

Av det ovanstående framgår också hur viktig planen för markanvändningen är för utfallet av samhällsrisk. Särskilt tätbefolkade byggnader t ex skolor som placeras nära en anläggning kan öka samhällsrisk till en icke tolerabel nivå.

Som framgår ovan är det svårt att få fram tillförlitliga indata och de resultat man får har mycket stor osäkerhet. Erfarenheterna i t ex England med denna typ av beräkningar visar att man måste ha indata från den anläggning man studerar för att få relevanta resultat. Stora skillnader, som finns t ex när det gäller underhåll och vilka ämnen utrustningen exponeras för, gör att det är direkt olämpligt att använda data från annan industri och även från andra anläggningar av samma typ, om det inte finns studier som visar att de är jämförbara. Generella data måste anpassas till den anläggning vars risk man vill beräkna.

I Holland använder man standardiserade värden för olika typer av utrustningar som stoppas in i en standardiserad modell för processanläggningar. Det resultat man då får fram blir då också ett räkneexempel för risken vid en typ av processanläggningar och inte risken runt en viss specifik anläggning.

Det är en intressant och fascinerande arbetsuppgift att uppskatta och beräkna risken utanför en processanläggning. Myndigheter och allmänhet har också ett berättigat intresse av att denna fråga studeras och presenteras. Men som framgår ovan blir resultatet för individrisk och grupprisk osäkert och kan bara bli en allmän antydning av risknivåerna. Den primära uppgiften i processäkerhetsarbetet är att utforma processer eller modifiera anläggningar så att riskerna för omgivningen blir minimala. Det är viktigt att inrikta arbete på att minska riskerna och arbeta för inneboende säkerhet i anläggningen, även om riskanalysen tyder på att risken är liten.

Anders Jacobsson  
Stefan Lamnevik  
Maria Fröberg  
Sven Wejdling

2002-12-07

## Exempel på kriterier TOLERABEL RISK Riskmatris

	1	2	3	4	5	
>1/år						5
1/1-10 år		<b>EJ TOLERABELT</b>				4
1/10-100 år						3
1/100-1000 år						2
1/1000-1/10000 år						1
<b>Hälsa</b>	Övergående obehag	Enstaka skador	Enstaka svårt skada- de, svåra	Enstaka dödsfall	Flera dödsfall	
		Varaktiga obehag	obehag	Flera svårt skadade	Tiotal svårt skadade	
<b>Miljö</b>	Inga egentliga skador	Övergående kortvariga skador	Långvariga skador	Permanent skador	Permanent skador	
	Liten utbredning	Liten utbredning	Liten-stor utbredning	Liten utbredning	Stor utbredning	
	Ingen sanering	Liten utbredning	Enkel sanering	Svår/omöjlig sanering	Svår/omöjlig sanering	
		Ingen/enkel sanering				
<b>Egendom</b>	<0,1 Mkr	0,1-1 Mkr	1-5 Mkr	5-20 Mkr	>20 Mkr	

## Exempel på kriterier TOLERABEL RISK

### Individerisk

För individrisk (risk att omkomma på viss geografisk punkt om man vistas där under ett års tid) utanför anläggningen föreslås en maximalt tolerabel risk för:

- Existerande verksamhet 1 gång per 100 000 år ( $10^{-5}$  per år)
- Nyetablering 10 gånger lägre, d v s  $10^{-6}$  per år

### Grupprisk

Gräns vad som är tolerabel risk för existerande anläggningar anges för FN-kurvan nedan som en linje dragen genom punkterna 1 omkommen per olycka och sannolikheten  $10^{-3}$  och 1000 omkomna per olycka och sannolikheten  $10^{-6}$ .

Om förhållandena är sådana att riskerna (sannolikheterna) ligger 100 gånger lägre bör de kunna accepteras utan krav på åtgärder. I zonen däremellan bör åtgärder övervägas.

