



Brand & Riskingenjörerna AB

STRANDÄNGEN
JÖNKÖPING
FÖRDJUPAD RISKANALYS

BILAGA 2
PÅVERKAN PÅ MÄNNISKOR OCH OMGIVNING

2011-11-22

Version 2

Fredrik Carlsson

fredrik.carlsson@briab.se

08-410 102 64

Peter Nilsson

peter.nilsson@briab.se

08-410 102 59

Briab - Brand & Riskingenjörerna AB

Rosenlundsgatan 60

118 63 Stockholm

www.briab.se

Telefon:

08-410 102 50

Fax:

08-30 87 60

Org.nr: 556630-7657

Innehar F-skattebevis

PÅVERKAN PÅ MÄNNISKOR OCH OMGIVNING

För att tydliggöra hur beräkningar och bedömningar av skadehändelser påverkar personer inom det aktuella området presenteras kortfattat vad det är som är orsaken till att personer omkommer.

Explosion

Vid en explosion kan kriterier för att personer skadas delas upp i två typer, att personer befinner sig utomhus och omkommer direkt av explosionens tryckuppbyggnad, eller att personer befinner sig inne i en byggnad och omkommer då denna rasar på grund av explosionens tryckuppbyggnad. Människor tål tryck relativt bra och gränsen för direkta dödliga skador går vid ca 180 kPa, (FOA, 1998).

Vid detonation uppkommer ett mycket högt tryck i olyckans närområde. Trycket avtar sedan snabbt med avståndet. Skador på byggnader bestäms både av maximalt tryck och av impulstätheten. För en känd konstruktion går det att beräkna samband mellan tryck och impulstäthet som t.ex. gör att en vägg kollapsar. Rimliga värden på vad olika byggnader klarar beskrivs i Tabell 1.

Tabell 1 – typvärden för tryck som olika byggnader klarar, [(FOA, 1998).

Typ av byggnad	Maximalt tryck, [kPa]	Impulstäthet, [kPa *s]
Träbyggnad och plåthallar	10	0,5
Tegel- och äldre betongbyggnader	20	1
Nyare betongbyggnader	40	1,5
Pelare som balkstomme med ytterväggar av sandwichelement	200	3,1

För att förfina de olika byggnadstekniska skadorna som uppstår vid händelse av explosion presenteras ytterligare gränsvärden i Tabell 2.

Tabell 2 – typvärden för tryck och tillhörande konsekvenser, (FOA, 1998).

Konsekvens	Maximalt tryck, [kPa]
Smärre byggnadsskador	0,1 -5
Större byggnadsskador	5- 40
Fönsterrutor går sönder	1 - 5

Gränsvärden vid strålning

Vid brand avges energi från flammorna till omgivningen delvis i form av strålning. I Tabell 3 presenteras kritiska strålningsnivåer och tillhörande effekter.

Tabell 3 - effekter vid olika strålningsnivåer, (Brandteknik, 2005).

Strålningsnivå [kW/m ²]	Effekt
2,5	Övre strålningsnivå för maximal strålningspåverkan vid utrymning enligt BBR
10	Normalt glas spricker
15	Maximal strålningsnivå för oklassat fönster och för kortvarig exponering vid utrymning.
20	Kriterium för övertändning
25	Spontan antändning av trä vid långvarig strålning
42	Spontan antändning av cellulosa material efter ca 5 sekunder

För att kunna beräkna riskavstånd och nyttja statistiska fördelningar har en probit funktion används för att bestämma konsekvensområdet. Den använda probit funktionen presenteras i Formel 1 och kommer från en Holländsk standard, (CPR, 1999).

$$Pr = a + b * \ln(t * q^{\frac{4}{3}})$$

Formel 1 – probitvärde vid strålningsberäkning

Där:

<i>Pr</i>	Probitvärde, [-]
<i>a</i>	konstant, [-]
<i>b</i>	konstant, [-]
<i>t</i>	exponeringstid, [sek]
<i>q</i>	Kritisk strålningsnivå, [W/m ²]

För 50 % död används probitvärdet 5 och probitfunktionens konstanter med hänsyn till effekt presenteras i Tabell 4.

Tabell 4 - konstanter a och b för probit funktion för kritiska strålningsnivåer.

Skadenivå	<i>a</i>	<i>b</i>
2:a gradens brännskada	-43,14	3,02
Dödsfall	-36,38	2,56

För 50 % döda blir den kritiska strålningsnivån ca 15 Kw/m², under 30 sekunders exponering. Detta värde överensstämmer väl med kritiska värden enligt Tabell 3.

Gränsvärden vid spridning av giftig gas

Vid bedömning av inverkan från giftig gas på personers hälsa har gränsvärdet LC₅₀, (Lethal concentration 50 %) använts. LC₅₀ motsvarar gränsvärdet där 50 % av den utsatta populationen inom ett specifikt område omkommer. För att förenkla beräkningarna antas att alla utanför det område som definieras av LC₅₀-gränsen överlever och alla inom kritiskt område omkommer. I en verklig situation är det ingen skarp gräns. Dock grundar sig antagandet på att antalet överlevande respektive omkomna inom och utom gränsområdet statistiskt tar ut varandra.

Exponeringstiden är en avgörande faktor och kommer att variera beroende på hur snabbt utsatta personer blir varse faran, fattar beslut och slutligen förflyttar sig från faran. Detta kan beskrivas som:

$$T_{\text{utrymning}} = T_{\text{varseblivning}} + T_{\text{beslut och reaktion}} + T_{\text{förflyttning}}$$

I denna riskanalys har den sammanlagda genomsnittliga tiden för utrymning från området med skadliga koncentrationer bedöms vara omkring 15 minuter. Under denna tid ska alltså en person bli varse om att det finns någon form av gas i luften, reagera och ta beslut om att utrymning från byggnaden eller området behöver ske samt tiden det tar att förflytta sig från området med kritiska koncentrationer. Valet av 15 minuter överensstämmer med den tid som FOA har som riktvärde, (FOA, 1998).

För merparten av de giftiga gaserna som transporteras på svenska järnvägar går att förnimma via luktsinnet och för flertalet av de giftiga gaserna är lukten stickande vid relativt låga koncentrationer. Dock finns det giftiga gaser som inte går att förnimma med hjälp av luktsinnet innan kritiska nivåer uppstår, det vill säga att LC₅₀ värdet ligger under förnimmelsenivån.

Toxikologi

Ett vanligt sätt att ange dos vid exponeringar är att uttrycka den som produkten av koncentrationen och tid (CPR, 1999).

Dos – koncentration beskrivs av det matematiska sambandet:

$$D = C^n * t$$

där

D	dos (exempel 50 % dödlighet), [$mg * min/m^3$]
C	koncentration, [mg/m^3]
n	nivå av koncentrationsvariation, [-]
t	tid, [min]

Emellertid beskriver detta uttryck inte hela sanningen då människokroppens metabolism påverkar den verkliga dosen varvid det sambandet enligt nedan inte kan upprätthållas. För att ge en mer korrekt beskrivning av koncentrationen i kroppen används istället även vid toxisk effekt en probitfunktion på samma sätt som för effekten av strålning.

Det matematiska sambandet vid toxisk effekt redovisas nedan:

$$Pr = A + B_1 * \ln(C^n) + B_2 * \ln(t)$$

där

Pr	Probitvärde, [-]
B_1	regressionsfaktor, [-]
B_2	regressionsfaktor, [-]
C	koncentration, [mg/m^3]
n	nivå av koncentrationsvariation, [-]
t	tid, [min]

Matematiskt kan koncentrationen C uttryckas enligt nedan för att beräkna koncentrationen för ett givet probitvärde, (rådande koncentrationer för LC_{50} -värde för en specifik gas).

$$C = (e^{(-A/B_2)} / t)^{(-B_1/B_2)}$$

JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA ACCEPTANSKRITERIER OCH OLYCKSRISKER

Räddningsverkets förslag på acceptanskriterier för individrisk

På uppdrag av Räddningsverket har acceptanskriterier för individrisk utarbetats av Det Norske Veritas, DNV, (Räddningsverket, 1997). Dessa kriterier är inte tvingande men kan ses som vägledande vid bedömning av risk.

För individrisk har DNV definierat följande acceptanskriterier, (Räddningsverket, 1997):

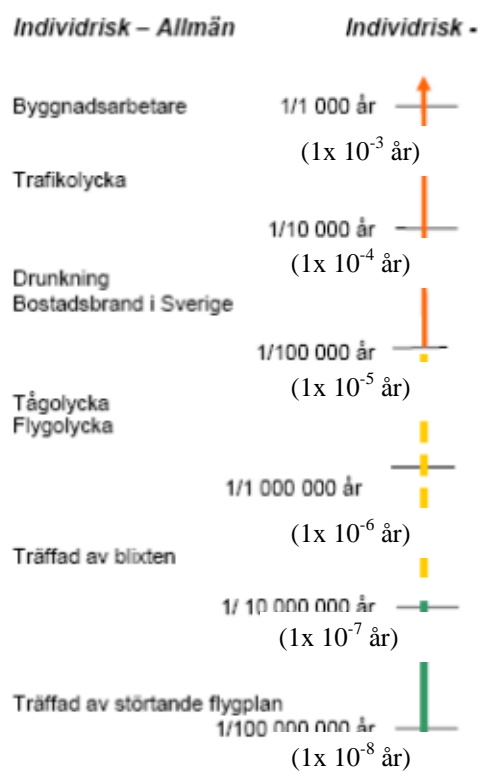
- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 1×10^{-5} per år.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är 1×10^{-7} per år.

Området mellan den undre och övre gränsen går under benämningen ALARP-område, där åtgärder skall vidtagas under förutsättning att de är rimliga ur ett kostnad/nytta-perspektiv.

För en riskanalys innebär en tillämpning av ovanstående acceptanskriterier att risker ovanför ALARP-området anses vara oacceptabla, oavsett kostnader för eventuella åtgärder. Inom ALARP-området kan risker accepteras om kostnaden för åtgärderna är orimligt höga, samt att risker under den lägre gränsen enligt DNV anses vara acceptabla utan åtgärder.

Olycksrisker

I syfte att skapa perspektiv till olika individrisknivåer presenteras i Figur 1 olika händelser och tillhörande individrisker, beräknade för Sverige.



Figur 1 - jämförelse av individrisken för olika typer av olyckshändelser i Sverige, (Flygfältsbyrån, 2007)

LITTERATURFÖRTECKNING

Brandteknik. (2005). *Brandskyddshandboken, Rapport 3134*. Lund: Brandteknik vid Lunds tekniska högskola.

CPR. (1999). *CPR 18E – Guidelines for Quantitative Risk Analysis*. Comité for the prevention of disaster.

Flygfältsbyrån. (2007). *Risikanalyt avseende transport av farligt gods förbi Projekt Mölndals Centrum*. Göteborg: Flygfältsbyrån.

FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor – metoder för*. Stockholm: Försvarets Forskningsantalt.