

**Bilaga B - Konsekvensberäkningar****Uppdragsnamn**

Ribban 7

**Uppdragsgivare**

Svefa AB, Fagersta

**Uppdragsnummer**

511025

**Datum**

2024-09-10

**Handläggare**

Felicia Klint

**Egenkontroll**

FKT 2024-06-07

**Internkontroll**

EMM 2024-06-07

FKT 2024-09-10

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade området. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker:

### TGOJ-järnvägen

- Urspåring
- Tågbrand
- Olycka vid transport av LNG (farligt gods klass 2.1)

### Hamnvägen

- Olycka vid transport av brandfarliga gaser (tankbil och gasolflaskor klass 2.1) och vätskor (drivmedel klass 3).

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmått *individrisk* och *samhällsrisk*, se vidare i bilaga C. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

Konsekvenserna beräknas för Hamnvägen och bedöms konservativt kunna användas även för Arnöleden, detta då antalet transporter är lägre för Arnöleden.

## 2. Förutsättningar

### 2.1 Allmänt om det studerade området

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna.

#### TGOJ-järnvägen

- Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet med planerad ny bebyggelse inom planområdet. Konsekvenserna beräknas dessutom för ett nollalternativ, som innebär befintliga förhållanden inom planområdet samt eventuella planerade förändringar i omgivningen.
- Figur B.1 visar det aktuella området som studeras i denna riskutredning samt dess närmaste omgivning. Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka av TGOJ-järnvägen. Konsekvensberäkningarna kommer att avgränsas till att studera respektive olycksscenario där de innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet.
- Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300 meter radie kring riskkällan med hänsyn tagen till att den avskärmade effekten av ny och befintlig bebyggelse. Det beaktade området markeras med rött i figur B.1.



Figur B.1. Översiktsbild över området för planerad bebyggelse inom Ribban 7. Rött markering visar ungefärligt maximalt påverkansområde för olycka på TGOJ-järnvägen, ca 300 meter.

Avståndet till befintlig kringliggande bebyggelse på den östra sidan av järnvägen varierar utmed den studerade sträckan. Närmaste bebyggelse ligger ca 300 meter från spårmit. Eftersom dessa ytor ligger utanför aktuellt betraktade område i figur B.1 bedöms dessa verksamheter enbart påverkas i lägre grad av aktuella riskkällor.

## 2.2 Ribban 7

### 2.2.1 Uppskattning av personantal inom studerat område

För bostäder finns inget värde på dimensionerande persontäthet. Det antas grovt att i genomsnitt bor 2-3 personer per lägenhet beroende på storlek.

I befintlig bebyggelse inom Ribban 5 finns bland annat padelhall, gymnasieskola och kontor. I BBR /1/ finns riktlinjer för hur persontätheter kan dimensioneras i kontor och skolor. I regelverket ska dimensioneringen av utrymningsvägar för lokaler och verksamheter utgå från en genomsnittlig persontäthet på 0,5 personer per m<sup>2</sup> nettoarea. Vid beräkning av totalt personantal inom en byggnad behöver avdrag göras för allmänna utrymmen och utrymmen utan stadigvarande vistelse (t.ex. lager, förråd, teknikutrymmen, korridorer och trapphus m.m.). Det antas mycket grovt att persontätheten per BTA är ca 30 % lägre än ovanstående värden.

*Det bör observeras att ovanstående schablonvärden ger mycket höga personantal inom det studerade området. De dimensionerande persontätheterna avser dimensionering av en byggnads utrymnings säkerhet, vilket innebär att de utgör maximal personbelastning. Så höga persontätheter bedöms uppstå vid relativt begränsade tillfällen och det är mycket konservativt att förutsätta detta som genomsnittliga persontätheter inom hela bebyggelsen samtidigt.*

*För nollalternativet med befintlig bebyggelse bedöms de dimensionerande persontätheterna enligt ovan inte fullt ut motsvara förutsättningarna inom planområdet, vilket innebär att det beräknade personantalet sannolikt överstiger maximal verklig belastning. Förväntade personantal för nollalternativet ska dock beräknas utifrån potentiella förutsättningar inom området enligt gällande detaljplan, vilken medger ombyggnation och anpassning av befintlig bebyggelse som kan innebära en högre personbelastning.*

### 2.2.2 Nollalternativ

Den planerade bebyggelsen förläggs på ett område som idag utgörs delvis obebyggda ytor med växtlighet eller parkering. På planområdet finns idag en större byggnad som innefattar främst industri men även padelhall och en mindre restaurang.

Markytan för planområdet motsvarar ca 90 000 m<sup>2</sup>. Befintlig byggnad är cirka 11 000 m<sup>2</sup> och uppskattas innehålla främst industri. Som störst uppskattas personantalet i området vara cirka 420 personer baserad på låga personantal i befintliga verksamheter.

För de verksamheter som finns i den befintliga byggnaden bedöms personer enbart vistas i lokalerna under dagen. Under nattetid förväntas personantalet bli mycket lägre.

Söder om området inom Ribban 5 ligger en befintlig byggnad med en byggnadsarea om cirka 20 000 m<sup>2</sup>. Inom byggnaden finns sedan tidigare bland annat kontor, skola och padel. Inom den befintliga bebyggelsen uppskattas ett personantal på maximalt 800 personer.

---

/1/ Boverkets byggregler BFS 2011:6 med ändringar t o m BFS 2020:4 (BBR 29)

### 2.2.3 Planalternativ

Syftet med detaljplanen är att utreda lokalisering av bostäder och centrumbebyggelse i markplan.

Bostadsbebyggelsen kan komma att upprättas i en kvartersstruktur med bostäder i två till sex plan. Denna analys möjliggör även för centrumverksamhet på entréplan. Det uppskattas att personantalet i bostadsområdet är cirka 800 personer.

I befintlig byggnad söder om området kommer ingen större ändring ske. För att inte underskatta riskerna har dock ett högre personantal beräknats för eventuellt tillkommande verksamheter.

Figur B.2 visar planerad bebyggelsestruktur inom planområdet efter föreslagen nybyggnation enligt beskrivningen ovan.



Figur B.2. Förslag till utformning av område. Planen är preliminär och kan komma att ändras. Hamnvägen är en rekommenderad transportled för farligt gods och är markerad i rött, järnvägen i lila och Arnöleden i blått. Figur utgör utkast av strukturplan daterad 2024-06-10.

Med föreslagen utformning enligt figur B.2 blir avståndet mellan TGOJ-järnväg och ny bebyggelse cirka 60-65 meter (mätt från närmaste spårmit). Avståndet mellan bebyggelse och vägar blir cirka 22 meter med avseende på Hamngatan och cirka 9 meter för Arnöleden. Enbart en mindre del av ny bebyggelse ligger utmed Arnöleden.

## 2.3 Kringliggande bebyggelse

### Väster om TGOJ-Järnvägen

Väster om järnvägen finns det industriområde samt parkering. Personantalet i dessa området bedöms kunna uppgå till cirka 300 personer inomhus vid fullsatt område respektive cirka 50 personer utomhus vid fullsatt område.

### Norr om Hamnvägen.

Norr om planområdet består bebyggelse främst av bostadsområde. Den närmsta bebyggelsen norr om Hamnvägen består av seniorboende. Det kan därför antas att det i bostäderna förekommer personer under hela dygnet.

## 2.4 Sammanställning

Både planerad bebyggelse inom det aktuella planområdet och kringliggande bebyggelse bedöms kunna innebära att antalet personer inom det studerade området kan variera relativt kraftigt mellan olika tidpunkter.

Det skulle kunna identifieras ett antal olika förutsättningar som i sin tur påverkar antalet personer som kan omkomma vid de studerade olycksriskerna. Enligt avsnitt 2.1 beräknas konsekvenserna för respektive olycksscenario där de bedöms innebära så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet.

Beräkningarna avgränsas vidare till tre scenarier, nämligen:

### 1. Genomsnittligt normaldygn:

1.1 Dagtid (kl 08-22) – Ca 50 % inom bostadshus och verksamheter. Äldreboendet norr om planområdet bedöms ha en beläggning på 100 %. Enbart ett fåtal personer, max 10 % förväntas vara utomhus. Äldreboende ligger utmed Hamnvägen norr och kommer inte ha stadigvarande vistelse utmed väg.

1.2 Nattetid (kl 22-08) – i huvudsak personer inom bostadsbebyggelse. 100 % beläggning inom bostadshus och 0 % inom övrig bebyggelse. Enbart ett fåtal personer bedöms förekomma utomhus nattetid.

1.3 **"Fullbelagt område"** – Full beläggning inom all bebyggelse (kontor, verksamheter och bostäder m.m.), vilket bedöms kunna förekomma under begränsade perioder i samband med morgon- respektive eftermiddagsrusningen. Öster om järnvägen antas ca 10 % vistas utomhus för bostäder samt verksamheter.

I tabell B.1 redovisas en sammanställning av förutsatta personantal inom det studerade området, uppdelat på planområde respektive kringliggande bebyggelse.

Tabell B.1. Tabell med förutsatta personantal inom det studerade området.

Område	Planalternativ			Nollalternativ		
	Normaldygn - dag	Normaldygn - natt	Fullsatt område	Normaldygn - dag	Normaldygn - natt	Fullsatt område
<b>Planområden öster om TGOJ-järnvägen</b>						
<i>Inomhus</i>	1235	863	1305	780	6	883
<i>Utomhus</i>	70	7	77	87	0	46
<b>Kringliggande områden väster om TGOJ-järnvägen</b>						
<i>Inomhus</i>	150	0	300	150	0	300
<i>Utomhus</i>	50	10	50	50	10	50
<b>Totalt</b>	1 505	880	2 087	1 067	16	1 279
<i>Inomhus</i>	<b>1 385</b>	<b>863</b>	<b>1 967</b>	<b>930</b>	<b>6</b>	<b>1 183</b>
<i>Utomhus</i>	<b>120</b>	<b>17</b>	<b>120</b>	<b>137</b>	<b>10</b>	<b>96</b>

### 3. Beräkning av skadeavstånd/-områden

#### 3.1 Järnväg

##### 3.1.1 Urspårning

I bilaga A redovisas beräkningar av urspårningsfrekvens samt sannolikheten för att en järnvägsvagn kolliderar med kringliggande bebyggelse med sådan kraft att byggnaden rasar. Skadefrekvensen reduceras som funktion av avståndet från järnvägen och är beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället.

Skadeområdet vid en urspårning understiger i princip alltid 25-30 meter vinkelrätt ut från spåret. Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågsvagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är extremt låg. Resultatet av frekvens och sannolikhetsberäkningarna visar att det maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna är 13 meter, se bilaga A.

De ekvationer som används för beräkning av sannolikhet och frekvens som funktion av avståndet från järnvägen i bilaga A gäller för en obebyggd omgivning som ligger ungefär i samma nivå som järnvägen. Utmed den aktuella sträckan går järnvägen i samma marknivå som planområdet. Både befintlig och planerad bebyggelse ligger dessutom minst 30 meter från närmaste spårmittpunkt.

Konsekvensberäkningarna, med avseende på järnvägen, kommer att omfatta nedanstående skadescenarier. Beräkningarna kommer att omfatta två dimensionerande scenarier med skadeavstånd som motsvarar de beräkningar som redovisas i bilaga A. För att inte underskatta konsekvenserna av det aktuella skadescenariot studeras dessutom ett worst case scenario med skadeavstånd som motsvarar de maximala skadeavstånd som uppmätts vid urspårning. Det antas mycket konservativt att skadeavståndet för worst case scenario är oberoende av hastighetsbegränsningen. Sannolikheten för worst case scenario antas utgöra en mycket låg andel av den sammanlagda frekvensen för dimensionerande scenario.

- Urspårning godståg (hastighetsbegränsning 100 km/h)
  - Dimensionerande scenario, medel: skadeavstånd < 6 meter
  - Dimensionerande scenario, max: skadeavstånd 6-13 meter
  - Worst case scenario: skadeavstånd 30 meter (1 % av frekvens för dim. scenario, max)

Skadezonen utbredning i längsled utmed järnvägen antas konservativt motsvara den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas i bilaga A. För samtliga scenarier ovan antas skadezonen i längsled utmed järnvägen vara 125 meter vid urspårning med godståg.

#### Bedömningskriterier

Det antas mycket grovt att personer utomhus omkommer om de vistas inom det avstånd från järnvägsspåret som den urspårade vagnen hamnar.



Sannolikheten för att omkomma till följd av byggnadskollaps eller att av byggnadsdelar rasar bedöms däremot vara beroende av byggnadens våningsantal. Ju lägre våningsantal desto lägre sannolikhet att omkomma. I ett absolut värsta fall kan byggnader inom 30 meter till järnvägen påverkas, utifrån Bilaga A kollapsar enbart byggnader inom 8 meter till järnvägen. Inga byggnader kommer att upprättas inom 30 meter till järnvägen vilket innebär att personer inte förväntas omkomma till följd av en byggnadskollaps.

### 3.1.2 Brand i godståg

Konsekvenserna av en tågbrand med avseende på påverkan på kringliggande bebyggelse m.m. är beroende av tågtyp och brandens omfattning. I bilaga A redovisas beräkningar för tre olika skadescenarier, varav två (Stor tågbrand respektive Mycket stor tågbrand) bedöms vara så omfattande att de innebär skadeområden som påverkar ytor utanför spårområdet.

En brand i godståg kan innebära brandeffekter som uppnår över 100 MW. Stor godsbrand uppskattas motsvara ca 100 MW och en mycket stor godsbrand uppskattas kunna motsvara ca 200 MW.

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar enligt beskrivningen nedan (metoden motsvarar den som används för strålningsberäkningar för pölbränder):

**Brandeffekt (Q)** – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /2/.

**Flamhöjd (H<sub>f</sub>)** – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /3/:

$$H_f = 0,23 \times Q^{2/5} - 1,02 \times D$$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D / 2$ .

**Utfallande strålning (I<sub>0</sub>)** – Den utfallande strålningen (kW/m<sup>2</sup>) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /4/:

$$I_0 = 58 \times 10^{-0,00823 \times D}$$

**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

---

/2/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/3/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/4/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

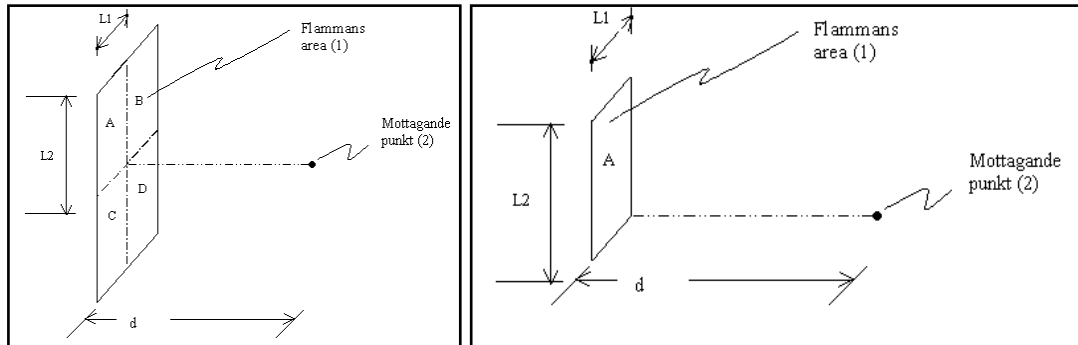
Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flaman och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion

som beräknas enligt /5/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där  $F_{A1,2}$ ,  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0) och  $A_1 = L_1 \times L_2$  enligt figur B.3.



Figur B.3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /6/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$X = \frac{L_1}{d}$  och  $Y = \frac{L_2}{d}$  enligt figur B.3.

**Infallande strålning (I)** – Den från branden infallande värmestrålningen ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:  $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden för de olika scenarierna beräknats (se tabell B.2).

Tabell B.2. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

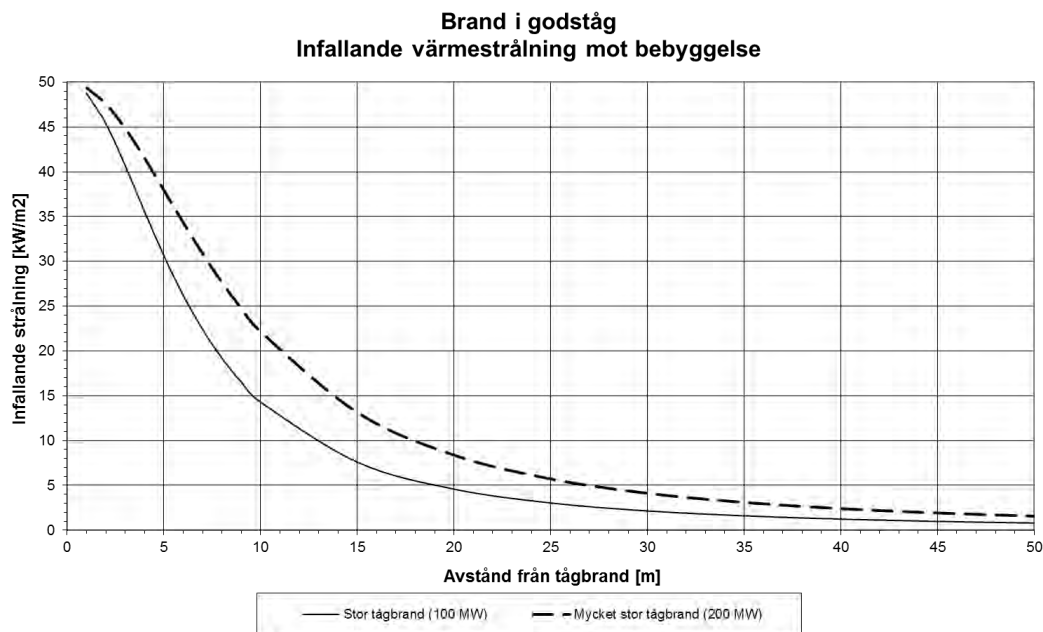
Scenario	Brinnande yta $A_f$ ( $\text{m}^2$ )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter $D_f$ (m)	Flamhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_0$ ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )
Stor tågbrand	100	100 000	11,3	11,3	46,8
Mycket stor tågbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8

/5/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/6/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992



Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.4. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. Enligt tabell B.2 sjunker den utfallande strålningen med brandens storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större bränder. Soten och röken döljer själva flammen och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmestrålningen. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från brand i godståg.

### Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

I tabell B.3 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning.

Tabell B.3. Effekter av olika strålningsnivåer /2, 7/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m <sup>-2</sup> ]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
<b>2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut</b>	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
<b>2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder</b>	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2	20
<b>Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner</b>	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
<b>Antändning av obehandlat trä</b>	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /8/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring tågbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån tabell B.2. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

- 10 kW/m<sup>2</sup>: < 5 % sannolikhet att omkomma
- 15-20 kW/m<sup>2</sup>: 50 % sannolikhet att omkomma
- > 40 kW/m<sup>2</sup>: 100 % sannolikhet att omkomma

/7/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

/8/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

## Resultat

I tabell B.4 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid tågbrand.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<b>Stor tågbrand (100 MW)</b>	5% inomhus	10
	100% utomhus	4
	50% utomhus	10
	5% utomhus	13
<b>Mycket stor tågbrand (200 MW)</b>	5% inomhus	14
	100% utomhus	5
	50% utomhus	14
	5% utomhus	17

Eftersom byggnaderna upprättas minst 30 meter från järnvägen kommer personer inne i byggnaderna inte att påverkas.

### 3.1.3 Olycka med farligt gods Klass 2.1 Brännbara Gaser

För brännbara gaser kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **ALOHA** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

LNG transporteras i kryptankar, d.v.s. den kondenseras genom kraftig nedkylning, vilket innebär att de vid ett utsläpp beter sig mycket annorlunda än en tryckkondenserad gas. Exempelvis kommer ett kontinuerligt utsläpp av LNG att först bilda en pöl som därefter förångas till ett gasmoln, istället för att en stor del av utsläppet förångas direkt när det kommer ut ur tanken (som gäller för tryckkondenserad gas). För utsläpp av LNG har kompletterande utsläppssimuleringar därför genomförts med programmet ALOHA v. 5.4.7. Utsläppssimuleringarna har utförts för olycka på järnväg har utförts för en tankvagn med total mängd ca 50 ton LNG. Vätskan håller en temperatur på -161,5°C och ett tryck på högst 10 bar. Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion beror, utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Gasmolnexplosioner är väldigt komplexa förlopp. Sannolikheten för uppkomst av övertryckseffekter styrs av flera faktorer såsom hur reaktiv gasen i fråga är, typ av utsläpp, väder, om det finns risk för inneslutning/delvis inneslutning, etc. Skadeområdena för gasmolnexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

Scenariot kan egentligen delas upp i två förlopp, gasmolnsbrand utan övertryck och gasmolnsbrand med övertryck. Fördelningen redovisas som 80 respektive 20 % av fallen i /9/.

### Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

När det gäller gasmolnsexplosion kan människor skadas till följd av värmestrålning. Skador på byggnader begränsas dock generellt till ytliga skador även om små sprickor har uppträtt i metallkonstruktioner /10/. Enligt samma källa kan 50 % av fönstren inom skadeområdet skadas vid ett övertryck på 50 mbar eller mer. Övertrycket i sig bedöms således inte medföra skador på människor inomhus. Skador till följd av hög värmestrålning genom fönster kan dock inte uteslutas.

**Utomhus:** I tabell B.3 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /7/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. I riskberäkningarna uppskattas det grovt att ca 50 % av de människor som vistas inom belyst skadeområde enligt tabell B.6 riskerar att omkomma. Skadeavstånden för LNG bedöms utifrån kritiska strålningsnivåer enligt tabell B.3 i avsnitt 3.1.2.

**Inomhus:** Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. För jetflamma uppskattas det grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden omkommer.

För gasmolnsexplosion och BLEVE bedöms sannolikheten för brandspridning vara låg med hänsyn till kortvariga brandförlopp. Konsekvenser inomhus kan dock uppstå p.g.a. tryckpåverkan. Utifrån detta uppskattas grovt att 5 % av personer som befinner sig inomhus inom belyst skadezon enligt tabell B.5 förväntas omkomma.

### Resultat

I tabell B.5 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Beräkningarna i **ALOHA** utgår från fri spridning av gas och tar ingen hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera jetflammans längd, spridningen av gasmoln respektive BLEVE m.m. vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

---

/9/ Riskanalys av farligt gods i Hallands län, Meddelande 2011:19, Länsstyrelsen i Hallands län

/10/ Transportation of Dangerous Goods, methods and tools for reducing the risks of accidents and terrorist attack, NATO Science for Peace and Security series – C: Environmental Security, 2010

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. I tabellen redovisas skadeavstånden vid oskyddad bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs ingen reducering. Där avståndet mellan järnväg och bebyggelse är kortare än skadeståndsområdet i tabellen nedan halveras skadeståndet. Detta för att ta hänsyn till att bakomliggande bebyggelse är skyddad.

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av LNG.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		bredd	längd
Liten jetflamma	5 % inomhus	14	14
	50 % utomhus	< 10	<10
Stor jetflamma	5 % inomhus	72	72
	50 % utomhus	<70	<70
Liten gasmolnsexplosion	5 % inomhus	20	<11
	50 % utomhus		
Stor gasmolnsexplosion	5 % inomhus	105	54
	50 % utomhus		
BLEVE	5 % inomhus	450	450
	50 % utomhus		

### 3.1.4 Beräkning av antal omkomna

I tabell B.6 redovisas beräknat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området (aktuella planområden samt kringliggande bebyggelse).

Tabell B.6. Beräknade konsekvenser – antal omkomna vid olycka på TGOJ-Järnvägen

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna					
	Utförandealternativ			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
Urspårning godståg,						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Urspårning godståg, worst case scenario						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0

Tabell B.6. Forts.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna					
	Utförandealternativ			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>2. Brand i godståg</b>						
Stor tågbrand (100 MW)						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Mycket stor tågbrand (200 MW)						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
<b>3. Olycka vid transport av farligt gods</b>						
<b>Klass 2.1 Brännbar gas</b>						
Liten jetflamma						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Stor jetflamma						
Normaldygn - dag	0	0	0	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0



Tabell B.6. Forts.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna					
	Utförandealternativ			Nollalternativ		
	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>
Stor gasmolnsexplosion						
<i>Normaldygn - dag</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<b><i>0</i></b>	<i>0</i>	<i>1</i>	<b><i>1</i></b>
<i>Normaldygn - natt</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<b><i>0</i></b>	<i>0</i>	<i>0</i>	<b><i>0</i></b>
<i>Fullsatt område</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<b><i>0</i></b>	<i>0</i>	<i>0</i>	<b><i>0</i></b>
BLEVE						
<i>Normaldygn - dag</i>	<i>43</i>	<i>49</i>	<b><i>92</i></b>	<i>30</i>	<i>54</i>	<b><i>84</i></b>
<i>Normaldygn - natt</i>	<i>25</i>	<i>7</i>	<b><i>32</i></b>	<i>0</i>	<i>5</i>	<b><i>5</i></b>
<i>Fullsatt område</i>	<i>63</i>	<i>49</i>	<b><i>112</i></b>	<i>40</i>	<i>41</i>	<b><i>81</i></b>

## 3.2 Hamnvägen

### 3.2.1 Olycka med farligt gods klass 2.1 Brännbara gaser

På Hamnvägen kan det förekomma brännbara gaser som ska till OKQ8 via Hamnvägen samt till Woody bygghandel och Gasolmacken. Gasoltransporter till OKQ8 och Woody bygghandel utgör främst av transporter med gasolflaskor. Transporter till Gasolmacken utgörs av tanktransporter. Konsekvenserna av en olycka med gasolflaska blir betydligt mindre än vid en olycka med tankbil. Sannolikheten för ett stort läckage är låg och skadeområdena begränsade. I beräkningarna har det därmed konservativt antagits att alla transporter utgörs av tankbil.

För brännbara gaser kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. I tabell B.7 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.7. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	
Lagringstemperatur	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m
Tanklängd	18 m
Tankfyllnadsgrad	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg
Designtryck	15 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

För gasol så beror skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. I tabellen nedan redovisas skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs ingen reducering.

Tabell B.8 Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser – komprimerade gaser (t.ex. gasol).

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	6	5	6	5
	50 % <i>utomhus</i>	6	5	6	5
Liten gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	2	5	2	5
	50 % <i>utomhus</i>	2	5	2	5
Medelstor jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	15	15	15	15
	50 % <i>utomhus</i>	15	15	15	15
Medelstor gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	50	70	50	50
	50 % <i>utomhus</i>	50	70	50	50
Stor jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	60	55	60	40
	50 % <i>utomhus</i>	60	55	60	40
Stor gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	215	185	215	100
	50 % <i>utomhus</i>	215	185	215	100
BLEVE	5 % <i>inomhus</i>	440	220	440	150
	50 % <i>utomhus</i>	440	220	440	150

### 3.2.2 Olycka med farligt gods klass 3. Brandfarliga vätska

#### Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensen. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning.

Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m<sup>2</sup>
- Medelstor pölbrand: 200 m<sup>2</sup>
- Stor pölbrand: 400 m<sup>2</sup>
- Tankbilsbrand ca 300 MW <sup>/11/</sup> (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradien)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

<sup>/11/</sup> Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

**Brandeffekt (Q)** – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /12/.

**Flamhöjd (H<sub>f</sub>)** – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /13/:  $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D / 12$ .

**Utfallande strålning (I<sub>0</sub>)** – Den utfallande strålningen (kW/m<sup>2</sup>) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /14/:  $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$

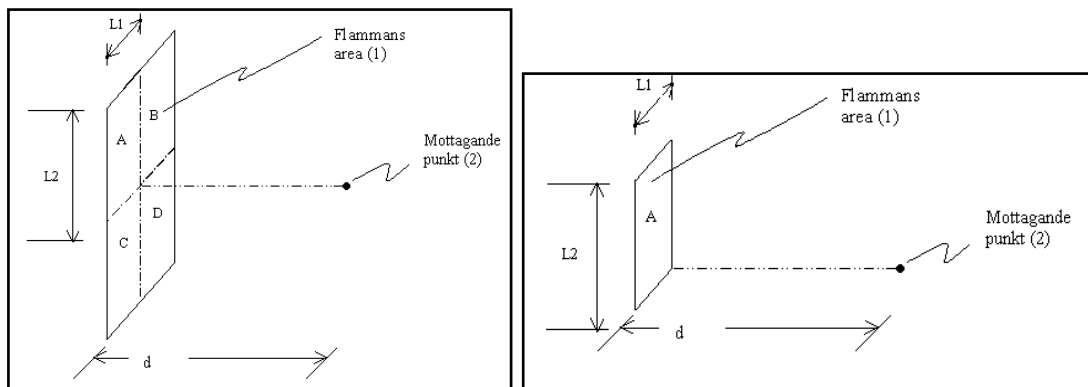
**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur 3.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /15/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där  $F_{A1,2}$ ,  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \theta_1 \cos \theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0) och  $A_1 = L_1 \times L_2$  enligt Figur B.5.



Figur B.5. Synfaktor.

/12/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/13/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/14/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/15/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /16/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \text{ där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y = \frac{L_2}{d} \text{ enligt Figur 3.1.}$$

**Infallande strålning (I)** – Den från branden infallande värmestrålningen ( $\text{kW/m}^2$ ) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:  $I = F \times I_0$

Beräkningarna utgår från att strålningen fritt kan spridas mot planområdet. Pölen kan dock inte komma närmare planområdet än väggkant.

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se Tabell B.9).

*Tabell B.9. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.*

Scenario	Brinnande yta $A_F$ ( $\text{m}^2$ )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter $D_f$ (m)	Flammhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_0$ ( $\text{kW/m}^2$ )
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i Tabell B.10. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60  $\text{kW/m}^2$  för samtliga brandscenarier.

---

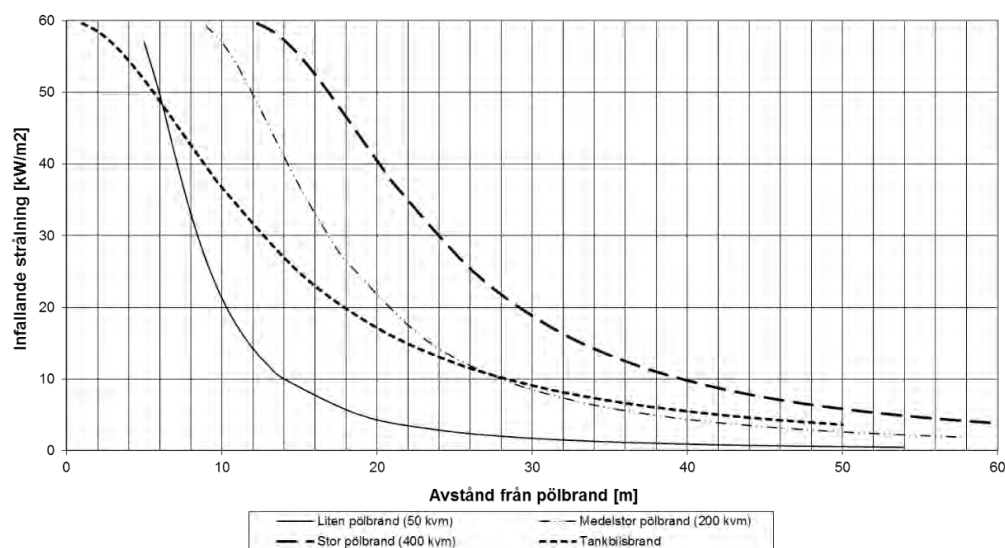
/16/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

Tabell B.10. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	Liten pölbrand		Medelstor pölbrand		Stor pölbrand / Tankbilsbrand	
	$F_{1,2}$	$q_r''$	$F_{1,2}$	$q_r''$	$F_{1,2}$	$q_r''$
5	0,44	26,6	0,76	45,5	0,86	51,7
10	0,17	10,0	0,44	26,6	0,61	36,7
15	0,08	4,9	0,26	15,8	0,41	24,9
20	0,05	2,9	0,17	10,0	0,29	17,1
25	0,03	1,9	0,11	6,9	0,20	12,3
30	0,02	1,3	0,08	4,9	0,15	9,1
35	0,02	1,0	0,06	3,7	0,12	7,0
40	0,01	0,7	0,05	2,9	0,09	5,5
45	0,01	0,6	0,04	2,3	0,07	4,4
50	0,01	0,5	0,03	1,9	0,06	3,6

I Figur B.6 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från branden. I figuren beaktas även pölens radie, vilket ej beaktas i de avstånd som anges i Tabell B.10 som utgår från flammans kant.

#### Infallande värmestrålning mot bebyggelse



Figur B.6. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand inkl. pölradie

#### Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

I Tabell B.11 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt avsnitt 3.1.2 uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.



Tabell B.11. Effekter av olika strålningsnivåer /12/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m <sup>-2</sup> ]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
<b>2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut</b>	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
<b>2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder</b>	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20
<b>Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner</b>	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
<b>Antändning av obehandlat trä</b>	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

En person som befinner sig utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. De strålningsnivåer och effekter som anges i Tabell B.11 har i Tabell B.12 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B.12. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

Strålningsnivå	Andel omkomna
10 kW/m <sup>2</sup>	5 %
60 kW/m <sup>2</sup>	15 %
80 kW/m <sup>2</sup>	100 %

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån Tabell B.11 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt spridd brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> omkommer.

## Resultat

I tabell B.13 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån redovisade förutsättningar.

Tabell B.13. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<b>Liten pölbrand</b>	5 % <u>inomhus</u>	11
	100 % <u>utomhus</u>	7
	15 % <u>utomhus</u>	11
	5 % <u>utomhus</u>	13
<b>Medelstor pölbrand</b>	5 % <u>inomhus</u>	22
	100 % <u>utomhus</u>	13
	15 % <u>utomhus</u>	22
	5 % <u>utomhus</u>	25
<b>Stor pölbrand</b>	5 % <u>inomhus</u>	30
	100 % <u>utomhus</u>	18
	15 % <u>utomhus</u>	30
	5 % <u>utomhus</u>	36
<b>Tankbilsbrand</b>	5 % <u>inomhus</u>	20
	100 % <u>utomhus</u>	7
	15 % <u>utomhus</u>	20
	5 % <u>utomhus</u>	25

### 3.2.3 Beräkning av antal omkomna

I tabell B.14 redovisas beräknat antal omkomna inom det studerade området (aktuella planområden samt kringliggande bebyggelse) med avseende på olycka med farligt gods klass 2.1 samt klass 3. Beräkningar för farligt gods utgår från Hamnvägen. För att vara konservativ har det kortaste avstånden till den närmaste vägen används. I beräkningarna har därför avståndet mellan väg och bebyggelse utgått från Arnöleden.

Tabell B.14. Uppskatta antal omkomna inom planområdet.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna					
	Utförandealternativ			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Klass 2.1 Brännbar gas</b>						
Liten jetflamma						
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion						
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Medelstor jetflamma						
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Medelstor gasmolnsexplosion						
Fullsatt område	3	1	4	2	1	3
Stor jetflamma						
Fullsatt område	2	1	3	2	1	3
Stor gasmolnsexplosion						
Fullsatt område	38	9	47	18	7	25
Bleve						
Fullsatt område	89	25	114	27	17	45
<b>Klass 3 Brännbara vätskor</b>						
Liten pölbrand						
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Medelstor pölbrand						
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0
Stor pölbrand						
Fullsatt område	1	1	2	1	1	2
Tankbilsbrand						
Fullsatt område	0	0	0	0	0	0