

MJÖLBY KOMMUN

# RISKBEDÖMNING

## KVARNOMRÅDET 1 OCH 6 I MJÖLBY

2023-10-05



# Riskbedömning

## Kvarnområdet 1 och 6 i Mjölby

### KUND

**Mjölby Kommun**

### KONSULT

#### **WSP Brand & Risk**

Ågatan 7

WSP Sverige AB

58222 Linköping

Besök: Ågatan 7

Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

### KONTAKTPERSONER

Henrik Selin    [henrik.selin@wsp.com](mailto:henrik.selin@wsp.com)

#### PROJEKT

Kompletterande riskutredning, Kvarnområdet  
i Mjölby

#### UPPDRAGSNAMN

Riskutredning Kvarnområdet 1 och 6 i Mjölby

#### UPPDRAGSNUMMER

10305683

#### FÖRFATTARE

Martin Linge, Cecilia Nordenö, Olov  
Holmstedt Jönsson

#### DATUM

2023-10-05

#### GRANSKAD AV

Johannes Lärkner, Henrik Selin

#### GODKÄND AV

Henrik Selin

## SAMMANFATTNING

WSP har av Mjölby kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för Kvarnområdet 1 och 6 i Mjölby. Planområdet angränsar till Södra Stambanan som är transportled för farligt gods.

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan-och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

Målet med riskbedömningen är att utgöra underlag för beslut om lämplig markanvändning inom Kvarnområdet med avseende på risker kopplade till urspårning och olyckor med farligt gods på Södra Stambanan.

En kvantitativ riskbedömning har genomförts där samhällsrisk och individrisk beräknas. Det föreslås att följande riskreducerande åtgärder vidtas:

- Skyddsbarriär mellan planområdet och järnvägen
- Glaspartier som vetter mot järnvägen ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster till hotellrum utförs som endast öppningsbara med nyckel eller annat verktyg.
- Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst i brandteknisk klass EI 30.
- Friskluftsintag ska riktas bort från järnvägen och vid hotellverksamhet ska möjlighet till central avstängning av tilluft finnas.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från järnvägen på ett säkert sätt.

Riskbedömningen visar att individrisken, förutsatt att en barriär upprättas utmed hela planområdets östra sida, är acceptabel. Barriären kommer till största del bestå av en ny perrong, men behöver också kompletteras med en vall eller stödmur. Att individrisken kan accepteras innebär att verksamhet kan accepteras i Kvarnområdet, men inte på hur personintensiv denna verksamhet kan vara.

Samhällsrisk för Kvarnområdet bedöms kunna ligga delvis inom ALARP-området. Det rekommenderas att en avvägning om vilken typ av verksamhet som ska finnas inom Kvarnområdet görs, och vad det innebär för persontätheten, eftersom känslighetsanalysen visar att persontäthet är en faktor som har signifikant påverkan på samhällsrisknivån.

Givet föreslagna åtgärder, givet den bedömda samhällsnyttan anses det i denna riskbedömning möjligt att gå vidare med exploateringsplanerna för Kvarnområdet.

## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1	SYFTE OCH MÅL	5
1.2	OMFATTNING	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	6
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	7
1.6	INTERNKONTROLL	7
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>8</b>
2.1	OMGIVNING	8
2.2	PLANOMRÅDET	8
2.3	INFRASTRUKTUR	10
2.4	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	10
<b>3</b>	<b>RISKIDENTIFIERING</b>	<b>11</b>
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	11
3.2	MEKANISK PÅVERKAN I SAMBAND MED URSPÅRNING	11
3.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ SÖDRA STAMBANAN	12
3.4	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	12
<b>4</b>	<b>RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING</b>	<b>13</b>
4.1	VÄRDERINGSKRITERIER	13
4.2	RISKVÄRDERING	15
<b>5</b>	<b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b>	<b>19</b>
5.1	LÄNSSTYRELSENS RIKTLINJE	19
5.2	ÖVRIGA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	20
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>24</b>
<b>BILAGA A.</b>	<b>METOD FÖR RISKHANTERING</b>	<b>25</b>
<b>BILAGA B.</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR</b>	<b>28</b>
<b>BILAGA C.</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR</b>	<b>37</b>
<b>BILAGA D.</b>	<b>SKYDDSEFFEKTER</b>	<b>43</b>
<b>BILAGA E.</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>45</b>

# 1 INLEDNING

WSP har av Mjölby kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för Kvarnområdet 1 och 6 (nedan kallat Kvarnområdet) i Mjölby kommun. Strax öster om planområdet löper Södra Stambanan som är transportled för farligt gods. WSP har tidigare upprättat en kvantitativ riskbedömning för området Svartå Strand som också ligger utmed Södra Stambanan och angränsar till Kvarnområdet i söder, men eftersom förutsättningarna mellan områdena skiljer sig åt bedöms det nödvändigt att upprätta en riskbedömning specifikt för Kvarnområdet. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och järnvägen är ca 10 meter.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led.

## 1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan-och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

Inledningsvis ska planarbetet, utifrån riskerna kopplade till Södra Stambanan, klargöra om och i så fall vilken markanvändning som kan möjliggöras inom området.

## 1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken? (riskuppskattning)
- Är risken acceptabel? (riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (riskreduktion)

Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Bilaga A.

## 1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med urspårning och transport av farligt gods på järnvägen i anslutning till det aktuella området. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

Resultatet av riskbedömningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna behöver riskbedömningen uppdateras.

## 1.4 STYRANDE DOKUMENT

I detta avsnitt redogörs för de dokument som huvudsakligen varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

### 1.4.1 Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

*Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)*

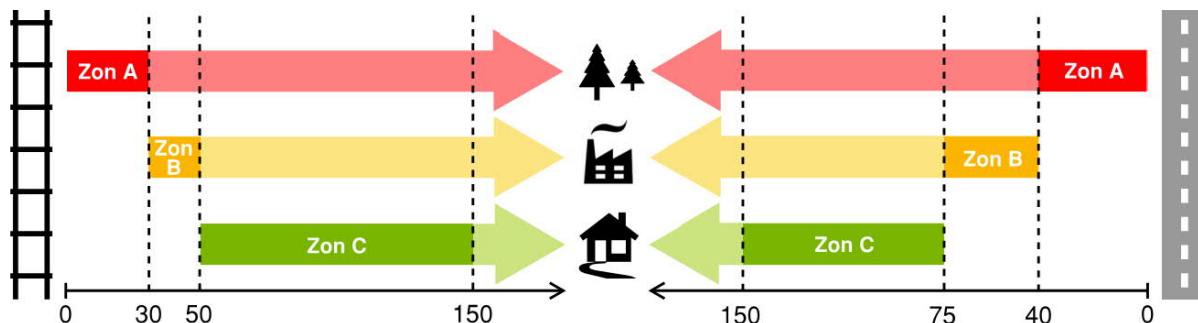
*Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till [...] skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)*

### 1.4.2 Riktlinjer

Länsstyrelsen i Östergötlands län har inte tagit fram några egna rekommendationer eller riktlinjer på lokal nivå utan hänvisar till Länsstyrelsen i Stockholms läns dokument Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [1]. Riktlinjen tydliggör hur Länsstyrelsen bedömer risker vid granskning av detaljplaner och översiktsplaner.

Länsstyrelsen anser att riskerna ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meter från väg och järnväg där det transporteras farligt gods. I Figur 1 presenteras rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning. Länsstyrelsen anser att kommunen bör lokalisera bebyggelse enligt dessa rekommendationer för att uppnå en god samhällsplanering. För det fall det inte är möjligt att uppnå rekommenderade avstånd anges även de skyddsavstånd och skyddsåtgärder som Länsstyrelsen anser vara ett minimum för att uppfylla kraven i PBL. Riktlinjerna innebär kortfattat att länsstyrelsen rekommenderar ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på 25 meter från järnväg med farligt gods. Inom 30 meter ska ett antal åtgärder säkerställas beroende på typ av bebyggelse.

Om rekommenderade skyddsavstånd inte uppfylls ställs ökade krav på riskbedömning samt införandet av riskreducerande åtgärder.



Figur 1. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse utmed väg och järnväg [2].

Tabell 1. Rekommenderad lokalisering av verksamhetstyper till respektive zon enligt Figur 1.

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L Odling och djurhållning	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Ytparkering	J Industri	D Vård
T Trafik	K Kontor	H Detaljhandel
	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

För denna riskutredning är det vidare aktuellt att beakta de riktlinjer som Länsstyrelsens i Skåne har utarbetat, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods* (RIKTSAM) [3]. Detta eftersom RIKTSAM är den enda riktlinjen i Sverige som ger riktlinjer för vilka probabilistiska risknivåer som kan anses vara tolerabla och föreslår tre vägledningsnivåer för att säkerställa att tillfredsställande och jämförbar säkerhet åstadkoms i samhällsplaneringen och anger riktlinjer för vad som kan bedömas vara tolerabel individ- och samhällsrisknivå utifrån probabilistiska kriterier.

## 1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Översiktlig riskbedömning Kvarnområdet 1 och 6 [4]
- Fördjupad riskbedömning Svartå Strand [5]
- Plankarta med planerad markanvändning [6]

Övrigt underlag som har använts refereras till löpande genom rapporten.

## 1.6 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Martin Linge (Brandingenjör och Civilingenjör i riskhantering), Cecilia Nordenö (Civilingenjör i riskhantering) och Olov Holmstedt Jönsson (Civilingenjör i riskhantering) med Henrik Selin (Civilingenjör i riskhantering och ekosystemteknik) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Johannes Lärkner (Civilingenjör i system i teknik och samhälle).

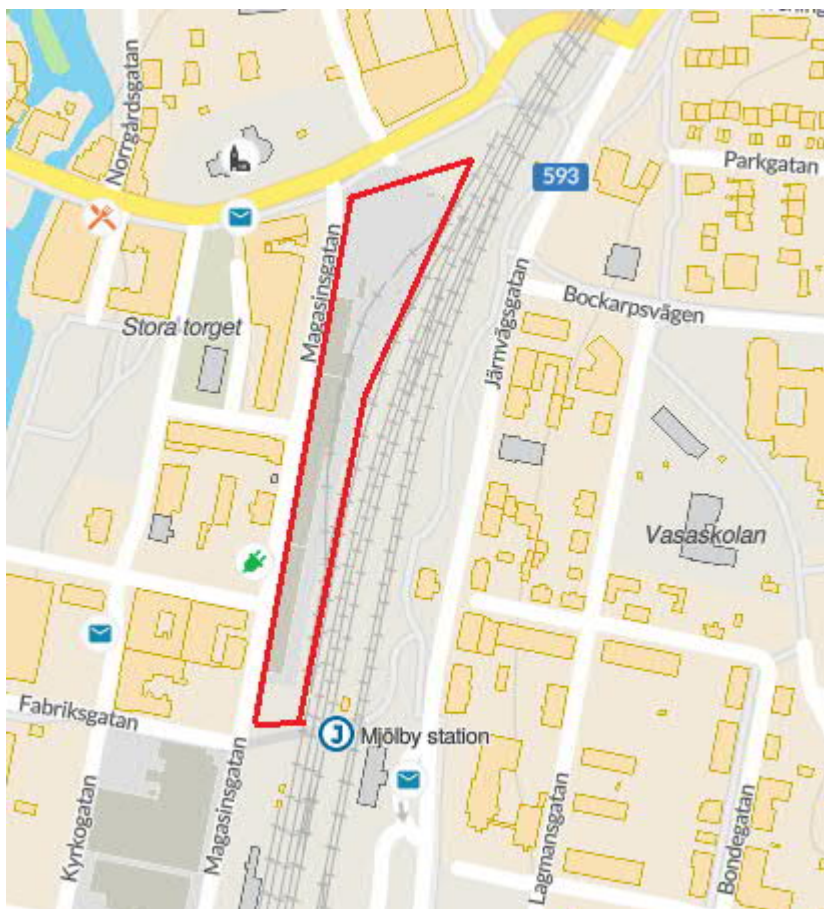


## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet och dess omgivning med syfte att överskådligt tydliggöra de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för bedömningen.

### 2.1 OMGIVNING

Kvarnområdet är beläget centralt i Mjölby, mellan Södra Stambanan och Magasinsgatan i nära anslutning till Mjölby centralstation. Omgivningarna består av torg, bostäder, företagsverksamhet, kyrka och skola. Planområdet och dess omgivning visas i Figur 2.

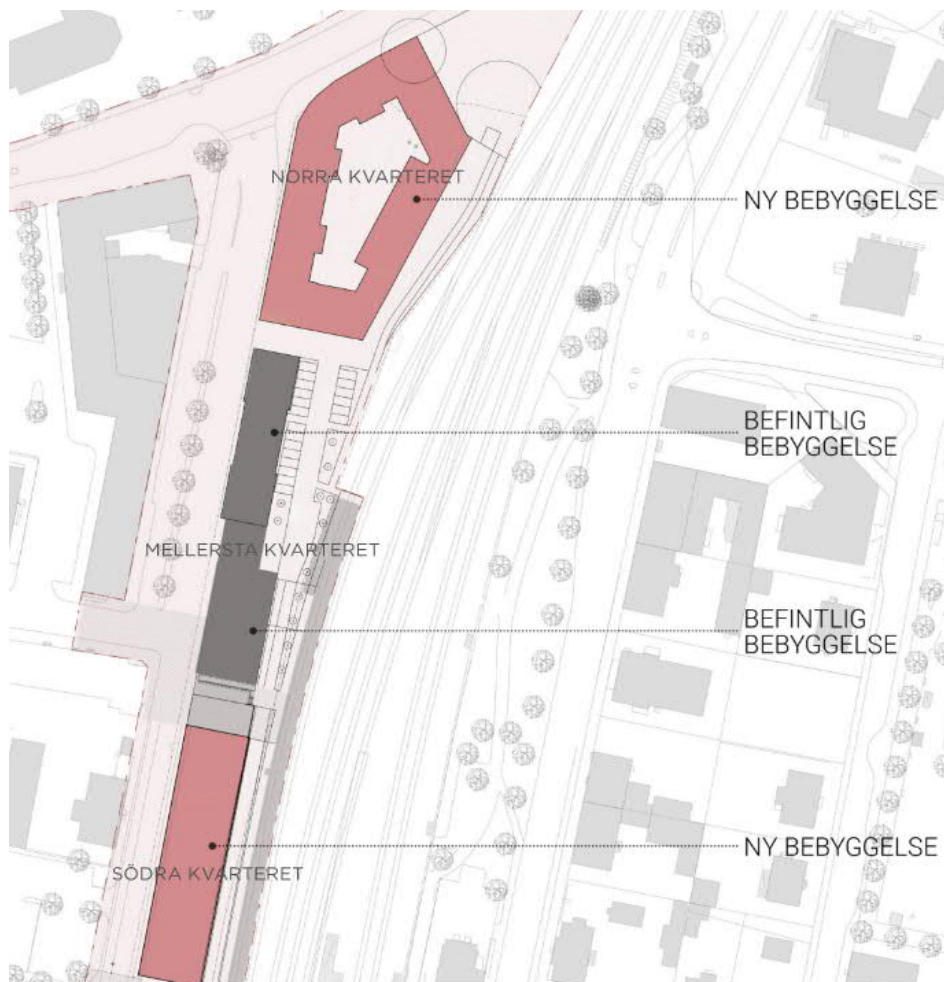


Figur 2. Karta över området med Kvarnområdet markerat i rött.

### 2.2 PLANOMRÅDET

Sedan 2023-06-02 finns relativt detaljerad information angående antalet personer som förväntas befinna sig i området. I Figur 3 redovisas föreslagen kvartersindelning [7].





Figur 3. Kvartersindelning och totalarea för beräkning av persontäthet.

### Norra kvarteret

Enligt förslagsskisser innehåller det norra kvarteret ett bostadshus med en total boarea (BOA) på motsvarande ca 9 600 m<sup>2</sup> och totalt 168 lägenheter [7]. Enligt statistiska centralbyrån är snittantalet boyta per invånare i Sverige 42 kvadratmeter, vilket skulle resultera i ca 230 personer i det norra kvarteret fördelade på 168 lägenheter.

### Mellersta kvarteret

Enligt uppgifter från Hifab<sup>1</sup> är totalt BTA för det mellersta kvarteret 5 750 m<sup>2</sup>. Planeringsförutsättningen är uppskattad fördelning av verksamheter enligt följande: 40 % kontor, 40 % lägenheter och 20 % Handel. Kontor och handel förväntas medföra färre personer närvarande över dygnet som helhet än hotell och bostäder och därför ansätts personantal utifrån BOA. Omvandlingsfaktor från BTA till BOA varierar mellan 0,54 och 0,70 och ett medelvärde på 0,62. Detta ger en BOA på ca 3 600 m<sup>2</sup> och förväntas resultera i ca 85 personer i mellersta kvarteret.

### Södra kvarteret

Enligt uppgifter från Hifab<sup>1</sup> är totalt BTA för det södra kvarteret 4 500 m<sup>2</sup>. Planeringsförutsättningen är uppskattad fördelning av verksamheter enligt följande: 40 % kontor, 40 % lägenheter och 20 % Handel. Enligt motsvarande resonemang som för det mellersta kvarteret medför detta att ca 70 personer förväntas vistas i det södra kvarteret.

<sup>1</sup> Mailkontakt 2023-08-30, Robert Söderberg, Hifab.

## 2.3 INFRASTRUKTUR

I nära anslutning till de planerade byggnaderna löper Södra Stambanan genom Mjölby. Avståndet till nuvarande bebyggelse är ca 10 m, och kommer att inte att minska vid ny byggnation inom området. Det finns inga betydande nivåskillnader mellan planerad byggnation och järnvägen.

Sträckan som passerar planområdet består av sex spår. På järnvägen går såväl persontrafik som godstrafik. Trafiken är uppdelad mellan de olika spåren, där godstrafik i huvudsak förs på spår 1 och 2 (längst ifrån Kvarnområdet).

I Tabell 2 redovisas prognostiserad trafikering på aktuell delsträcka av Södra Stambanan år 2040 [8].

Tabell 2. Antalet person- och godståg på aktuell delsträcka av Södra Stambanan enligt Trafikverkets basprognos för år 2040 [8].

Södra Stambanan	År 2040
Antal persontåg per årsmedeldygn	88
Antal godståg per årsmedeldygn	48

## 2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Persontätheten har uppskattats baserat på befolkningsmängd i och area av Mjölby tätort [9]. Detta ger en genomsnittlig persontäthet på 1572 personer/km<sup>2</sup> inom tätorten. Planerad bebyggelse inom Kvarnområdet medför dock att persontätheten inom planområdet kan förväntas bli högre än genomsnittet. Baserat på ovanstående underlag från arkitekten bedöms ca 385 personer vistas inom området. För att jämföra detta med schablonmässiga antaganden kan en uppskattning av persontätheten inom planområdet baserat på ett antagande att 50 m<sup>2</sup> BTA motsvarar en boende. Detta motsvarar ca 400 boende inom Kvarnområdet, dvs. underlaget från arkitekten och den schablonmässiga uppskattningen är relativt likvärdiga. Dock finns alltid betydande osäkerheter i den typ av uppskattning, därför studeras parametern persontäthet vidare i en känslighetsanalys i avsnitt 4.2.3.

I beräkningarna har persontätheten antagits vara densamma under både dagtid och nattetid, och halva dygnet räknas som dag och andra halvan som natt. Andel personer som befinner sig inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet anges i Tabell 3.

Tabell 3. Fördelning av personer inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet enligt riktvärden från RIKTSAM [3].

Tid på dygnet	Andel inomhus	Andel utomhus
Dagtid (kl. 08-20)	90 %	10 %
Nattetid (kl. 20-08)	99 %	1 %

## 3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

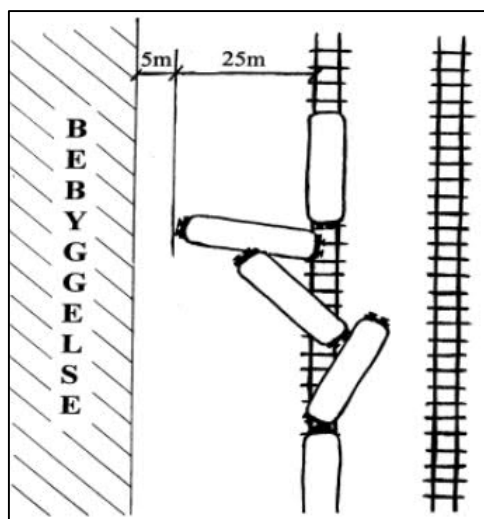
Att bedöma möjlig påverkan på omgivningen innebär, enligt avgränsningarna för denna riskbedömning, att identifiera de risker som är förknippade med järnvägsanläggningen som ligger i direkt anslutning till planområdet. De risker som har identifierats kopplade till Södra Stambanan är:

- Mekanisk påverkan i samband med urspårning.
- Olycka vid transport av farligt gods på järnväg.

### 3.2 MEKANISK PÅVERKAN I SAMBAND MED URSPÅRNING

Den dominerande risken (med avseende på sannolikhet) i anslutning till järnväg är urspårning. Konsekvenserna till följd av urspårning kan omfatta att människor förolyckas, antingen utomhus eller i intilliggande byggnader som påverkas av händelsen. Dock är den vanligaste konsekvensen av en urspårning materiella skador på järnvägsanläggningen och/eller på tåg. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg.

Det finns ett antal kända orsaker som var för sig eller tillsammans kan resultera i en urspårning, såsom växelpassager, kraftiga inbromsningar, spårlägesfel, solkurvor och sabotage. Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna av en urspårning är direkt beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. Urspårningar bedöms generellt ha ett konsekvensområde (med avseende på mekaniska skador) på maximalt cirka 30 meter från spåret, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom [1]. Se vidare i Bilaga B för olika tågtypers beteende vid urspårning.



Figur 4. Urspårningsolycka på järnväg.

### 3.3 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ SÖDRA STAMBANAN

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [10] [11] som har tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade RID-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Bilaga B redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Vid beräkningar av sannolikhet för och konsekvens av en olycka på järnväg utgör antal och typ av tågtransporter per år viktiga ingångsvärden. Statistiken som ligger till grund för de kvantitativa beräkningarna i denna riskbedömning baseras på ett utdrag från Trafikverkets databas LUPP (Leveransuppföljningssystemet). Statistiken innefattar: antal godståg-, antal godståg med farligt gods-, antal vagnar med farligt gods-, antal ton farligt gods- samt mängder av och fördelningen mellan transporterade farligt gods-klasser på Södra Stambanan genom Mjölby C under tidsperioden 2014–2019. Då statistiken utgör konfidentiell information kan den inte redovisas i rapporten.

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se Bilaga C, bedöms följande farligt gods-klasser vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

### 3.4 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på identifierade risker kopplade till farligt gods-transporter samt urspårning, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 4.

Tabell 4. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen	Brandfarlig gas	Giftig gas	Brandfarlig vätska	Oxiderande ämnen	Urspårning
Klass 1	Klass 2.1	Klass 2.3	Klass 3	Klass 5.1	
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion	< 5 m
Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand	5–15 m
Stor explosion	Liten jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand		15–25 m
	Mellan jetflamma				25–30 m
	Stor jetflamma				

## 4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transporter och urspårning på järnvägen genom Mjölby.

### 4.1 VÄRDERINGSKRITERIER

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk [12]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med åtgärder och
- acceptabla

Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.

De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

Det finns två olika mått som brukar användas för att mäta risknivån; individrisk och samhällsrisk. Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmått vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas.

**Individrisk** – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 5) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

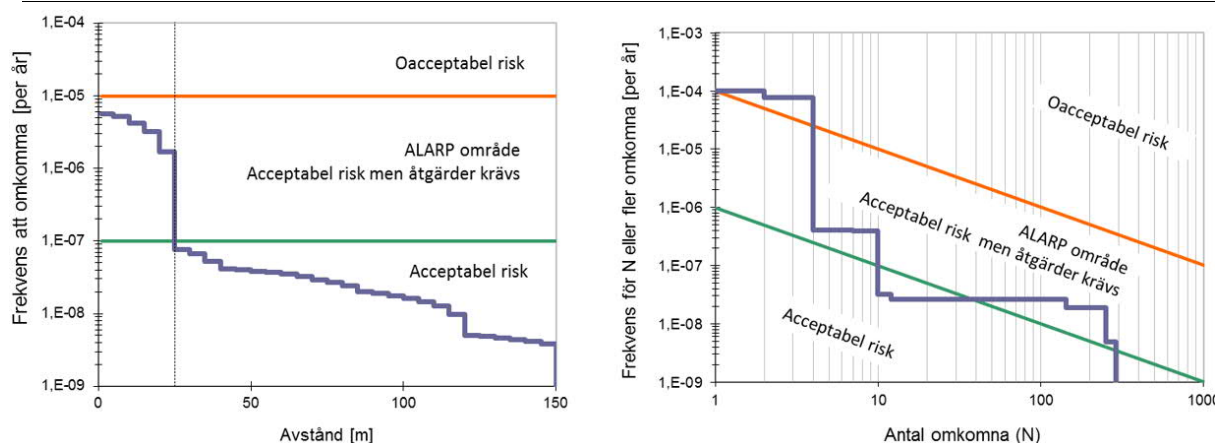
**Samhällsrisk** – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 5) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

I Tabell 5 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk [12] enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterierna återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med grön respektive orange linje i Figur 5.

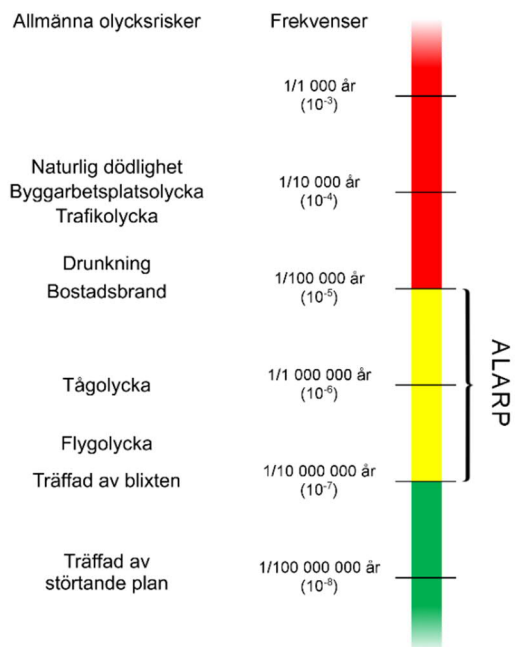
Tabell 5. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

Riskmått	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk
Individrisk	$< 10^{-7}$	$10^{-7}$ till $10^{-5}$	$> 10^{-5}$
Samhällsrisk	$< 10^{-6}$	$10^{-6}$ till $10^{-4}$	$> 10^{-4}$



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [12].

Som jämförelse illustreras i Figur 6 ett antal olycksrisker i samhället.



Figur 6. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området [13].

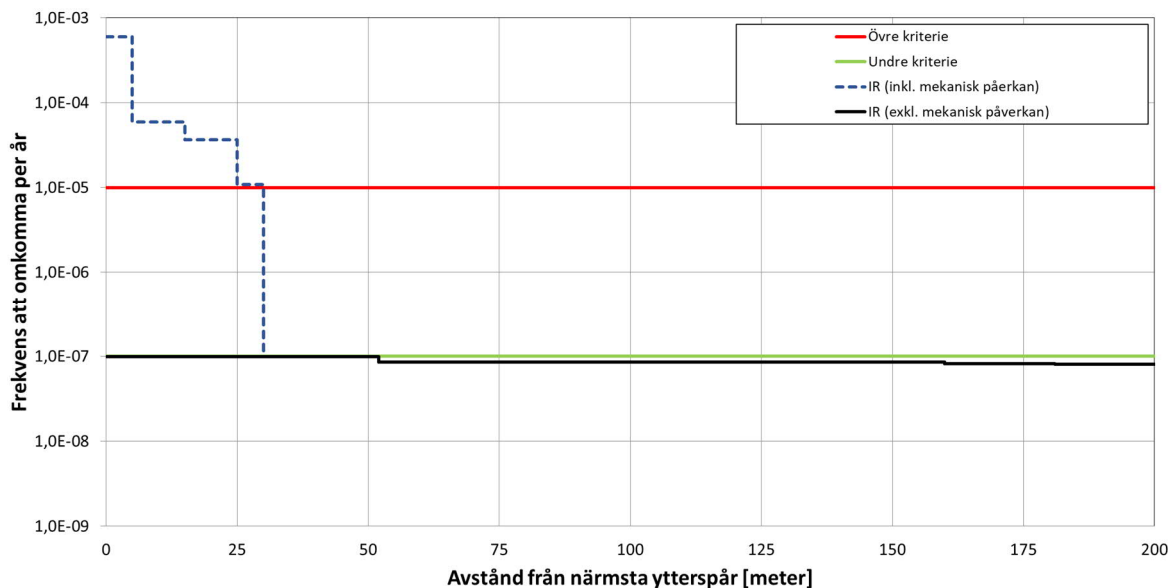


## 4.2 RISKVÄRDERING

I detta avsnitt presenteras individ- och samhällsriskberäkningar samt en känslighetsanalys.

### 4.2.1 Individrisknivå

I Figur 7 illustreras individrisknivån för aktuellt område längs Södra Stambanan. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området.



Figur 7. Individrisknivå utmed Södra Stambanan i Mjölby.

Ur figuren kan utläsas att individrisken är oacceptabel inom 30 m avstånd från närmaste spår (blå streckad linje). Figuren visar att detta beror på mekanisk påverkan och är ett resultat av att urspårningsrisken ger stort utslag på individrisknivån nära järnvägsspår.

På avstånd längre än 30 m från järnvägen har urspårningsrisken inte längre någon påverkan, utan risknivån beror enbart på risker kopplade till farligt gods. Enligt figuren ligger risknivån på gränsen till ALARP-området vid avstånd upp till 30 m och strax under gränsen vid avstånd större än så (svart heldragen linje).

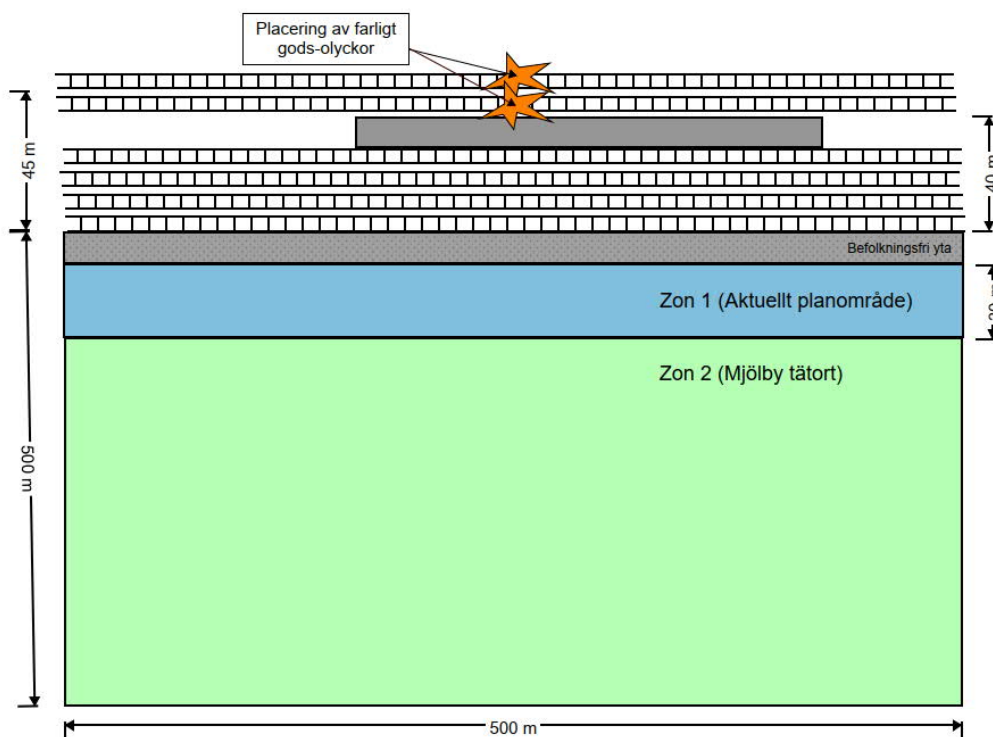
Sammantaget innebär resultatet av individriskberäkningarna att risknivån är oacceptabel inom delar av planområdet om riskreducerande åtgärder för att mildra urspårningsrisken inte vidtas. Förutsatt att någon form av urspårningsskydd vidtas kan individrisken däremot betraktas som acceptabel.

### 4.2.2 Samhällsrisknivå (grupprisk)

Vid beräkningen av samhällsrisknivån har värderingskriterierna anpassats efter området storlek. Samhällsrisknivå beräknas traditionellt sett för ett 1 km<sup>2</sup> stort område med riskkällan, i detta fall Södra Stambanan, placerad i mitten av området. Detta tillvägagångsätt kan dock i vissa situationer anses leda ge missvisande representation av risknivåns läge i förhållande till värderingskriterierna.

Eftersom Kvarnområdet endast utgör en del av det 1 km<sup>2</sup> stora område som beräkningarna baseras på, har följande viktning gjorts:

- Beräkningen görs ensidig eftersom planområdet endast berör området väster om Södra Stambanan.
- Området delas in i zoner enligt Figur 8 för att ta hänsyn till olika persontäthet.



Figur 8. Indelning i zoner i förhållande till riskkällan.

De 10 meterna närmast järnvägen antas vara befolkningsfri zon. Inom Zon 1, som till största del består av planområdet, är persontätheten baserad på uppskattat antal boende inom Kvarnområdet. Det har antagits en boende per 50 m<sup>2</sup> och följaktligen 400 personer inom Kvarnområdet förutsatt 20 000 m<sup>2</sup> BTA<sup>2</sup>. Detta innebär totalt sett att ca 550 personer förväntas bo inom Zon 1. Inom Zon 2 antas persontätheten motsvara genomsnittet för Mjölby tätort.

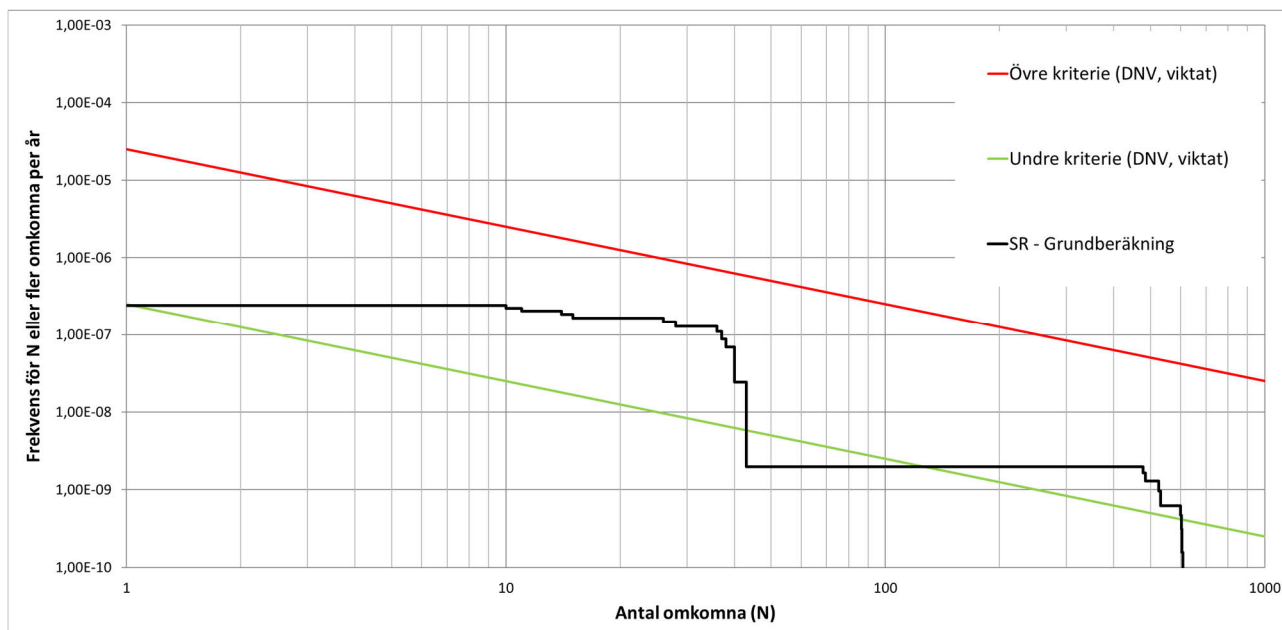
I beräkningarna appliceras skyddsfaktorer vid inomhusvistelse och följande skyddsåtgärder inom planområdet förutsätts i enlighet med länsstyrelsens krav:

- Urspårningsskydd (perrong och skyddsbarriär på övrig sträcka)
- Obrännbar fasad eller EI30, fönster i EW 30
- Friskluftsintag placeras på oexponerad sida bort från järnvägen
- Möjlighet att utrymma bort från järnvägen ska säkerställas

Skyddseffekterna motiveras i Bilaga D och riskreducerande åtgärder beskrivs mer omfattande i kapitel 5.

I Figur 9 illustreras samhällsrisknivån för det aktuella området längs Södra Stambanan under ovan angivna förutsättningar. De snedställda linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området.

<sup>2</sup> Enligt uppgifter från planarkitekt på Mjölby kommun, 2020-10-05



Figur 9. Diagram med grundberäkning av samhällsrisk.

Ur figuren kan utläsas att samhällsrisknivån till största del ligger inom ALARP-området, även om skyddsåtgärder vidtas. Detta beror dels på den höga persontätheten som förväntas till följd av planerad bebyggelse, dels på att beräkningen är konservativ genom att anta samma höga persontäthet längs med hela den beräknade sträckan (1 kilometer). Därtill påverkar naturligtvis planområdets omedelbara närhet till järnvägen risknivån.

### 4.2.3 Känslighetsanalys

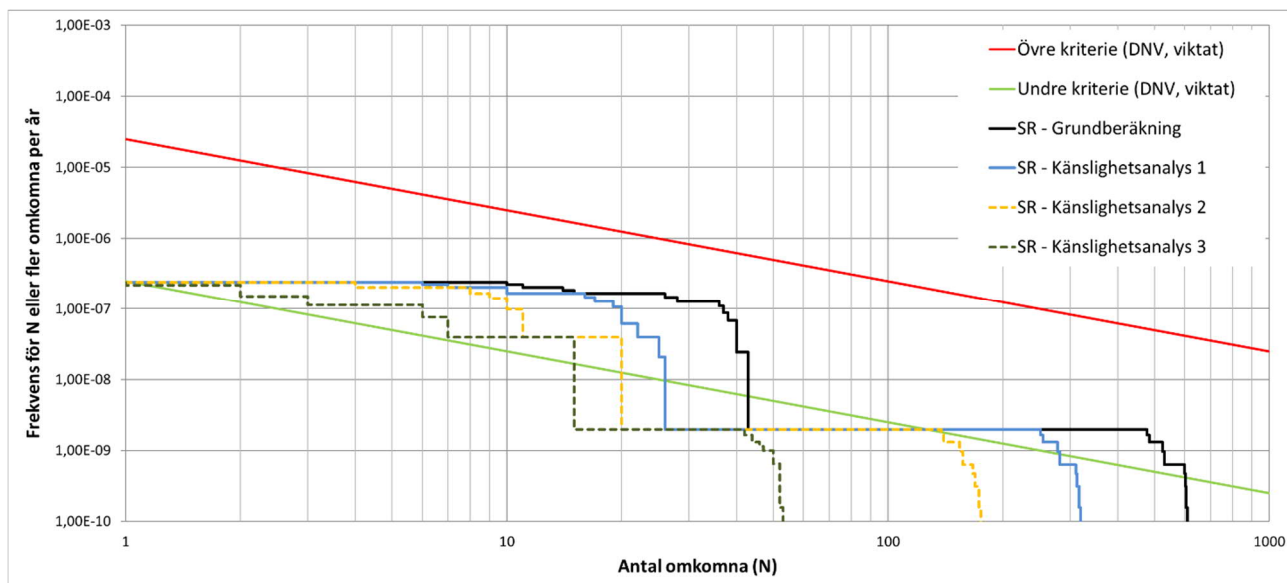
Genom att göra en känslighetsanalys undersöks resultatets robusthet. I känslighetsanalysen varierar värden på parametrar som präglas av osäkerheter för att studera hur resultatet påverkas av förändringar i ingångsdata. I denna riskbedömning har uppskattad persontäthet bedömts vara en sådan parameter.

I grundberäkningen är uppskattningen av persontätheten inom Zon 1 uppskattad baserat på antal personer som förväntas bo inom Kvarnområdet. För grundberäkningen anges att 550 personer förväntas befinna sig inom Kvarnområdet. För Zon 2 är befolkningstätheten uppskattad till 1 572 människor per km<sup>2</sup> baserat på genomsnittlig befolkningstäthet inom Mjölby tätort för samtliga fall.

I känslighetsanalyserna varierar antal personer inom Zon 1 enligt följande:

- Känslighetsanalys 1: I denna beräkning har antal i Kvarnområdet ansatts till 300 personer.
- Känslighetsanalys 2: I denna beräkning har antal i Kvarnområdet ansatts till 150 personer.
- Känslighetsanalys 3: I denna beräkning antas persontätheten inom Zon 1 motsvara den för Mjölby tätort. Dvs. persontätheten inom både Zon 1 och 2 är ansatt till 1 572 personer/km<sup>2</sup>. Jämförelsevis medför detta antagande ca 20 boende inom Zon 1.

I Figur 10 visas resultatet för grundberäkningen jämfört med känslighetsanalyserna.



Figur 10. Uppskattad samhällsriskenivå beroende på antalet boende inom planområdet.

Resultatet visar att samhällsrisken påverkas av persontätheten inom Zon 1 i relativt stor utsträckning. Medan delar av kurvan för grundberäkningen ligger högt inom ALARP-området kan en risknivå som ligger lågt inom ALARP-området erhållas genom att reducera persontätheten till ungefär en tredjedel av den i grundberäkningen. En slutsats som kan dras av känslighetsanalysen är att antalet personer som planerad bebyggelse inom Kvarnområdet inrymmer är en faktor som kan ha stor påverkan på risknivån.

Baserat på ovanstående ska också konstateras att grundberäkningen och känslighetsanalys 1 framför allt är mycket konservativa. Vid en omräkning till personer/km<sup>2</sup> för dessa värden (550 och 300 personer) så överstiger dessa värden i princip befolkningen i Mjölby tätort. Däremot är det viktigt, som ovan konstateras, att ha förståelse för att antalet personer som planen omfattar påverkar risknivån signifikant. Vidare är det relevant att bedöma hur fördelningen av människor sker över dygnet. Ovanstående tar exempelvis inte hänsyn till att antalet personer som vistas hemma dagtid varierar mellan 50-70 %, jämfört med ovan antagna 90 % (en konservativ ansats). Beaktas detta bedöms samhällsrisckurvan återfinnas mellan grundberäkningen och känslighetsanalys 1.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån inte bedöms som acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [14], vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas.

Åtgärderna kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar.

I detta kapitel beskrivs de åtgärder som ska vidtas enligt länsstyrelsens krav och övriga riskreducerande åtgärder diskuteras.

### 5.1 LÄNSSTYRELSENS RIKTLINJE

Stockholms länsstyrelses riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods anger att det intill primära transportleder för farligt gods och järnvägar ska finnas ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på *minst* 25 meter. Inom 30 meter ska åtgärder säkerställas genom planbestämmelser [15].

För markanvändningen bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) gäller att:

- Glas<sup>3</sup> ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

För markanvändningen bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S), kontor (K), drivmedelsförsörjning (G), industri (J) och verksamheter (Z) gäller att:

- Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst i brandteknisk klass EI 30.
- Friskluftsintag ska riktas bort från järnvägen.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från järnvägen på ett säkert sätt.

Vid markanvändningen industri (J) och verksamheter (Z) finns det möjlighet att göra avsteg från skyddsåtgärderna om glas, fasader och friskluftsintag. Detta gäller endast för lagerlokaler, där det tydligt framgår att det sällan kommer att vistas människor [15].

#### 5.1.1 Byggnadstekniskt brandskydd

Obrännbara fasadmateriel och takyttskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnaden, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmateriel för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. Genom att utforma ytterväggar inom 30 meter från väg i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30 görs bedömning att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand eller

---

<sup>3</sup> Glaspartier i fasad och dörrar som vetter mot transportleden.

jetflamma reduceras på ett tillfredsställande sätt. Observera att brandklassade väggar kan utformas med brännbara material och ytskikt. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas. Åtgärden kan regleras med detaljplan och bör då införas som funktionsbaserad bestämmelse, eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.

Brandskyddsklassade fönster innebär en viss kostnadsskillnad mot vanliga fönster. Jämfört med fönster som inte är brandskyddsklassade kan fönster i klass EW 30 förväntas vara 20-50% dyrare.

### 5.1.2 Placering av friskluftsintag

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras högt på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen för personer som vistas inomhus vid utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar. Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad.

Om åtgärden beaktas i ett tidigt skede medför den inga extra kostnader.

### 5.1.3 Utrymningsmöjligheter

Åtgärden innebär att möjligheten att utrymma byggnaden bort från riskkällan säkerställs i projekteringen och kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad.

Om åtgärden beaktas i ett tidigt skede medför den inga extra kostnader.

## 5.2 ÖVRIGA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

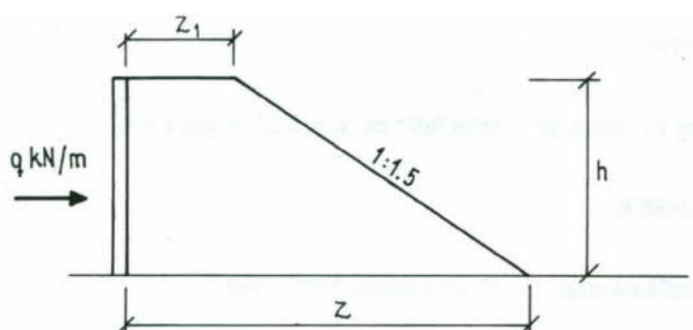
Ytterligare riskreducerande åtgärder som bör vidtas är en barriär, motsvarande den perrong som ska byggas mellan järnvägen och delar av planområdet, samt markanvändning och disponering av byggnader.

### 5.2.1 Barriär

Genom att skapa en barriär mellan farligt gods-led och bebyggelse upprättas ett hinder som har en direkt påverkan på vilka konsekvenser som kan uppstå vid närliggande bebyggelse i händelse av en olycka. En typ av barriär är den perrong som ska byggas mellan järnvägen och bebyggelse inom Kvarnområdet. Enligt planerad bebyggelse kommer perrongen att skydda en större del av planområdet från mekanisk påverkan i händelse av urspårning, men bebyggelsen längst norr ut omfattas inte av detta skydd. Det förslås därför en förlängning av perrongen eller att någon annan typ av barriär upprättas mellan resterande del av planerad bebyggelse och järnvägen. Sträckan där det finns behov av en barriär är ca 90 meter lång.

En vall av jordmassor är ett exempel på en fysisk barriär. För att vallen ska ge ett effektivt skydd krävs det att den har erforderliga dimensioner. En skyddsvall mycket nära järnväg bör ha dimensionerna  $h = 2,5$  m,  $z_1 = 2,25$  m och  $z = 6,0$  m enligt Figur 11 [16].





Figur 11. Formning av skyddsvall.

Kostnaden för vällen beror på mängden jordmassor som behövs. Om jordmassor från schaktarbeten inom planområdet kan användas till vällen har det en positiv effekt på kostnadsbilden, men om stora mängder jordmassor måste transporteras till området blir åtgärden naturligtvis mer kostsam. En vall är dock skrymmande och eftersom utrymmet mellan järnvägen och planerad bebyggelse är så pass litet är det inte säkert att en vall får plats, men detta beror på hur byggnaderna placeras inom planområdet.

En stödmur har liknande riskreducerande effekt som en vall och väljs ofta som alternativ i de fall utrymmet mellan riskkälla och planområde inte är tillräckligt för en vall. En kostnadsuppskattning är att en stödmur kostar ca. 15–20 000 kr per meter och för detaljplanen som högst skulle innebära en total kostnad på 1,8 Mkr.

Det finns även andra typer av barriärer som inte kan regleras i detaljplan och därmed inte tas upp här. Skyddsral är ett exempel på en åtgärd som fungerar som urspårningsskydd men som inte kan regleras i detaljplanen.

### 5.2.2 Markanvändning och disponering av planområdet

Vid projektering av byggnader inom Kvarnområdet bör, utöver placering av friskluftsintag och utrymningsvägar, även andra säkerhetshöjande faktorer beaktas. Vilken typ av verksamhet som ska finnas inom Kvarnområdet är en aspekt som påverkar riskbilden. Känsliga verksamheter som förskolor, skolor och vård bör.

Disponering av planområdet bör generellt planeras på ett sådant vis att personintensiv verksamhet placeras så långt från järnvägen som möjligt. Likaså bör platser som uppmuntrar till stadigvarande utomhusvistelse, som exempelvis lekplats eller grillplats, vara väster om byggnader eller på en innergård. Balkonger bör inte förekomma på fasader som vetter mot järnvägen.

#### Hotellverksamhet

Då hotellverksamhet bedöms som intressant ur exploateringshänseende sker nedan en bedömning av förutsättningar för detta ur ett riskhanteringsperspektiv.

Denna riskbedömning utgår från en probabilistisk modell och Stockholm länsstyrelses riktlinjer saknar kriterier för vilka probabilistiska risknivåer som kan anses vara tolerabla. Länsstyrelsen i Skåne län har tagit fram *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods* (RIKTSAM) [3]. RIKTSAM är den enda riktlinjen i Sverige som ger riktlinjer för vilka probabilistiska risknivåer som kan anses vara tolerabla och föreslår tre vägledningsnivåer för att säkerställa att tillfredsställande och jämförbar säkerhet åstadkoms i samhällsplaneringen och anger riktlinjer för vad som kan bedömas vara tolerabel individ- och samhällsrisknivå utifrån probabilistiska kriterier.

RIKTSAM anger i detta fall att exploatering av hotellverksamhet bör kunna ske i det fall den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger  $10^{-7}$  per år samt att samhällsrisken understiger  $10^{-5}$  per år där  $N=1$  och  $10^{-7}$  per år där  $N=100$ . Detta medför i praktiken att samhällsrisken bör vara i den nedre halvan av ALARP-området för att hotellverksamhet ska kunna anses tolerabel ur ett riskhänseende.

I det aktuella fallet beräknas individrisken för planområdet understiga  $10^{-7}$  per år givet att tidigare föreslagna riskreducerande åtgärder införlivas och samhällsrisken beräknas vara i nedre halvan av ALARP (observera att samhällsrisken i Figur 10 är justerad för en halv kvadratkilometer). I detta fall ska dock möjliga åtgärder till riskreduktion övervägas eftersom samhällsrisken inte ligger inom acceptabla nivåer.

De risker som främst bedöms vara drivande för samhällsrisken är olyckor med brandfarlig gas, exempelvis jetflamma, samt olyckor med giftig gas.

Hotellgäster kan till skillnad från individer i bostadshus inte förväntas ha god lokalkännedom. Byggnaderna planeras ha samma antal våningsplan och då beläggningen kommer att variera för hotellverksamheten bedöms inte hotell medföra ett större personantal än för ett flerbostadshus av samma storlek. För att säkerställa att individer inte utrymmer mot spårområdet rekommenderas att huvudentré till hotell bör placeras i riktning bort från spårområdet, även om mindre entrédörrar kan placeras mot spårområdet.

Något som bedöms positivt är att hotell, som tillhör verksamhetsklass 4, enligt Boverkets byggregler ska utformas med brand- och utrymningslarm, vilket gör att tidig detektion och varseblivning möjliggörs. Det är även möjligt att i en hotellverksamhet utforma brandklassade fönster som ej öppningsbara för att minska risker förknippade med giftig gas eller brandgaser. Det rekommenderas även möjlighet till central avstängning av ventilationssystemets tilluft via receptionen, för att förhindra att giftig gas eller brandgas sprids in i byggnaden.

Befintliga byggnader är utförda med fasad i obrännbart material. För att ytterligare öka skyddet för hotellverksamhet rekommenderas därför att fasad mot spår utformas i brandteknisk klass EI 30 och obrännbart material, samt att fönster till hotellrum ej är öppningsbara förutom med nyckel eller annat verktyg.

## 6 DISKUSSION

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Osäkerheter som påverkar resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom området,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas. Vad gäller personantal inom området användes flera scenarier i en känslighetsanalys för att visa på hur de antaganden som har gjorts påverkar samhällsrisknivån. Då samhällsrisknivån beräknas för ett område större än Kvarnområdet är det mycket konservativt att enbart använda persontätheten som baseras på antal boende inom Kvarnområdet. Detta eftersom det medför att om denna persontäthet omräknas till personer/km<sup>2</sup> så överstiger denna siffra för Zon 1 antalet invånare i hela Mjölby tätort. I den känslighetsanalys som antar lägst persontäthet antas den inom Kvarnområdet istället motsvara genomsnittet inom Mjölby tätort. Med avseende på planerad markanvändning med femvåningshus är inte heller det scenariot fullt ut representativt, då Kvarnområdet kommer bidra till en högre persontäthet än snittet i Mjölby. Det scenario som bäst representerar verkligheten medför sannolikt en samhällsrisk som ligger någonstans mellan dessa två ytterligheter. Oavsett bedöms det troligt att samhällsrisknivån kommer att ligga, åtminstone delvis, inom ALARP-området.

Då flertalet riskreducerande åtgärder är föreslagna, inklusive de som Länsstyrelsen föreskriver, bedöms kommunen ha gjort vad som bedöms rimligt för att begränsa konsekvenserna av olycka vid järnvägen. Därtill ska konstateras att godstrafiken befinner sig på ett större avstånd än de 30 meter som Länsstyrelsen anger som krav för åtgärder. Dock bör disponeringen av planområdet ta hänsyn till persontätheten. Att exploatera Kvarnområdet innebär att närliggande områden inom lika korta avstånd från järnvägen med största sannolikhet inte kan exploateras. Om sådana föreslag föreslås i framtida stadsutveckling måste hänsyn tas till exploateringen av Kvarnområdet och denna riskbedömning. Vidare ska konstateras att exploateringen av Kvarnområdet innebär en upprustning av befintligt område som med stor sannolikhet kommer medföra en ökad trygghet i området, avstånden till pendling blir obefintliga vilket har en positiv påverkan på miljön. Detta sammantaget medför att det bedöms finnas en samhällsnytta med exploateringen av Kvarnområdet, som möjliggör en exploatering av området. Denna samhällsnytta bedöms inte finnas på motsvarande vis för övriga områden lika nära järnvägen.

Givet föreslagna åtgärder, givet den bedömda samhällsnyttan anses det i denna riskbedömning möjligt att gå vidare med planerna för Kvarnområdet. Genom att beakta persontätheten i disponeringen av planområdet bedöms det möjligt att planera för centrumverksamhet, bostäder och hotellverksamhet.

## 7 SLUTSATSER

En kvantitativ riskbedömning har genomförts där samhällsrisk och individrisk beräknas. Det föreslås att följande riskreducerande åtgärder vidtas:

- Skyddsbarriär mellan planområdet och järnvägen
- Glaspartier som vetter mot järnvägen ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster till hotellrum utförs som endast öppningsbara med nyckel eller annat verktyg.
- Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst i brandteknisk klass EI 30.
- Friskluftsintag ska riktas bort från järnvägen och vid hotellverksamhet ska möjlighet till central avstängning av tilluft finnas.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från järnvägen på ett säkert sätt.

Riskbedömningen visar att individrisken, förutsatt att en barriär upprättas utmed hela planområdets östra sida, är acceptabel. Barriären kommer till största del bestå av en ny perrong, men behöver också kompletteras med en vall eller stödmur. Att individrisken kan accepteras innebär att verksamhet kan accepteras i Kvarnområdet, men inte på hur personintensiv denna verksamhet kan vara.

Samhällsrisken för Kvarnområdet bedöms kunna ligga delvis inom ALARP-området. Det rekommenderas att en avvägning om vilken typ av verksamhet som ska finnas inom Kvarnområdet görs, och vad det innebär för persontätheten, eftersom känslighetsanalysen visar att persontäthet är en faktor som har signifikant påverkan på samhällsriskenivån.

Givet föreslagna åtgärder, givet den bedömda samhällsnyttan anses det i denna riskbedömning möjligt att gå vidare med exploateringsplanerna för Kvarnområdet.

# BILAGA A. METOD FÖR RISKHANTERING

Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

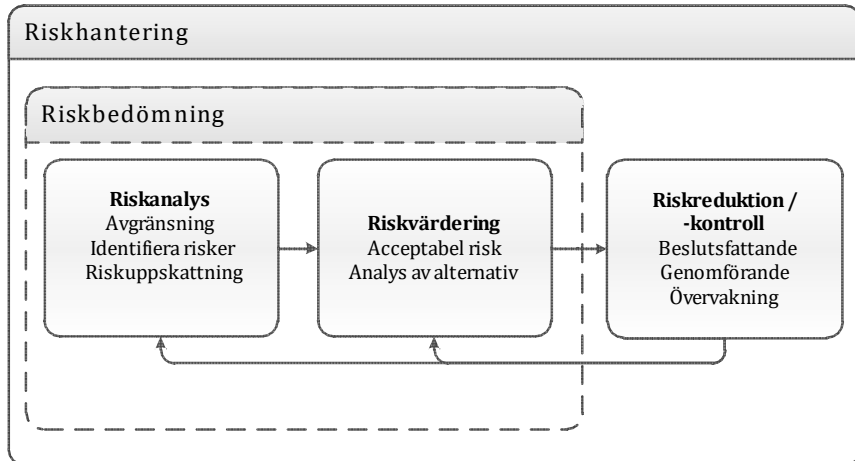
## A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [17] [18], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 12.

Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 12. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

## A.2. RISKANALYSMETODER

### A.2.1 Kvalitativa metoder

I kvalitativa metoder används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall utan, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra [19].

### A.2.2 Semi-kvantitativa metoder

De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna, och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ. En riskmatris är ett exempel på ett semi-kvantitativt verktyg [19].

Riskmatriser är vanligt förekommande riskhanteringsverktyg och de kan vara av både kvalitativ och kvantitativ karaktär, se Figur 13. En riskmatris gör det möjligt att grovt rangordna olika skadehändelseers risknivåer. De skadehändelser som finns i matrisens övre högra hörn, d.v.s. de händelser som har hög sannolikhet och allvarliga konsekvenser, utgör stora risker som bör reduceras omedelbart. De skadehändelser som återfinns i matrisens nedre vänstra hörn utgör mindre allvarliga eller obetydliga risker som troligen inte behöver åtgärdas. Nivån på de risker som accepteras bör naturligtvis stämma överens med myndigheters och företagets eller organisationens övergripande nivå för acceptabla risker, om sådana finns formulerade [20].

		<b>Sannolikhet</b>						
<b>Kvalitativt</b>	<b>Kvantitativt</b>	<b>Värde</b>						
Sannolik	> 1 gång/ år	<b>5</b>						
Mycket trolig	1 gång/ 1-10 år	<b>4</b>						
Trolig	1 gång/ 10-100 år	<b>3</b>						
Sällsynt	1 gång/ 100-1000 år	<b>2</b>						
Osannolik	< 1 gång/ 1000 år	<b>1</b>						
		<b>Värde</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Konsekvens</b>



<b>Kvantitativt</b>	Över- gående lindriga skador	Enstaka skadade, varaktiga obehag	Enstaka svårt skadade, svåra obehag	Enstaka döda eller svårt skadade	Några döda eller svårt skadade	<b>Liv och hälsa</b>
<b>Kvalitativt</b>	Obetydlig	Mindre	Stor	Allvarlig	Mycket allvarlig	

Figur 13. Exempel på en semi-kvantitativ riskmatris [21].

### A.2.3 Kvantitativa metoder

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [22].

## BILAGA B. FREKVENSBERÄKNINGAR

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats och bedömts kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [23]. Därefter används händelseträdsmetodik för att bedöma frekvenserna för de scenarier som kan få konsekvensen att minst en person skadas allvarligt eller omkommer. Det bör påpekas att det är frekvensen för järnvägsolycka (antal olyckor per år) och inte sannolikheten som skattas med denna modell.

### B.1. SANNOLIKHET FÖR URSPÅRNING

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

- Den studerade sträckans längd (km) som bestäms av den sträcka på vilken en olycka kan påverka planområdet. Studerad sträcka är i detta fall 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/dygn) är cirka 136.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/dygn), vilket är cirka 1 600.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar på den studerade sträckan uppgår till 2 st.
- Antal plankorsningar på den studerade sträckan uppgår till 0 st.

#### B.1.1 Urspåring

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspåring av tåg redovisas i Tabell 6 [23]:

Tabell 6. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspåring.

Identifierade olyckstyper för urspåring	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Växel sliten, trasig	$5,00 \cdot 10^{-9}$	antal tågpassager
Växel ur kontroll	$7,00 \cdot 10^{-8}$	antal tågpassager
<b>Vagnfel</b>		
Persontåg	$9,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg, annat)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm

#### B.1.2 Sammanstötningar

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant [23] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

### B.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet finns inga plankorsningar.

### B.1.4 Växling och rangering

I höjd med planområdet finns två växelpassager, men ingen rangering förekommer.

### B.1.5 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

$$\text{Urspåringsfrekvens (per år)} \cdot \frac{\text{Godståg (st)}}{\text{Totalt antal tåg (st)}} = \text{Frekvens, godstågsolycka (per år)}$$

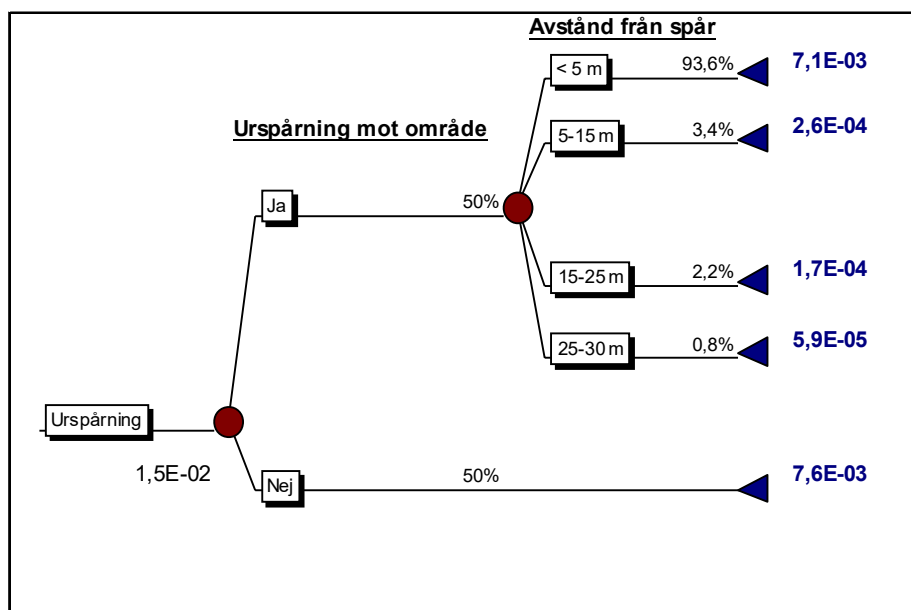
### B.1.6 Avstånd från spårmittpunkt för urspårade vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 7 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spårmittpunkt som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar (65 % persontåg och 35 % godståg) [23].

Tabell 7. Avstånd från spårmittpunkt (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spårmittpunkt	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spårmittpunkt vid urspårning är mycket liten [24]. Enligt Tabell 7 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspåringsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 14.



Figur 14. Händelsetråd med sannolikheter för urspårningar.

## B.2. JÄRNVÄGSOLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [10] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 8 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 8. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [10].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [25].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

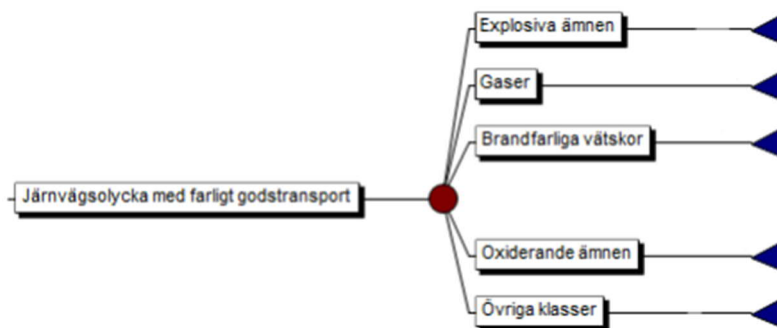
RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [26]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [27]. Om farligt gods-vagnar antas utgöra X% av det totala antalet godsvagnar blir sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods:

$$1-(1-X)^{3,5}$$

I händelseträdet, se Figur 15, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella farligt gods-klasser inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass.



Figur 15. Händelsetråd med sannolikhet för olycka med farligt gods.

## B.3. OLYCKSSCENARIER – HÄNDELSETRÄDSMETODIK

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik. Observera att siffrorna som används i händelseträden inte gäller för detta projekt, på grund av sekretessbelagd information, utan endast syftar till att exemplifiera hur händelseträdsmetodiken fungerar.

### B.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Inom EU är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras på väg 16 ton, och små mängder begränsas till 50-100 kg. Dock tillåts större mängder på järnväg, varför 25 ton antagits som maximal transportmängd.

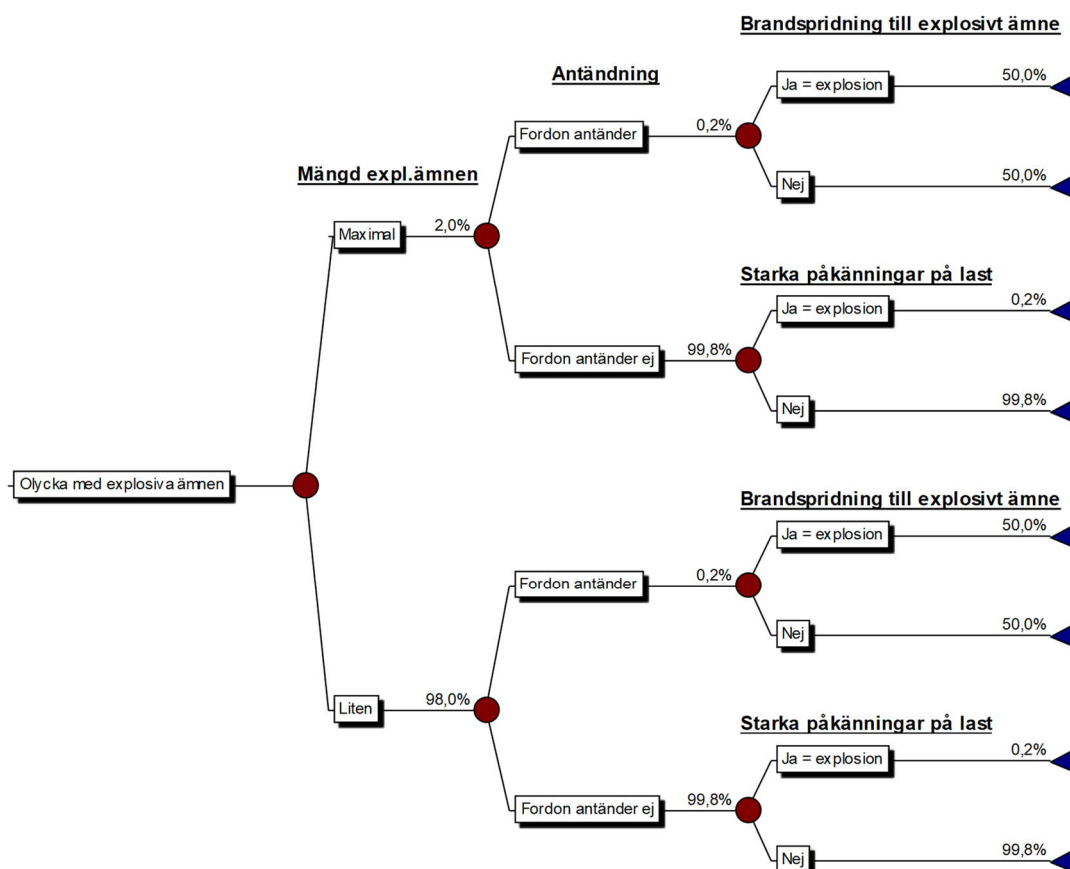
Transport av RID-S klass 1 på järnväg förekommer i väldigt liten mängd. RID-S klass 1 utgjorde under tidsperioden 2006-2010 endast 0,015 % av den totala transportmängden farligt gods i Sverige som helhet [28]. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels av företagsmässiga och dels av säkerhetsmässiga skäl. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg utfördes endast tre transporter med klass 1 i Sverige under hela 2011. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transporterna på mer än 500 kg explosivt ämne [29].

En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas i beräkningarna förenklat utgöra mindre laster om 150 kg.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora, d.v.s. om lasten utsätts för en stöt. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen ska förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 %, vilket är hälften av motsvarande sannolikhet för vägolycka [30] [31]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [32].

Med stöt avses sådan stöt som har den intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [33]. Till skillnad från i fallet med brand så saknas kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. Som ett jämförelsevärde att förhålla sig till anger HMSO [34] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 16 redovisas möjliga scenarier.



Figur 16 Händelsesträd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

### B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [35], antas 87 % av transporterna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 13 % antas vara giftiga gaser.

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 1 % i båda fallen [23]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot, BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion), är mycket ovanligt och kan endast inträffa om vagnen saknar säkerhetsventil och tanken utsätts för en omfattande brand. En BLEVE kan då uppkomma om tanken utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

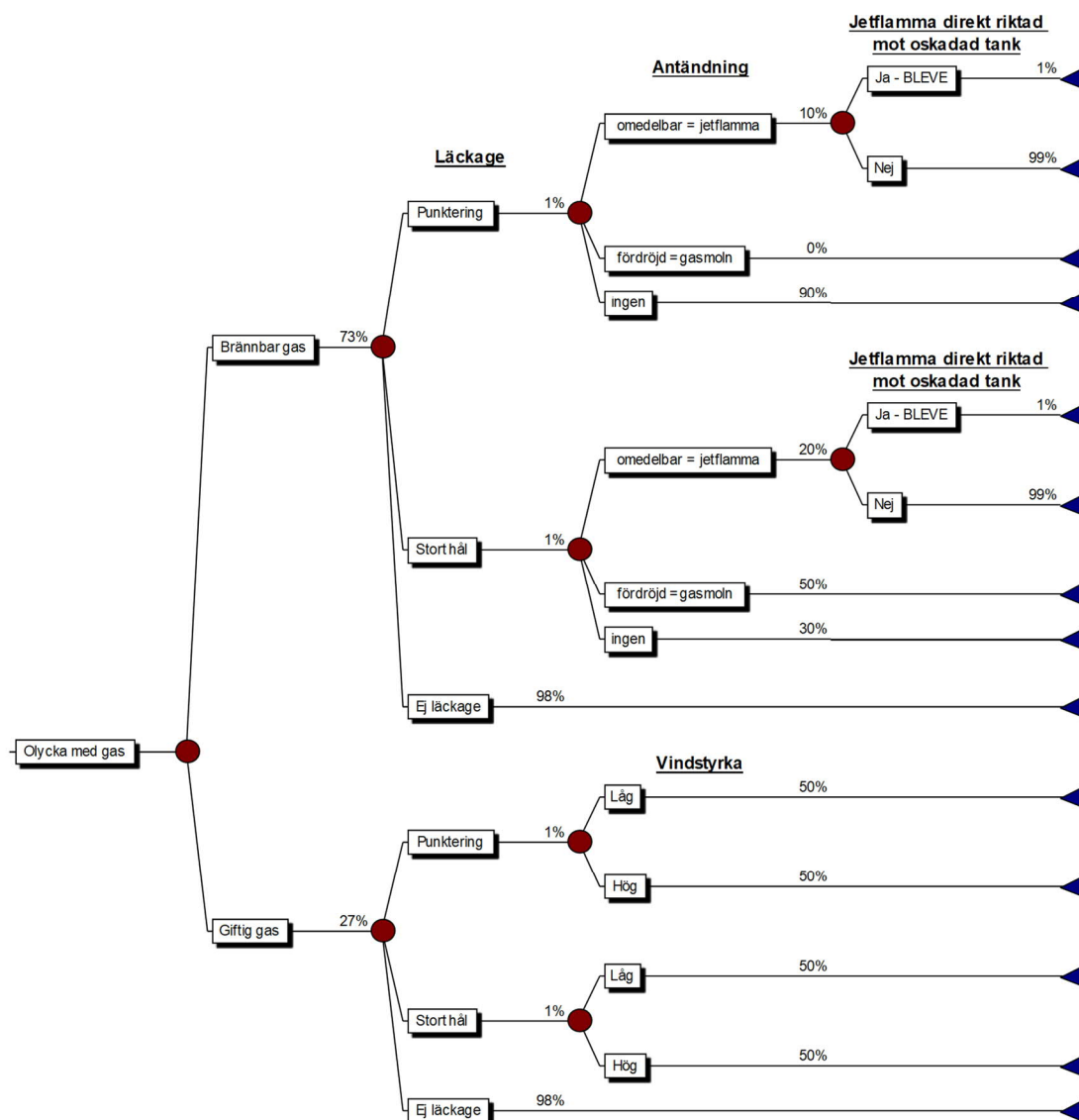
För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [36] för:

- omedelbar antändning (jetflamma): 10 %
- fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- ingen antändning: 90 %



För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 20 %, 50 % och 30 % [36]. En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten. Konservativt ansätts 1 %.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s) med lika stor sannolikhet. I Figur 17 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

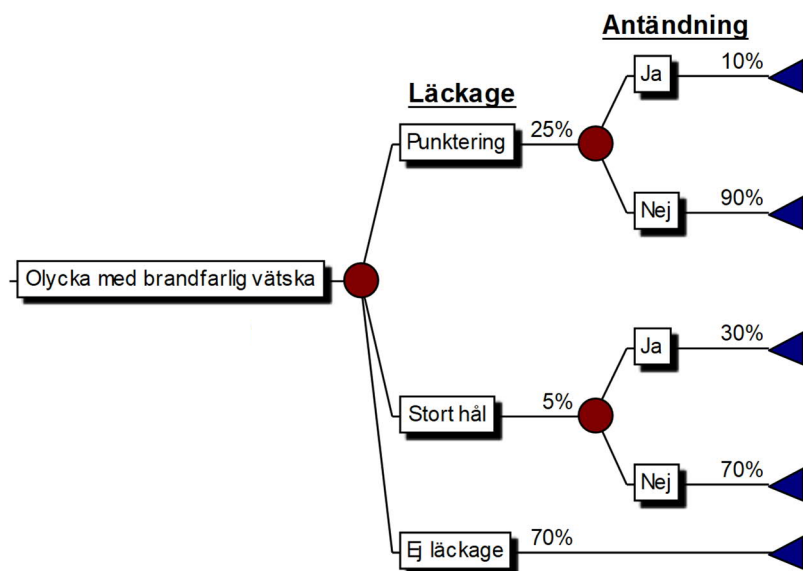


Figur 17. Händelseträdd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

### B.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 % [23]. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg ska antändas antas vara 10 % respektive 30 % [23]. I Figur 18 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt om underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material, vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 18. Händelseträ för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

### B.3.4 RID-S-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

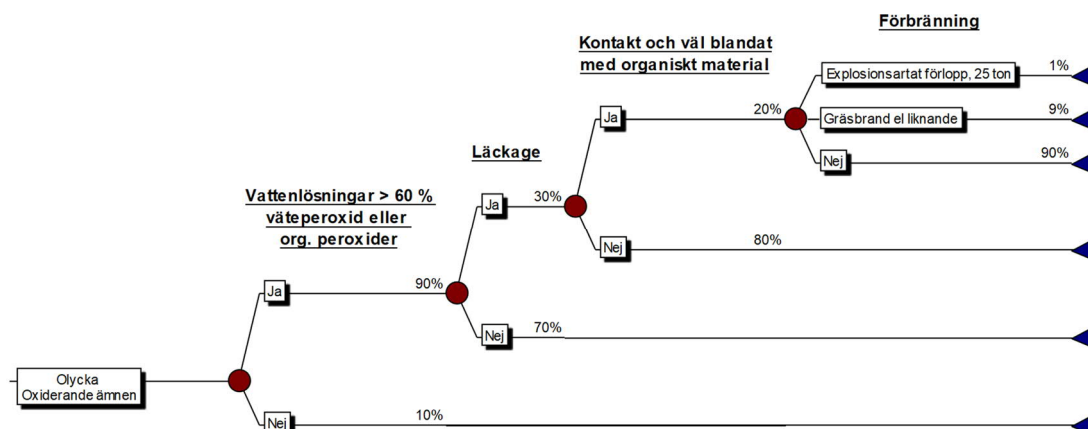
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. Vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp och detsamma gäller för organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

Vissa organiska peroxider är så känsliga att de endast får transporteras under temperaturkontrollerade förhållanden. Dessa ämnen får ej transporteras på järnväg enligt RID.

Transportstatistik [28] anger att 93 % av transportererna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transportererna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (se ovan i avsnitt B.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 1 % [32]. Givet att blandning skett antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. 10 % av fallen då blandningen antänt antas gå till detonation, medan resterande 90 % antas utvecklas till en kraftig brand. I Figur 19 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 19. Händelseträdet för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

## B.4. ANPASSNING AV SANNOLIKHETEN AVSEENDE KONSEKVENSAVSTÅND

För individriskberäkningarna görs en frekvensreducering med avseende på att vissa scenarier har konsekvensavstånd som inte sträcker sig över hela den studerade sträckan. En specifik plats drabbas bara av olyckans konsekvenser om den inträffar på en viss sträcka i närheten. Längden på denna sträcka antas vara det uppskattade konsekvensavståndet multiplicerat med en faktor 2. Detta värde dividerat med den totala studerade sträckan ger därmed en frekvensreduktionsfaktor för respektive scenario.

Även för samhällriskberäkning anpassad till planområdet tillämpas en typ av frekvensanpassning. Konsekvenserna i antal döda uppskattas utifrån att olyckan inträffar så att konsekvenserna riktas mot planområdet (exempelvis att jetflamman eller utsläppet är riktat mot planområdet). Därför kan frekvensen i samhällriskberäkning anpassad till planområdet halveras då jetflamman (med flera) som är riktade bort från planområdet inte ska bidra till grupprisken för planområdet. Förfarandet bedöms vara konservativt, då vissa scenarier har ett spridningsområde (andel av cirkulärt område) som är mindre än 50 % - vilket de i praktiken nu får. För olycksscenarioer med cirkulärt konsekvensområde (ex. explosioner) görs ingen sådan reduktion.

## BILAGA C. KONSEKVENSBERÄKNINGAR

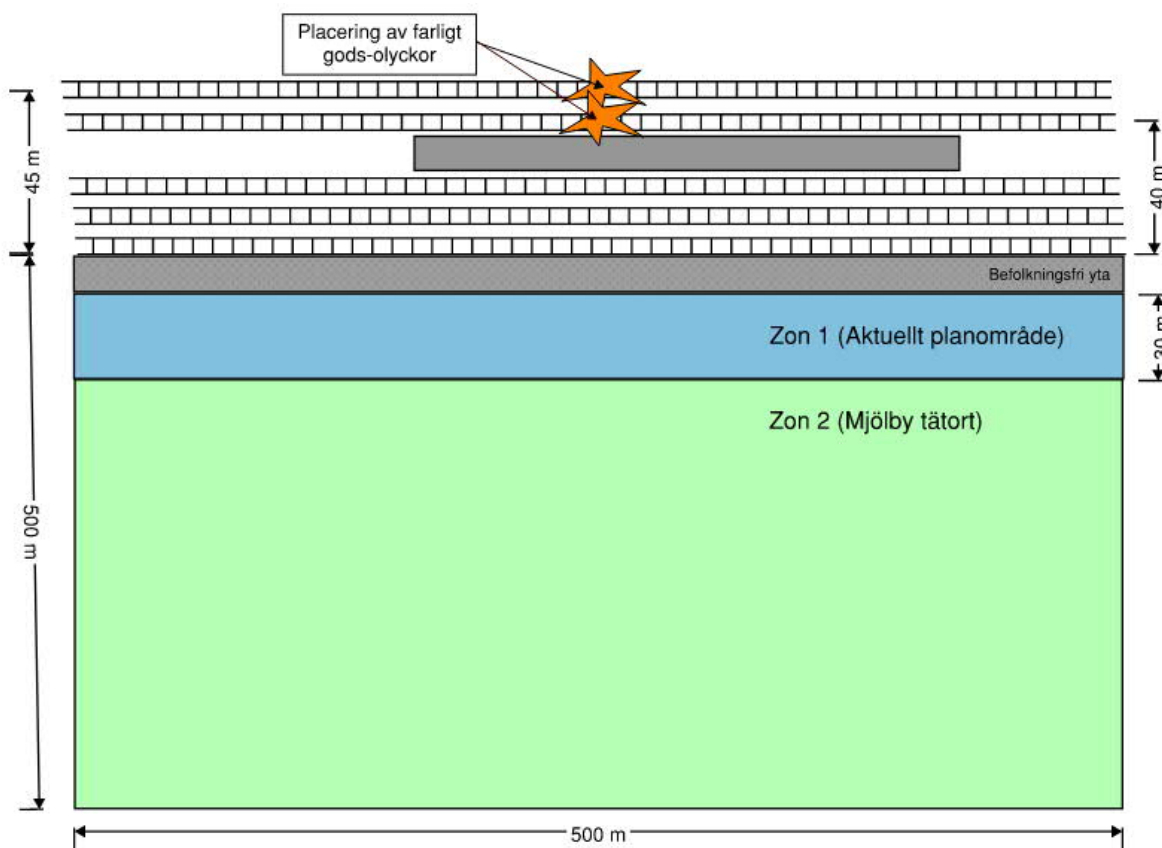
De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

Alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har beräknats utifrån att olyckan inträffar mitt på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspårning har dock de urspårande vagnarnas avstånd från spårmittpunkt beaktats.

### C.1. PERSONTÄTHET

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring järnvägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer.

Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor enligt *Figur 20*.



*Figur 20. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.*

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast spår. Detta antagande är grovt varför en befolkningsfri yta baserad på avståndet till järnväg ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalet inom detta område subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsriskberäkningarna.

För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmålet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

## C.2. MEKANISK SKADA VID URSPÅRNING

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25-30 m, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom.

## C.3. UPPSKATTADE KONSEKVENSER FÖR OLYCKOR MED FARLIGT GODS

Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt gods-klasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för de scenarier som beskrivs i Bilaga B. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

### C.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [37].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [38]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammantaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % omkomma.
- Inom det område där trycket uppgår till 20-180 kPa antas 20 % omkomma.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [39] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, beräknats för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 9. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 9. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av RID-S klass 1 gods. Explosionen antas vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ kPa
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Stor explosion	25 000 kg	74 meter	221 meter

### C.3.2 **RID-S-klass 2 – Gaser**

Gaser indelas i brännbara, inerta och giftiga. Det är endast de brännbara (RID-S-klass 2.1) och giftiga gaserna (RID-S-klass 2.3) som antas kunna innebära dödliga konsekvenser för omgivningen vid olycka.

#### **Brännbar gas, RID-S-klass 2.1**

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Mängden gas i en järnvägsvagn antas till cirka 40 ton [40].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [41]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [42], dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet.

För värmestrålning antas en rimlig kritisk nivå där människor förväntas omkomma vara 15 kW/m<sup>2</sup> (vilket orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering).

De indata som använts i *Gasol* för att simulera konsekvensområden för jetflamma och gasmoln presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmmingskoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläktat utåt)
- Tankdiameter: 2,5 m (jvg)
- Tanklängd: 19 m (jvg)
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4\*designtrycket
- Lufttryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 10 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 10. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.

Scenario	Källstyrka	Antändning	Konsekvensavstånd
BLEVE	-	-	Cirkulärt 200 m radie
Punktering	2,4 kg/s	Jetflamma	18 m
		Gasmoln	18 m
Stort hål	60 kg/s	Jetflamma	91 m
		Gasmoln	21 m

### Giftig gas, RID-S-klass 2.3

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid. Med simuleringsprogrammet *Spridning luft* [43] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC<sub>50</sub><sup>4</sup>) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [43]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [43].

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. *Spridning luft* visar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning, se Tabell 11.

De indata som använts i *Spridning luft* för att simulera konsekvensområden för utsläpp av giftig gas presenteras nedan. Vindstyrkan kommer att varieras från 3-8 m/s och simuleringar kommer att göras med olika stora utsläppsmängder, men i övrigt hålls faktorerna konstanta:

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 000 kg)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: vår, dag och klart

Tabell 11. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

Scenario	Källstyrka	Vindstyrka	Konsekvensavstånd
Punktering	0,45 kg/s	3 m/s	38 m
		8 m/s	34 m
Stort hål	112 kg/s	3 m/s	755 m
		8 m/s	880 m

### C.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>, vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [41].

<sup>4</sup> Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.



Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensen. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank cirka 45 ton bensen. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack, och därför är sannolikheten för att all bensen läcker ut mycket liten. Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas, vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m<sup>2</sup> pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m<sup>2</sup> pöl.

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp [44].

I Tabell 12 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika stora pölbränder. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen, eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över ett relativt stort område beroende på topografi med eventuella diken osv. I detta fall antas konservativt att pölen bredds ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 12. Skadedrabat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradie	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
Liten pölbrand bensen (100 m <sup>2</sup> )	5,6 m	17 m	22 m
Stor pölbrand bensen (400 m <sup>2</sup> )	11 m	29 m	40 m

### C.3.4 RID-S-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Vid olycka med oxiderande ämne antas personer i omgivningen kunna omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ger upphov till förbränning. Förbränning antas leda till explosionsartade förlopp alternativt till kraftiga bränder i vegetation eller liknande i banvallens närhet.

Vid transport kan en vagn med 25 ton gods av RID-S-klass 5 vid urspårning kollidera med en vagn innehållande någon form av brännbart ämne som t.ex. bensen. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton masseexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med masseexplosiva varor [32], se vidare avsnitt B.3.1.

Om det utläckande godset inte exploderar utan istället fungerar brandunderstödjande och bidrar till vegetationsbrand eller liknande antas att konsekvensområdet blir liknande det för stor pölbrand enligt avsnitt B.3.3.

Tabell 13. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Avstånd till dödliga förhållanden
Explosion 25 ton	250 m
Gräsbrand etc.	40 m

## C.4. UPPSKATTNING AV ANTAL OMKOMNA I RESPEKTIVE SCENARIO

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt avsnitt B.3, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt avsnitt C.3, med den persontäthet som antagits i området, enligt avsnitt C.1.

Samtliga personer inom den area som utsätts för dödliga konsekvenser antas omkomma i grundberäkningen.

## BILAGA D. SKYDDSEFFEKTER

Vid beräkningar av samhällsriskerna har skyddsfaktorer vid inomhusvistelse använts. Skyddsgraderna bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar och internationella vägledningar så som CPR 18E [45]. I nedanstående tabell och efterföljande stycken ges mer ingående motiveringar av ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse.

### Sammanställning skyddseffekter:

Tabell 14. Ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse för respektive Zon när samhällsriskerna beräknas. En skyddsgrad på exempelvis 90 % innebär att individerna som befinner sig inom konsekvensområdet och inomhus antas ha en 90 % mindre sannolikhet att omkomma till följd av olyckan jämfört med individer som vistas utomhus inom samma konsekvensområde.

Olycksscenario	Skyddsgrad inom Zon 1 vid inomhusvistelse	Skyddsgrad inom Zon 2 vid inomhusvistelse
Stora explosionslaster (>1500 kg)	0 %	75 %
Mellanstora till mindre explosionslaster (<1500–150 kg)	0 %	100 %
Utsläpp av brandfarliga gaser (jetflammar, gasmoln)	50%	100 %
Pölbränder	90 %	100 %
Utsläpp av brandfarliga gaser (BLEVE)	50 %	75 %
Utsläpp av giftiga gaser	50 %	95 %

### Explosioner:

Tryckvågor från större explosionslaster kan medföra omfattande skador på byggnader belägna långt ifrån olyckans centrum. Människor som befinner sig inomhus bedöms delvis bara skyddade från direkt tryckpåverkan men kan förolyckas om delar av byggnaden rasar. Den sammanhängande bebyggelsen inom Zon 1 bedöms avskärma den bakomliggande bebyggelsen inom Zon 2 från tryckpåverkan. Ingen skyddsgrad appliceras vid inomhusvistelse inom Zon 1 med avseende på explosioner. Vid inomhusvistelse inom Zon 2 antas den avskärmade effekten av framförvarande bebyggelse innebära en skyddsfaktor på 75 %.

### Olycksscenarier med brännbara gaser:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från jetflammar. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. Gasmolnsexplosioner kan utöver strålningspåverkan även medföra tryckskador på omgivningen. Skyddsgraden vid inomhusvistelse inom Zon 1 med avseende på olycksscenarier med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 50 %. Inom Zon 2 antas skyddsfaktorn vid inomhusvistelse uppgå till 100 % med hänsyn till den framförvarande och sammanhängande bebyggelsen inom Zon 1.

### BLEVE:

En BLEVE förväntas inte uppstå förrän efter cirka en halv till en timmes extern brandpåverkan på tanken. Fullskaliga tester har visat att oisolerade tankar med säkerhetsventiler kan klara 25 min av kraftig yttre upphettning innan en BLEVE inträffar [46]. Om tanken är värmeisolerad ökar den tiden till

kring 90 minuter [46]. Vid BLEVE av en lagringstank med brandfarlig gas uppstår både tryck- och strålningspåverkan mot omgivningen. Strålningspåverkan bedöms dock utgöra den dimensionerande skadeeffekten med avseende på potentiellt konsekvensavstånd. Människor som befinner sig inomhus antas vara skyddade från den utfallande strålningen men skulle kunna förolyckas om delar av byggnadskroppen rasar. Möjligheten att hinna utrymma riskområdet bedöms även vara relativt god då olycksscenarioet inte inträffar momentant. Skyddsfaktorn vid en BLEVE vid inomhusvistelse inom ansätts till 50 % inom Zon 1 och 75 % inom Zon 2.

#### **Utsläpp av giftig gas:**

I CPR 18E bedöms individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas [47]. För byggnader som ligger i direkt anslutning till transportleden och olycksplatsen bedöms dock föregående antagande underskatta konsekvensen baserat på erfarenhet av liknande fall. Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse avseende utsläpp av giftig gas antas inom Zon 1 endast uppgå till 50 %. Skyddsgraden vid inomhusvistelse inom Zon 2 med avseende på utsläpp av giftig gas antas uppgå till 95 %.

#### **Pölbränder:**

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från pölbränder. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. I beräkningarna ansätts en 90 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse inom Zon 1 med avseende på olycksscenarioer som medför pölbrand.

## BILAGA E. REFERENSER

- [1] Länsstyrelsens i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [2] Länsstyrelsen Stockholm, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*, 2016.
- [3] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [4] WSP Sverige AB, "PM: Kvarnområdet 1 och 6," 2018.
- [5] WSP Sverige AB, "Fördjupad riskbedömning för översiktsplan Svartå Strand, Mjölby," 2012.
- [6] Mjölby kommun, *Riskutredningar: Avstämning Kvarnområdet och Svartå Strand*, 2020.
- [7] Hifab, Winell Jern och Archus, "Gestaltningprogram 2023-06-02," Hifab, Winell Jern och Archus, Mjölby, 2023.
- [8] Trafikverket, *Trafikuppgifter järnväg T18 och bullerprognos 2040.xlsx: Hämtad via <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>*, Trafikverket, 2018.
- [9] SCB, "Tätorter 2015; befolkning 2010–2018, landareal, andel som överlappas av fritidshusområden," [Online]. Available: [www.scb.se/MI0810](http://www.scb.se/MI0810). [Använd 28 03 2019].
- [10] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [11] MSB, *MSBFS (2016:9) föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S)*, 2016.
- [12] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [13] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hannalds län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [14] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [15] Länsstyrelsen Stockholm, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (Fakta 2016:6)*, Länsstyrelsen Stockholm, 2016.
- [16] Banverket Region Syd, *Dubbelspårsutbyggnad Kävlinge-Lund Konsekvenser och skyddsåtgärder vid urspårning eller kollision*, Lund: Bärande Konstruktioner, Lunds Tekniska Högskola, 1996.
- [17] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [18] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [19] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.

- [20] Räddningsverket, *Handbok för riskanalys*, Karlstad: Räddningsverket, 2003.
- [21] J. Nilsson, *Introduktion till riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
- [22] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [23] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [24] Banverket och Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2004.
- [25] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [26] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [27] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [28] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [29] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [30] SIKI, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [31] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [32] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [33] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [34] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [35] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [36] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [37] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [38] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [39] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [40] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [41] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [42] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".

- [43] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
- [44] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.
- [45] CPR 18E, Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book', 1999.
- [46] W. Townsend, "Comparison of thermally coated and uninsulated rail tank cars filled with LPG subjected to a fire environment.," U.S. Department of Transportation, federal railroad administration, Washington, 1974.
- [47] Advisory Council on Dangerous Substances , "Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E," Ministry of Transport (NL), 2005.
- [48] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.





UPPDRAGSNAMN  
Riskutredning Kvarnområdet 1 och 6 i Mjölby

UPPDRAGSNUMMER  
10305683

FÖRFATTARE  
Martin Linge, Cecilia Nordenö, Olov Holmstedt Jönsson

DATUM  
2023-10-05

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](https://wsp.com)

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](https://wsp.com)

