

ALVESTA KOMMUN

# RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN VIADUKTEN 5, ALVESTA

2022-11-23



# Riskbedömning för detaljplan

## Viadukten 5, Alvesta

### KUND

**Alvesta kommun**

### KONSULT

#### **WSP Sverige AB**

211 11 Malmö

Besök: Jungmansgatan 10

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

**wsp.com**

### KONTAKTPERSONER

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

Katarina Herrström, [katarina.herrstrom@wsp.com](mailto:katarina.herrstrom@wsp.com)

Anton Petersson, [anton.petersson@wsp.com](mailto:anton.petersson@wsp.com)

#### **Alvesta kommun**

Sofie von Elern, [sofie.von.elern@alvesta.se](mailto:sofie.von.elern@alvesta.se)

#### PROJEKT

Riskbedömning för detaljplan

#### UPPDRAGSNAMN

Viadukten 5

#### UPPDRAGSNUMMER

10347086

#### FÖRFATTARE

Anton Petersson

#### DATUM

2022-11-23

#### GRANSKAD AV

Gustav Nilsson

#### GODKÄND AV

Katarina Herrström

## Sammanfattning

WSP har av Alvesta kommun fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning i samband med ändring av detaljplan för fastigheten Viadukten 5 i Alvesta. Inom fastigheten ska möjligheten till att upprätta byggnad för mataffär utredas. Befintlig byggnad rivs och intilliggande väg flyttas i samband med ändringen. Ca 50 meter från planområdet ligger spårområdet vid Alvesta station där Södra stambanan och Kust-till-kustbanan möts.

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 utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på åtgärder.

Resultaten av riskbedömningen visar att riskreducerande åtgärder behöver beaktas. Följande åtgärder bedöms vara skäligen att vidta:

- Friskluftsintag inom planområdet ska placeras högt upp vända bort från järnvägen.
- Utrymningsmöjligheter ska finnas i riktning bort från järnvägen för att personer ska kunna utrymma bort från eventuell olycka.

Med dessa åtgärder vidtagna bedömer WSP att risknivån kan värderas som acceptabel.

# 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	9
2.3	SÖDRA STAMBANAN	11
2.4	KUST-TILL-KUSTBANAN	11
2.5	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	11
<b>3</b>	<b>RISKIDENTIFIERING</b>	<b>14</b>
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	14
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG	14
3.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	15
<b>4</b>	<b>RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING</b>	<b>16</b>
4.1	INDIVIDRISKNIVÅ	18
4.2	SAMHÄLLSRISKNIVÅ	19
4.3	KÄNSLIGHETSANALYS	20
<b>5</b>	<b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b>	<b>21</b>
5.1	PLACERING AV FRISKLUFTSINTAG	21
5.2	CENTRALSTYRD VENTILATION <b>FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.</b>	
5.3	BYGGNADSUTFORMNING <b>FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.</b>	
5.4	UTRYMNINGSMÖJLIGHET	21
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>22</b>
<b>BILAGA A.</b>	<b>METOD FÖR RISKHANTERING</b>	<b>23</b>
<b>BILAGA B.</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR</b>	<b>24</b>
<b>BILAGA C.</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR</b>	<b>33</b>
<b>BILAGA D.</b>	<b>SKYDDSEFFEKTER</b>	<b>39</b>
<b>BILAGA E.</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>42</b>

# 1 INLEDNING

WSP har av Alvesta kommun fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning i samband med ändring av detaljplan för fastigheten Viadukten 5 i Alvesta. Inom fastigheten ska möjligheten till att upprätta byggnad för mataffär utredas. Befintlig byggnad rivs och intilliggande väg flyttas i samband med ändringen. Öster om fastigheten går Södra stambanan och Kust-till-kustbanan ihop på spårområdet vid Alvesta station, där transport av farligt gods sker. Kortaste avstånd mellan exploateringsbar yta och farligt gods-leden på spårområdet är ca 50 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.

Målet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på åtgärder.

## 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 samt transport av farligt gods på Södra stambanan och Kust-till-kustbanan där de möts vid Alvesta station. 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.

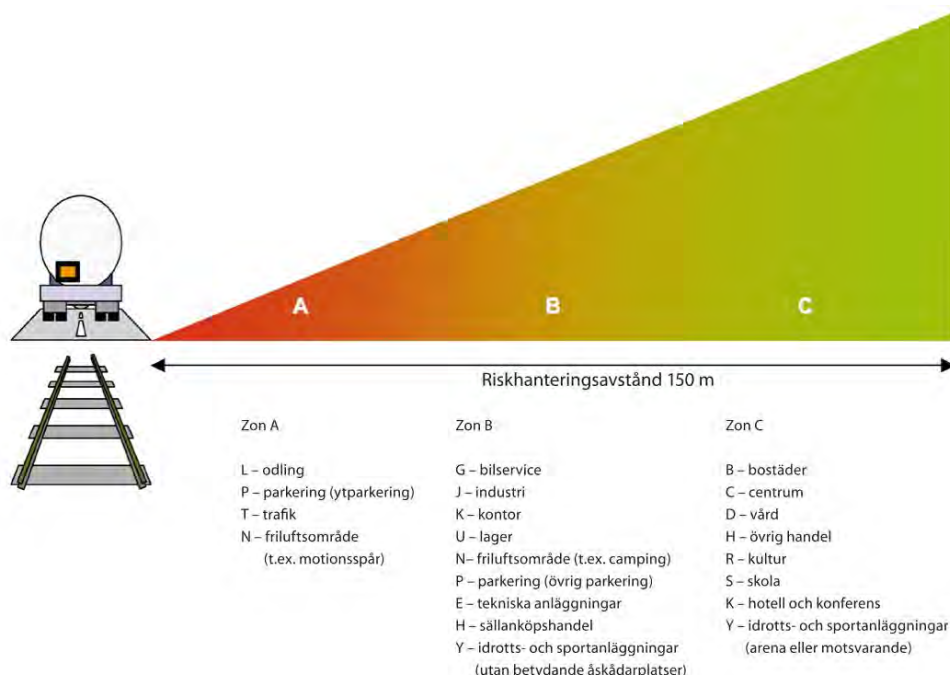
*Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)*

*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

Banverket (numera Trafikverket) har tillsammans med Räddningsverket (numera MSB) gett ut skriften *Säkra järnvägstransporter av farligt gods* [1]. I den förtydligas att Banverket delar den syn på riskhantering som Länsstyrelserna i Skånes, Stockholms och Västra Götalands län presenterar i *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [2]. Alvesta kommun har uppgett att det inte finns några särskilda riktlinjer att ta hänsyn till avseende riskhantering i den fysiska planeringen. Därför används nedanstående generellt hållna riktlinjer för att bestämma geografisk avgränsning för arbetet.

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument *Riskhantering i detaljplaneprocessen* anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [2].

## 1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras huvudsakligen på följande underlag:

- Översiktskarta över fastigheten [3]
- Preliminär detaljplan [4]
- Skiss på situationsplan [5]
- Trafikprognos för 2040 [6]

## 1.6 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Anton Petersson (Brandingenjör/Civilingenjör i Riskhantering) med Katarina Herrström (Brandingenjör/Civilingenjör i Riskhantering) 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 Gustav Nilsson (Brandingenjör/Civilingenjör i Riskhantering).

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

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

### 2.1 OMGIVNING

Figur 2 visar hur omgivningen ser ut runt planområdet.



Figur 2. Omgivning runt planområde, med Södra stambanan och Kust-till-kustbanan utmärkt.

Planområdet ligger mitt i Alvesta, nordöst om tågstationen. Norr om planområdet ligger främst småindustrier och ett skogsområde. I väster ligger tätbebyggelse i form av centrumverksamhet, bostäder och skolor m.m. I öster ligger ytterligare bostäder och i söder ett mindre antal bostäder, parkeringsplatser och sjön Salen. Södra stambanan löper i sydvästlig-nordostlig riktning förbi planområdet och Kust-till-kustbanan svänger runt planområdet, vilket framgår av Figur 2.



## 2.2 PLANOMRÅDET

Planområdet är ca 11 000 m<sup>2</sup> stort och är idag planlagt för småindustri och bostäder. Den nuvarande utformningen och exploateringsområdet visas på i Figur 3.



Figur 3: Planområdets nuvarande utformning med exploateringsområdet utmärkt [3].

Figur 4 visar planområdets planerade utformning.



Figur 4. Den planerade utformningen på situationsplanen [5]. Avståndet mellan planområdet och spårområdet där farligt gods passerar uppgår till ca 50 meter.

På planområdet ska detaljhandel i form av mataffär inrättas. I samband med att den befintliga byggnaden rivs och den nya byggs ska även Snickaregatan flyttas för att ge plats åt den nya kundparkeringen.

## 2.3 SÖDRA STAMBANAN

Södra stambanan är en dubbelspårig elektrifierad järnväg som sträcker sig mellan Katrineholm och Malmö via bland annat Hässleholm och Alvesta. Södra stambanan är i nuläget en av de mest trafikerade järnvägssträckorna i Sverige och nyttjas både för person- och godstransporter. I Tabell 1 redovisas det nuvarande samt det prognostiserade trafikflödet på Södra stambanan delsträckan Nässjö - Alvesta horisontår 2040 [7]. Största tillåtna hastighet (STH) på majoriteten av den delsträcka som ligger inom utredningsområdet uppgår till 70 km/h [8].

Tabell 1. Nuvarande samt prognostiserat trafikflöde på Södra stambanan delsträcka Nässjö - Alvesta.

Södra stambanan (Nässjö – Alvesta)	Nuläge	År 2040
Persontåg per årsmedeldygn	57	72
Godståg per årsmedeldygn	65	52

## 2.4 KUST-TILL-KUSTBANAN

Kust-till-kustbanan är en företrädesvis enkelspårig järnväg som sträcker sig mellan Göteborg och Kalmar via bland annat Alvesta. Järnvägen nyttjas för både person- och godstransporter. I Tabell 2 redovisas det nuvarande samt det prognostiserade trafikflödet på Kust-till-kustbanan delsträckan Alvesta - Växjö horisontår 2040 [7].

Tabell 2. Nuvarande samt prognostiserat trafikflöde på Kust till kustbanan delsträcka Alvesta – Växjö.

Kust till kustbanan (Alvesta – Växjö)	Nuläge	År 2040
Persontåg per årsmedeldygn	87	93
Godståg per årsmedeldygn	2	2

## 2.5 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Invånarantalet i Alvesta kommun uppgick år 2020 till 20 244. Av dessa var 9 255, dvs. cirka 46 % av kommunens totala invånarantal, bosatta inom Alvesta tätort [9]. Tätortens areal uppgick år 2020 till 649 hektar vilket medför en generell befolkningstäthet på 1 430 personer/km<sup>2</sup> inom tätorten. Enligt kommunens befolkningsprognos förväntas invånarantalet i kommunen öka med 1 500 fram till horisontår 2030 vilket motsvarar en årlig befolkningstillväxt på drygt 0,8 % [10]. Antaget att den årliga befolkningsökningen är densamma fram till 2040 skulle invånarantalet uppgå till drygt 23 700 personer. Givet att tätortsarealen och den procentuella fördelningen mellan Alvesta och övriga kommunen är oförändrad blir befolkningstätheten i Alvesta tätort horisontår 2040 ca 1680 personer/km<sup>2</sup>. Denna persontäthet bedöms vara representativ planområdet, då det ligger mitt i centrala Alvesta och det bedöms rimligt att ta hänsyn till den prognosticerade befolkningstätheten, då den påverkar samhällsrisiknivån.

I Figur 5 redovisas den modell som har använts vid uppskattningen av samhällsrisiknivån till följd av järnvägstrafiken på spårområdet. Närmst järnvägen antas en befolkningsfri yta, se avsnitt 3.2.



Figur 5. Modell för uppskattning av samhällsrisknivå.

I Tabell 3 redovisas bredden av respektive zon i beräkningsmodellen samt ansatt persontäthet. Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda inom respektive zon samt att en viss andel av dessa personer vistas inomhus när olyckan inträffar enligt värdena i Tabell 4.

Tabell 3. Bredd och ansatt persontäthet inom respektive zon i beräkningsmodellen för Södra stambanan.

Zon	Avstånd från järnväg (början av zon-slutet på zon) (m)	Persontäthet dagtid (pers/km <sup>2</sup> )	Persontäthet nattetid (pers/km <sup>2</sup> )
1	50–130	2500	625
2	130–500	1680	1680

Persontätheten i zon 1 är uppskattad från vilka verksamheter som finns i zonen, samt uppgifter om personantalet på Viadukten 5 [11]. Personantalet i den planerade mataffären har av beställaren angetts till 100 eller 150 personer. För den här beräkningen ansätts personantalet till 100 personer. Känslighetsanalys genomförs för att utreda samhällsrisken då 150 personer finns i lokalen, se avsnitt 4.3. Zon 1 innefattar till största delen i övrigt av parkeringsplatser och småindustrier. Vid ett givet tillfälle bedöms personantalet i zonen uppgå till 200 personer dagtid, vilket motsvarar en persontäthet på 2500 personer/km<sup>2</sup>. Nattetid ansätts personantalet till 25 % av personantalet dagtid. Personantalet i zon 2 hämtas från den generella befolkningstätheten i Alvesta, uppskattad enligt ovan. Andelen personer som vistas inom- eller utomhus beroende på tidpunkt visas i Tabell 4.

Tabell 4. Andel personer som ansatts befinna sig inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet.

Tid på dygnet	Andel inomhus	Andel utomhus
Dagtid (kl. 07-19)	90 %	10 %
Nattetid (kl. 19-07)	99 %	1 %

## 3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Identifieringen av potentiella riskkällor grundar sig i litteratur- och kartstudier. Den riskkälla som bedöms påverka risksituationen i planområdet är olyckor med urspårning samt farligt gods-transporter på det närliggande spårområdet. Trafiken på Kust-till-kustbanan och Södra stambanan möts där när tågen passerar Alvesta station.

Den närliggande rangerbangården mellan planområdet och spårområdet trafikeras inte av tåg med farligt gods. Enligt den nationella järnvägsdatabasen NJDB är hastigheten på bangården som mest 40 km/h [8] och enligt det internationella järnvägsförbundets (UIC) beräkningsmetod för urspårning spårar ett tåg som mest ut med ca 7 m vid den hastigheten. Då planområdet är ca 17 m från rangerbangården bedöms det därför inte föreligga någon beaktansvärd risk för att planområdet ska påverkas av urspårning på rangerbangården. UIC-modellen förklaras vidare i Bilaga B.

Inga farliga verksamheter, Sevesoanläggningar etc. har identifierats i planområdets omgivning. Inventeringen har skett genom att undersöka vilka verksamheter som bedrivs inom 300 meter från planområdet.

### 3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se avsnitt B.2, bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen:

- Klass 1 (explosiva ämnen och föremål)
- Klass 2.1 (brandfarliga gaser)
- Klass 2.3 (giftiga gaser)
- Klass 3 (brandfarliga vätskor)
- Klass 5 (Oxiderande ämnen, organiska peroxider)

Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

Statistiken som ligger till grund för de kvantitativa analyserna 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
- Mängder av och fördelningen mellan transporterade farligt gods-klasser för följande delsträckor:
  - Södra stambanan delsträcka Nässjö – Alvesta under tidsperioden 2016–2021.
  - Kust-till-kustbanan delsträcka Växjö – Alvesta under tidsperioden 2016–2021.

Statistiken är sekretessbelagd och kan ej redovisas i rapporten. Statistiken ligger likväl till grund för de kvantitativa analyserna avseende respektive järnvägs omgivningspåverkan.

Transport av farligt gods framförs på genomfartsspåren förbi Alvesta station. Avståndet till planområdet är därför uppmätt från det närmaste av dessa spår och bedöms uppgå till ca 50 meter.

### 3.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 5.

Tabell 5. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

<b>Explosiva ämnen Klass 1</b>	<b>Brandfarlig gas Klass 2.1</b>	<b>Giftig gas Klass 2.3</b>	<b>Brandfarlig vätska Klass 3</b>	<b>Oxiderande ämnen Klass 5.1</b>
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion
Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand
Stor explosion	Liten jetflamma Mellan jetflamma Stor jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand	

## 4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transport/urspårning.

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.

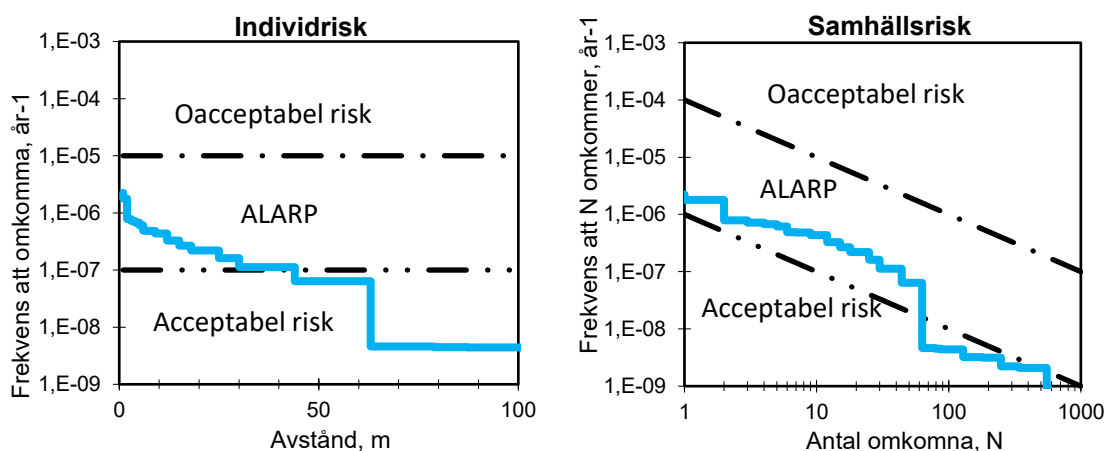
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande 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.

I Tabell 6 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 6.

Tabell 6. 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 6. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [12].



**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 riskmättet 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 6) 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 6) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåten, individrisk och samhällsrisk, 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.

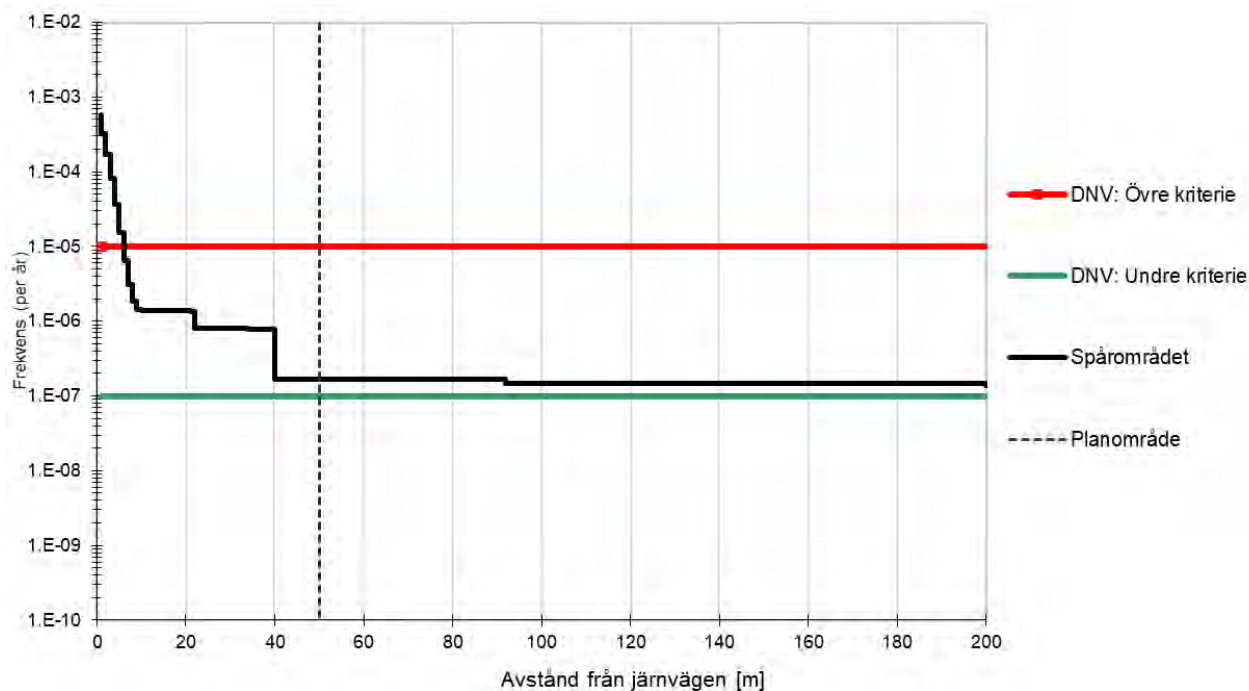
Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport [13] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys.

Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga B.

Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga C.

## 4.1 INDIVIDRISKNIVÅ

Nedan illustreras individrisknivån för aktuellt område.

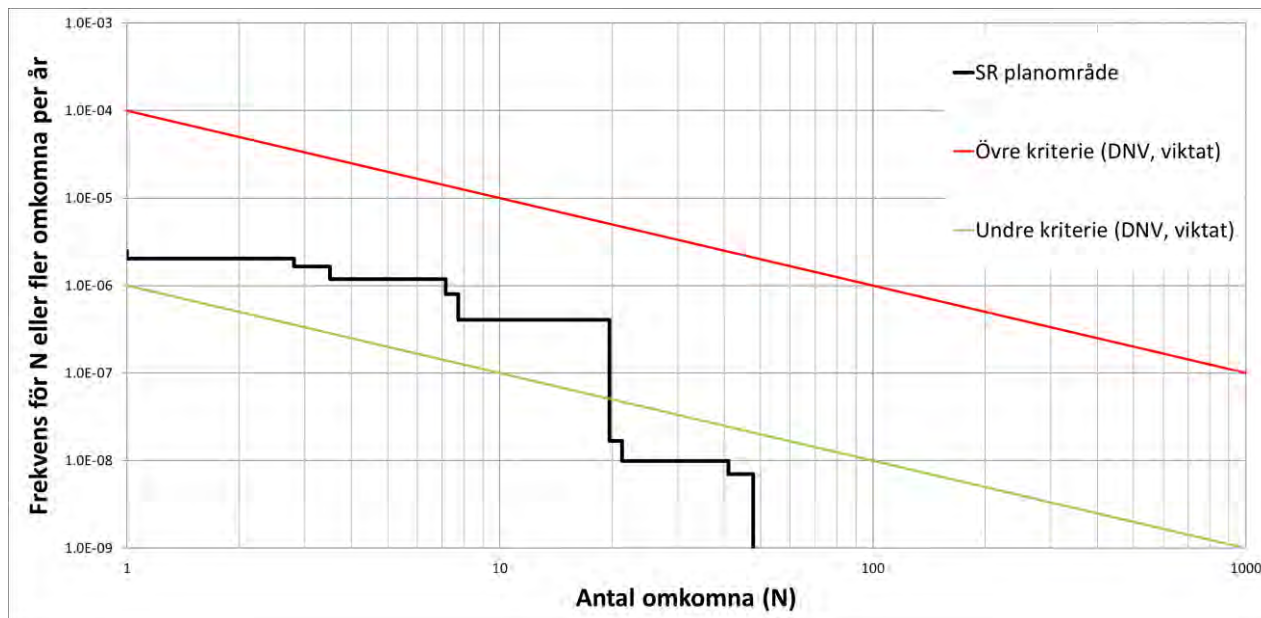


Figur 7. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på det närmaste spårområdet.

De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Ur figuren kan utläsas att risken ligger inom det övre ALARP-området mellan 7 och 25 meter från närmaste räls med genomfartstrafik. Efter 50 meter, då planområdet börjar, ligger individrisknivån i den lägre delen av ALARP-området och gör så inom minst 200 meter enligt figuren. Detta medför att riskreducerande åtgärder ska beaktas.

## 4.2 SAMHÄLLSRISKNIVÅ

Nedan illustreras samhällsrisknivån för aktuellt område.



Figur 8. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på spårområdet.

I Figur 8 illustreras samhällsrisknivån för aktuellt område. Beräkningen indikerar att risknivån delvis ligger inom ALARP-området. Detta innebär att riskreducerande åtgärder bör övervägas. Enligt genomförda beräkningar är det i huvudsak scenarier med giftig gas som orsakar att risknivån ligger inom ALARP-området. Se kapitel 5 för riskreducerande åtgärder. Skyddseffekter enligt Bilaga D har tillämpats.

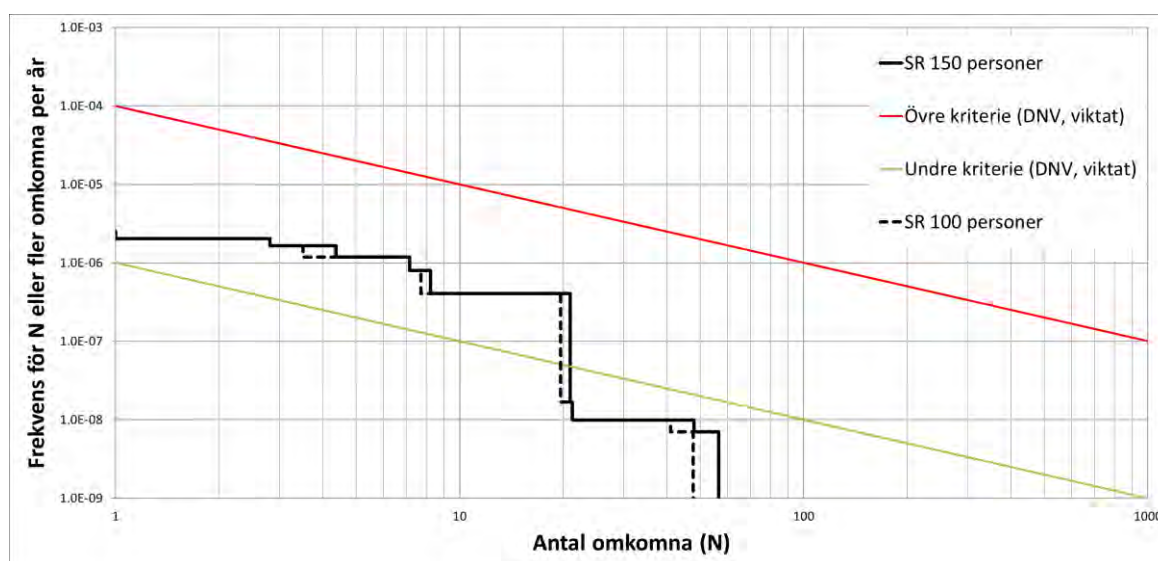
### 4.3 KÄNSLIGHETSANALYS

För att utreda hur samhällsrisknivån förändras med ett ökat personantal genomförs en känslighetsanalys där personantalet på planområdet ökas från 100 till 150 personer. Då individrisknivån inte påverkas av personantalet genomförs ingen ny individriskberäkning. Följande indata gäller:

Tabell 7: Tabell över indata till känslighetsanalysen. Indata från ursprungsberäkningen står inom parentes.

Zon	Avstånd från järnväg (början av zon-slutet på zon) (m)	Persontäthet dagtid (pers/km <sup>2</sup> )	Persontäthet nattetid (pers/km <sup>2</sup> )
1	50–130	3125 (2500)	780 (625)
2	130–500	1680	1680

Zonerna är detsamma som i avsnitt 4.2. Riskreducerande åtgärder enligt avsnitt 5 tas i beaktande. Samhällsrisknivån illustreras nedan.



Figur 9. Samhällsrisknivån med 150 personer jämfört med 100 personer på planområdet.

Figur 9 visar att skillnaden i samhällsrisk mellan 100 och 150 personer på planområdet är marginell. Riskreducerande åtgärder bedöms fortfarande vara nödvändiga att ta i beaktande, men utifrån resultatet av känslighetsanalysen bedöms det inte vara skäligt att begränsa personantalet på planområdet till 100 personer.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Då risknivåerna ligger inom ALARP-området ska riskreducerande åtgärder beaktas. Nedanstående åtgärder bedöms vara skäligen att vidta för att minska samhällsrisknivån på planområdet.

### 5.1 PLACERING AV FRISKLUFTSINTAG

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras högt på oexponerad sida vända 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.

### 5.2 UTRYMNINGSMÖJLIGHET

Det ska vara möjligt för personer i byggnaden att utrymma bort från spårområdet och bort från en eventuell olycka. Utrymning kan därmed ske till viss del i skydd av framförvarande byggnad och minska exponering för olyckan i samband med utrymning.

## 6 DISKUSSION

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. 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,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- 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.

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. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [14]

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället. [14]

## 7 SLUTSATSER

Resultaten av riskbedömningen visar att individrisk- och samhällsrisknivån delvis ligger inom ALARP-området, varav följande åtgärder föreslås.

- Friskluftsintag inom planområdet ska placeras högt upp vända bort från järnvägen.
- Utrymningsmöjligheter ska finnas i riktning bort från järnvägen för att personer ska kunna utrymma bort från eventuell olycka.

Med dessa åtgärder vidtagna bedömer WSP att risknivån kan värderas som acceptabel.

## Metod för riskhantering

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

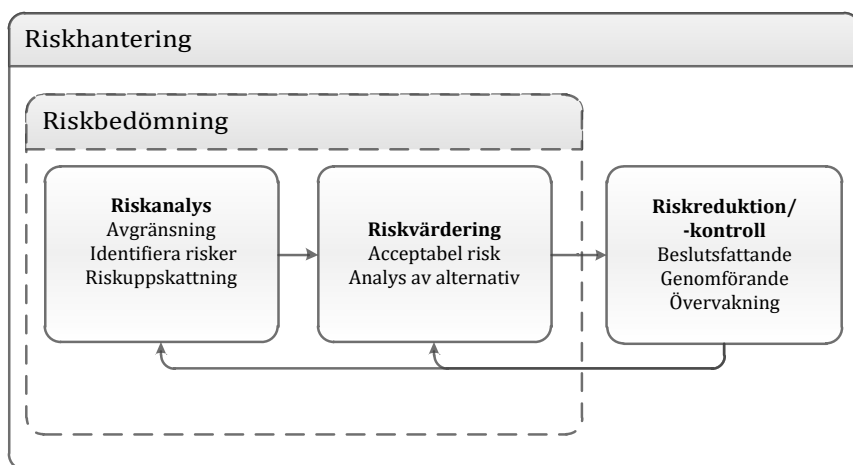
### A.1. Begrepp och definitioner

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 [15] [16], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 10.

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 10. 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.

## 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* [21]. 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 redovisas i avsnitt 2.3 och 2.4.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år). Enligt det statistiska underlaget har ett genomsnittligt persontåg 5 vagnar och ett genomsnittligt godståg 17 vagnar.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar på den studerade sträckan. Ett tåg bedöms passera 4 växlar när det passerar planområdet.
- Antal plankorsningar på den studerade sträckan uppgår till 0 st.

#### B.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 8 [21]:

Tabell 8. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm (godståg)
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg)
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 (persontåg)
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm (godståg)
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm (godståg)



### 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 [21] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

### B.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet finns inga plankorsningar.

### B.1.4 Resultat

Notera att vissa olyckstyper i Tabell 8 som kan resultera i en urspårning är specifikt kopplade till godstrafik, exempelvis vagnfel godståg och lastförskjutningar. Olycksfrekvenserna för dessa olyckstyper allokeras därmed enbart till händelsen urspårning godståg. Frekvensbidraget från olyckstyper som inte specifikt rör godståg fördelas genom att vikta för andelen tåg av respektive trafikslag som förekommer på sträckan enligt nedanstående exempel:

$$\varphi(\text{Godståg, rälsbrott}) = \varphi(\text{rälsbrott}) \cdot \text{Andel godståg}$$

$$\text{Andel godståg} = \frac{\text{Antal godståg}}{\text{Antal godståg} + \text{Antal persontåg}}$$

I Tabell 9 redovisas hur olycksfrekvenserna har fördelats över respektive trafikslag.

Tabell 9. Fördelning av olycksfrekvenser för respektive trafikslag.

Urspårning godståg	Frekvens (per år)
Vagnfel godståg	$\varphi(\text{vagnfel godståg})$
Lastförskjutning	$\varphi(\text{lastförskjutning})$
Okänd orsak	$\varphi(\text{okänd orsak})$
Spårlägesfel	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{spårlägesfel})$
Solkurvor	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{solkurvor})$
Växel sliten, trasig	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{växel sliten, trasig})$
Växel ur kontroll	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{växel ur kontroll})$
Rälsbrott	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{rälsbrott})$
Annan orsak	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{annan orsak})$
$\Sigma$	$\varphi(\text{godståg})$
Urspårning persontåg	Frekvens (per år)
Vagnfel persontåg	$\varphi(\text{vagnfel persontåg})$
Solkurvor	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{solkurvor})$
Spårlägesfel	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{spårlägesfel})$
Växel sliten, trasig	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{växel sliten, trasig})$
Växel ur kontroll	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{växel ur kontroll})$
Rälsbrott	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{rälsbrott})$
Annan orsak	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{annan orsak})$
$\Sigma$	$\varphi(\text{persontåg})$

## B.1.5 Sannolikhet för kollision med objekt i omgivningen

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 Eurocode om dimensioneringskrav avseende olyckslaster hänvisas till UIC 777-2<sup>1</sup> för vägledning avseende olyckslaster orsakade av spår bunden trafik [22]. I UIC-modellen har hastigheten (km/h) på sträckan en central betydelse då denna parameter bland annat avgör hur långt från spåret (vinkelrätt) urspårade fordon kan hamna. Modellen anger att sannolikheten (P2) för kollision mellan urspårade fordon och spårnära objekt, exempelvis en byggnad eller ett brostöd, kan uppskattas som funktion av det vinkelrätta avståndet mellan objektet och spårmittpunkt enligt nedanstående samband [23]:

$$P2 (\text{enkelspår}) = [(b - a)/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$$

$$P2 (\text{dubbelspår}) = [(b - a)/b]^2 + [(b - (a + 4,2))/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$$

$$d = \text{den längsta urspårningssträckan längs med spåret} = V^2/80$$

$$b = \text{det urspårade tåget maximala avvikelse vinkelrätt från spåret i meter} = V^{0,55}$$

$$a = \text{det vinkelrätta avståndet mellan spårcentrumlinjen och ett givet objekt}$$

$$c = \text{sträckan parallell med spåret på avståndet } a \text{ som riskerar att träffas av urspårade fordon}$$

$$c = (d/b) \cdot (b - a)$$

## 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 [24] 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 10 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 10. 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 [24].	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.

<sup>1</sup> UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
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), karnbid 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.
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]. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

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

Där X är andelen vagnar med farligt gods som framförs på sträckan per år (Andelen vagnar med farligt gods på sträckan är konfidentiell och kan därmed inte redovisas i rapporten).

## B.3. Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik.

### 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.

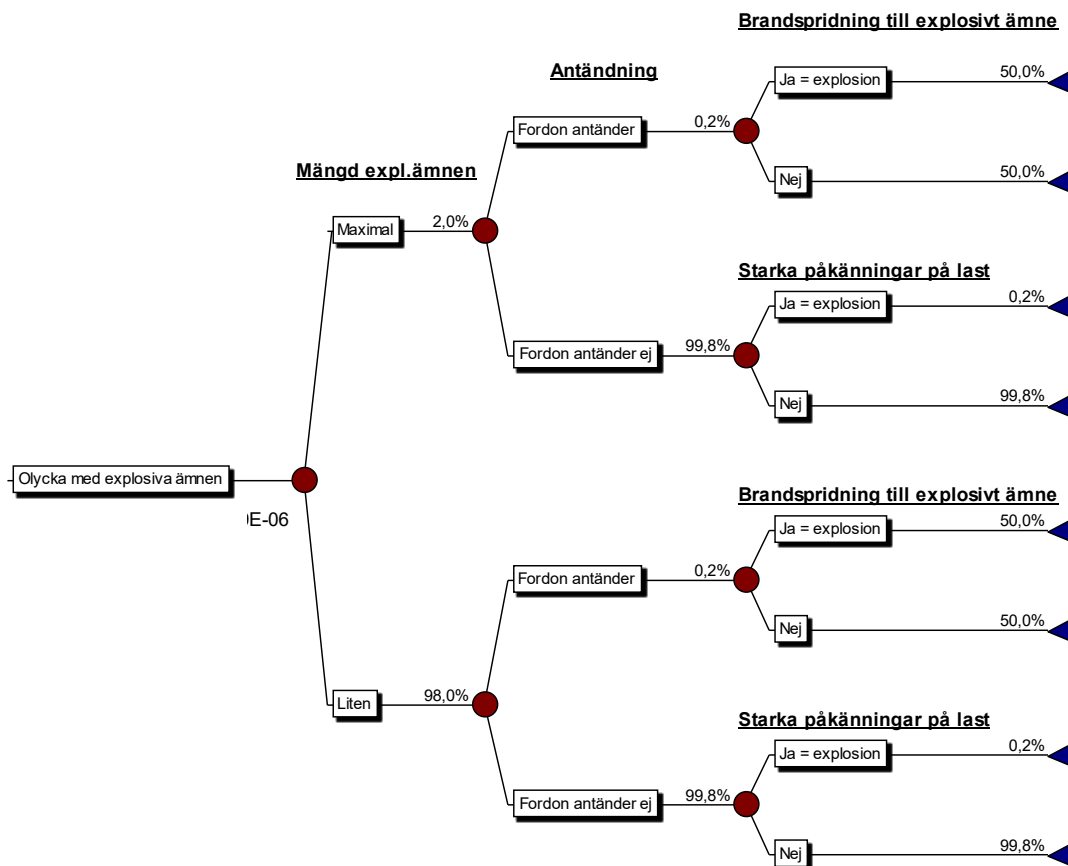
Transport av RID-S klass 1 på järnväg förekommer i väldigt liten mängd. RID-S klass 1 utgjorde under tidsperioden 2006-2010 endast 0,015 % av den totala transportmängden farligt gods i Sverige som helhet [28]. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels av företagsmässiga 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 11 redovisas möjliga scenarier.



Figur 11 Händelsetråd 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 [21]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

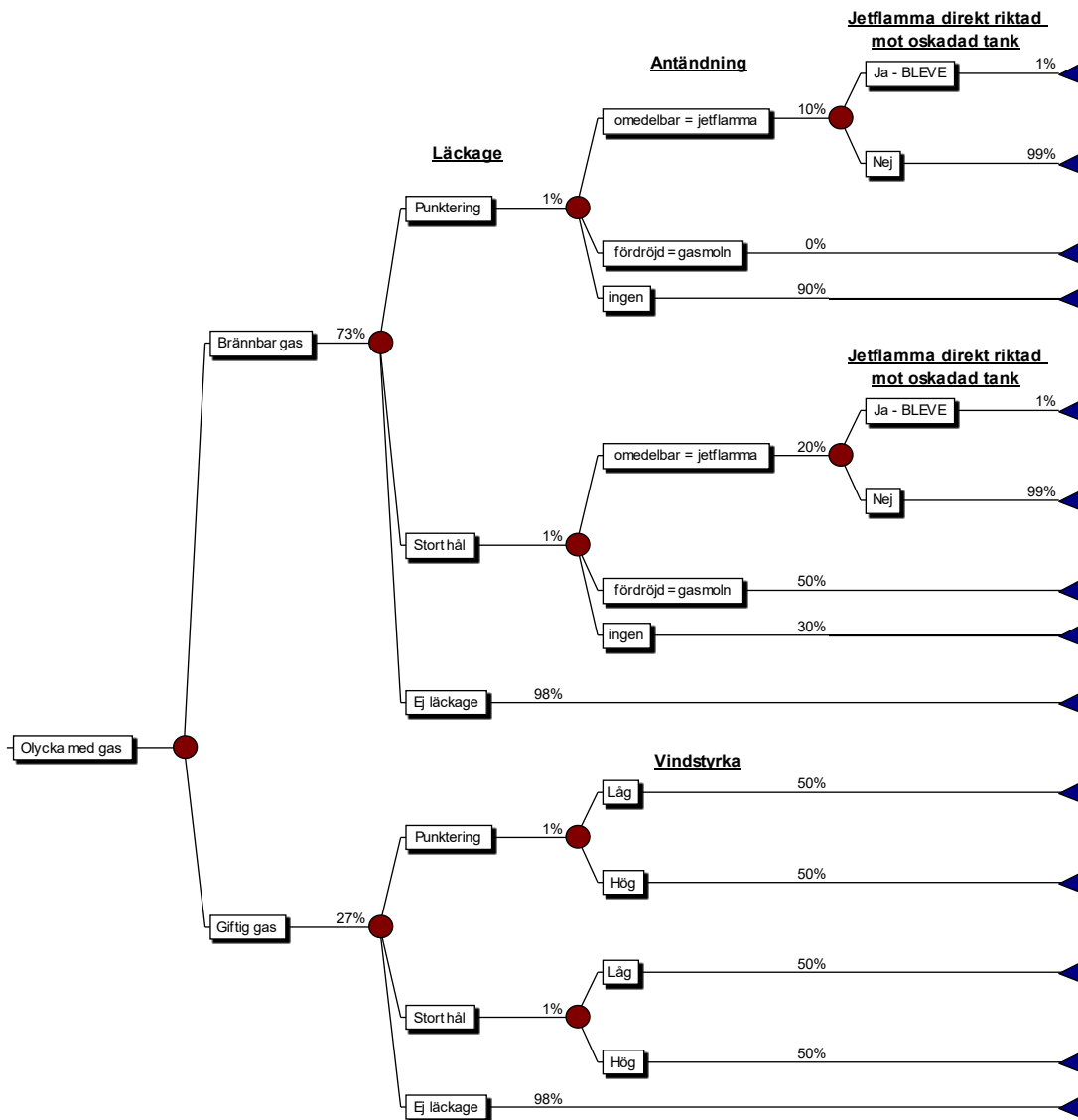
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 12 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

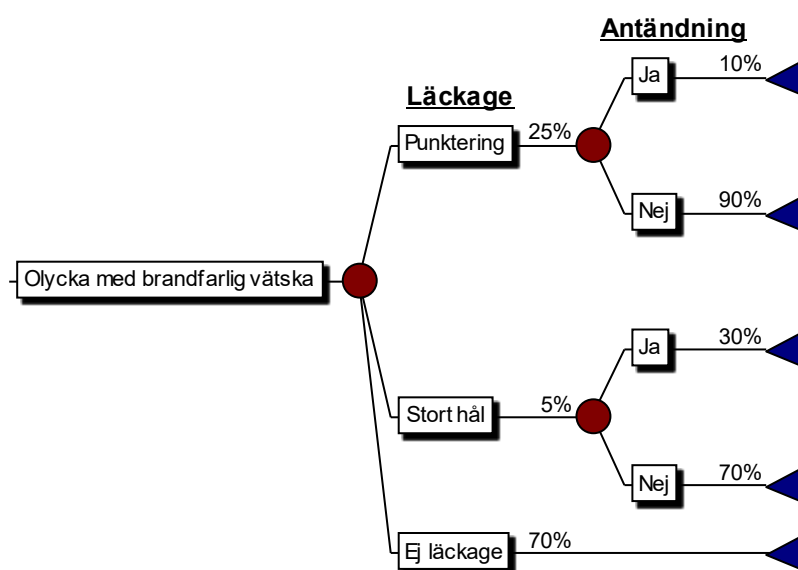


Figur 12. Händelseträd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

### 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 % [21]. 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 % [21]. I Figur 13 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 13. Händelseträ för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

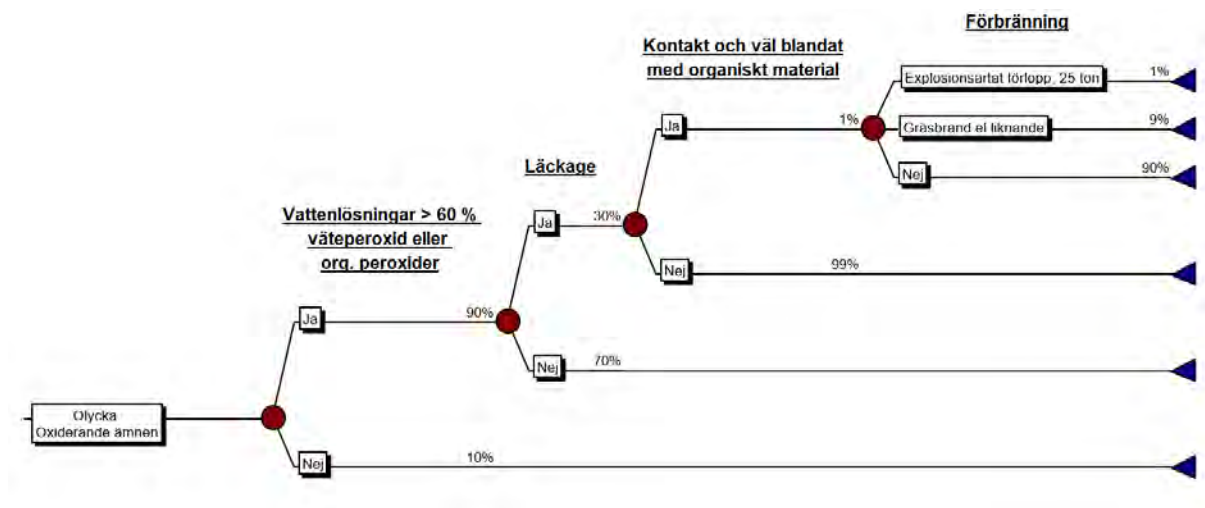
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. 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 transporterna 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 transporterna 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 14 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 14. Händelseträdd 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

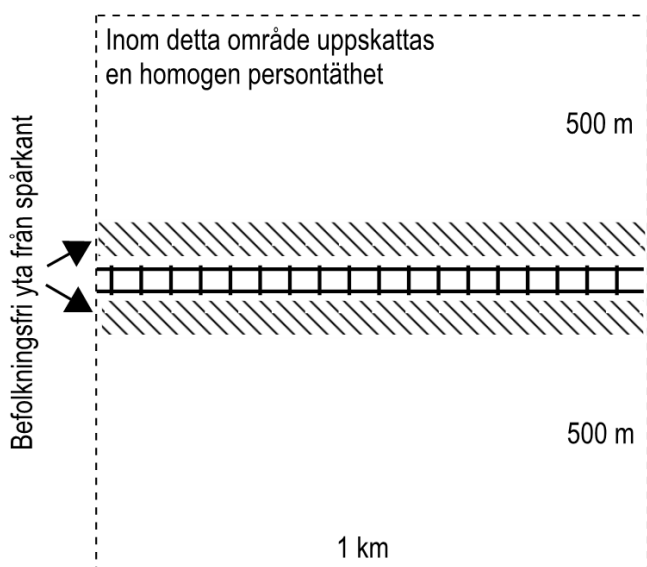
De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

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 med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i riktningen mot planområdet. Figur 15 visar en principskiss.



Figur 15. 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 riskmåttet 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. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg.

## 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 11. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

*Tabell 11. 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 luftstötstågen.*

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 12 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 12. 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 ( $LC_{50}^2$ ) 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 13.

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 13. 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

<sup>2</sup> Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

### 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].

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank cirka 45 ton bensin. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack, och därför är sannolikheten för att all bensin 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 14 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 14. Skadedrabbat 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 bensin (100 m <sup>2</sup> )	5,6 m	17 m	22 m
Stor pölbrand bensin (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 massexplösiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplösiva 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 15. 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

I denna bilaga beskrivs de skyddseffekter som antagits för olika befintliga omständigheter och riskreducerande åtgärder och olika scenarier. Bilagan är indelad efter planområdets olika zoner där omständigheter och riskreducerande åtgärder har olika skyddseffekt. För respektive zon beskrivs vilka förutsättningar som beaktas och efter följer en tabell med antagen skyddseffekt motiverad för olika scenarier. Ansatta skyddsgrader utgör ett genomsnitt inom respektive zon. Zonindelningen framgår av Figur 5.

### D.1. Zon 1

Denna zon sträcker sig mellan 50 och 130 meter från riskkällan. Tabell 16 visar motiv till antagna skyddseffekter för personer som vistas inomhus respektive utomhus inom zon 1.

Tabell 16. Bakgrund och motivering till antagna skyddseffekter för respektive zon inom planområdet.

Klass av farligt gods	Motivering till skyddseffekter	Antagen skyddseffekt: [%]	
		Inomhus	Utomhus
<b>Olycksscenario</b>			
<b>Klass 1</b>			
Liten explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Liten explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Mellanstor explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Mellanstor explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Stor explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Stor explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
<b>Klass 2.1</b>			
BLEVE	BLEVE inträffar inte direkt vid olyckstillfället, vilket ger personer i och utanför byggnaden tid att sätta sig i säkerhet.	75	75
Liten jetflamma	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Gasmolnsexplosion	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Mellanstor jetflamma	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Stor jetflamma	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
<b>Klass 2.3</b>			
Litet läckage, låg vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	50	0
Litet läckage, hög vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	50	0
Mellanstort läckage, låg vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	50	0
Mellanstort läckage, hög vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	50	0
Stort läckage, låg vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	50	0

Klass av farligt gods	Motivering till skyddseffekter	Antagen skyddseffekt: [%]	
		Inomhus	Utomhus
Olycksscenario			
Stort läckage, hög vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	50	0
<b>Klass 3</b>			
Liten pölbrand	Pölbränders effektområde är mindre än 50 meter.	0	0
Mellanstor pölbrand	Pölbränders effektområde är mindre än 50 meter.	0	0
Stor pölbrand	Pölbränders effektområde är mindre än 50 meter.	0	0
<b>Klass 5</b>			
Explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Brand	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0

## D.2. Zon 2

Denna zon sträcker sig mellan 130 och 500 meter från riskkällan. Tabell 17 visar sedan motiv till antagna skyddseffekter för personer som vistas inomhus respektive utomhus inom zon 2.

Tabell 17. Bakgrund och motivering till antagna skyddseffekter för respektive zon inom planområdet.

Klass av farligt gods	Motivering till skyddseffekter	Antagen skyddseffekt: [%]	
		Inomhus	Utomhus
Olycksscenario			
<b>Klass 1</b>			
Liten explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Liten explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Mellanstor explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Mellanstor explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Stor explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Stor explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
<b>Klass 2.1</b>			
BLEVE	BLEVE inträffar inte direkt vid olyckstillfället, vilket ger personer i byggnaden tid att utrymma. Huvudentrén sitter även vänd från E45.	75	75
Liten jetflamma	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Gasmolnsexplosion	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Mellanstor jetflamma	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Stor jetflamma	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
<b>Klass 2.3</b>			
Litet läckage, låg vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	95	0
Litet läckage, hög vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	95	0
Mellanstort läckage, låg vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	95	0



Klass av farligt gods	Motivering till skyddseffekter	Antagen skyddseffekt: [%]	
		Inomhus	Utomhus
<b>Olycksscenario</b>			
Mellanstort läckage, hög vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	95	0
Stort läckage, låg vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	95	0
Stort läckage, hög vindstyrka	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot giftiga gasutsläpp.	95	0
<b>Klass 3</b>			
Liten pölbrand	Pölbränders effektområde är mindre än 50 meter.	0	0
Mellanstor pölbrand	Pölbränders effektområde är mindre än 50 meter.	0	0
Stor pölbrand	Pölbränders effektområde är mindre än 50 meter.	0	0
<b>Klass 5</b>			
Explosion (> 180 kPa)	Byggnaden kan inte förväntas stå emot kraftiga explosioner.	0	0
Explosion (> 20 kPa)	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0
Brand	Byggnaden kan förväntas erbjuda visst skydd mot mindre explosioner och bränder.	50	0

## Bilaga E. Referenser

- [1] Banverket, Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2007.
- [2] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [3] Alvesta kommun, "Översiktskarta," Alvesta kommun, Alvesta, 2022.
- [4] Alvesta kommun, "Preliminär detaljplan," Alvesta kommun, Alvesta, 2022.
- [5] Axfood, "Situationsplan Willys Alvesta," Axfood, Stockholm, 2022.
- [6] Trafikverket, "Trafikuppgifter avsedda för bullerberäkning," 2019-12-09.
- [7] 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.
- [8] Trafikverket, *Nationella Järnvägsdatabasen (NJDB): Kontrollerad 2022-11-07*, 2022.
- [9] SCB, *Statistiska tätorter 2020, befolkning, landareal, befolkningstäthet per tätort*, 2021.
- [10] Alvesta kommun, *Alvestas kommuns mål och budget 2022 med plan 2023-2030*, 2022.
- [11] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [12] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [13] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [14] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [15] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [16] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [17] Räddningsverket, *Handbok för riskanalys*, Karlstad: Räddningsverket, 2003.
- [18] J. Nilsson, *Introduktion till riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
- [19] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [20] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [21] Swedish Standard Institute, *Eurocode 1 - Laster på bärverk - Del 1-7: Allmänna laster - Olyckslast*, 2008: Swedish Standard Institute.
- [22] UIC, *Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2)*, UIC, 2002.

- [23] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [24] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [25] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [26] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [27] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [28] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [29] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [30] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [31] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [32] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [33] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [34] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [35] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [36] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [37] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [38] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [39] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [40] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [41] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [42] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank*.
- [43] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande rådgivande konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen. Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden. **wsp.com**

WSP Sverige AB

211 11 Malmö

Besök: Jungmansgatan 10

T: +46 10-722 50 00

[wsp.com](http://wsp.com)

