

KARLSHAMNS KOMMUN

# DETALJERAD RISKBEDÖMNING STATIONSOMRÅDET KARLSHAMN

2018-10-09



## Detaljerad riskbedömning

Stationsområdet Karlshamn

### KUND

**Karlshamns kommun**

### KONSULT

#### **WSP Environmental Sverige**

Box 34

371 21 Karlskrona

Besök: Högabergsgatan 3

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

### KONTAKTPERSONER

Fredrik Larsson, WSP Brand & Risk, [fredrik.j.larsson@wsp.com](mailto:fredrik.j.larsson@wsp.com)

Fredrik Ek, Karlshamns kommun, [fredrik.ek@karlshamn.se](mailto:fredrik.ek@karlshamn.se)

### DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revidering 1	Revidering 2
Anmärkning			
Datum	2018-05-30	2018-10-09 Redaktionella ändringar utifrån kommentarer från beställare	
Uppdragsansvarig	Fredrik Larsson	Fredrik Larsson	
Signatur			
Granskare	Gustav Nilsson	Gustav Nilsson	
Signatur			
Uppdragsnummer	10267430	10267430	
Rapportnummer			
Filnamn			

## Sammanfattning

WSP har av Karlshamns kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med planprogram för Stationsområdet i Karlshamn. Stationsområdet är beläget utmed Blekinge kustbana och Karlshamns rangerbangård. Farligt gods transporteras på Blekinge kustbana västerifrån och in i Karlshamn och rangeras på bangården.

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. Med anledning av detta krav upprättas denna riskbedömning.

Såväl individ- som samhällsrisknivån för programområdet är oacceptabelt höga så länge rangering av farligt gods förekommer på bangården. En förutsättning för exploatering enligt översiktsplanen och framtagna visionsskisser är att rangerbangården först avvecklas. Eventuell etappvis utbyggnad till dess att bangården är avvecklad bedöms inte lämpligt ur risksynpunkt.

Om rangerbangården avvecklas och programområdet exploateras enligt förslaget är individrisknivån att betrakta som acceptabel bortom ca 30 meter från järnvägen och samhällsrisknivån i nedre delen av ALARP givet ett skyddsavstånd om minst 30 meter. Riskreducerande åtgärder ska fortsatt vidtas i skälig omfattning.

De åtgärder som bedöms skäliga att vidta för programområdet med hänsyn till risksituationen är följande:

- Ett bebyggelsefritt skyddsavstånd om minst 30 meter ansätts från järnvägen räknat (det södra spåret). Inom detta skyddsavstånd ska mark utformas så att den inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse. Ytparkering och körstråk medges inom skyddsavståndet. Notera dock att Trafikverket normalt kräver ett fritt avstånd om 15 meter mellan järnväg och ytparkering.
- Fasader och tak inom 40 meter från järnvägen (det södra spåret) utförs i lägst brandklass EI 30 och med fönster i lägst brandklass EW 30. Detta åtgärdsbehov utgår om bebyggelsefritt skyddsavstånd ökas till minst 40 meter.
- Utrymningsmöjligheter för de byggnader som placeras närmst järnvägen tillses i riktning bort från järnvägen.
- Ventilation för samtliga byggnader inom programområdet förses med nödavstängningsmöjlighet.

Givet införande av dessa riskreducerande åtgärder bedömer WSP att fortsatt planering av programområdet är möjlig ur risksynpunkt.

## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>4</b>
1.1	SYFTE OCH MÅL	4
1.2	OMFATTNING	4
1.3	AVGRÄNSNINGAR	4
1.4	STYRANDE DOKUMENT	5
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	6
1.6	REVIDERING	6
1.7	INTERNKONTROLL	6
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>7</b>
2.1	PROGRAMOMRÅDET OCH DESS OMGIVNING	7
2.2	PLANERAD UTBYGGNAD OCH PERSONTÄTHET	8
2.3	INFRASTRUKTUR	8
<b>3</b>	<b>RISKIDENTIFIERING</b>	<b>10</b>
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	10
3.2	URSPÅRNING PÅ JÄRNVÄGEN	10
3.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS	10
3.4	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	10
<b>4</b>	<b>RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING</b>	<b>11</b>
4.1	RISKNIVÅ	12
<b>5</b>	<b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b>	<b>16</b>
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	16
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>19</b>
<b>BILAGA A.</b>	<b>METOD FÖR RISKHANTERING</b>	<b>20</b>
<b>BILAGA B.</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR – JÄRNVÄG</b>	<b>21</b>
<b>BILAGA C.</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR – JÄRNVÄG30</b>	<b>30</b>
<b>BILAGA D.</b>	<b>KÄNSLIGHETSANALYS</b>	<b>36</b>
<b>BILAGA E.</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>37</b>

# 1 INLEDNING

WSP har av Karlshamns kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med planprogram för Stationsområdet i Karlshamn. Stationsområdet är beläget utmed Blekinge kustbana och Karlshamns rangerbangård. Farligt gods transporteras på Blekinge kustbana västerifrån och in i Karlshamn och rangeras på bangården.

Enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [1]. Motsvarande riktlinjer saknas i Blekinge län, men ofta hänvisas i liknande ärenden till riktlinjer för Skåne län. Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning.

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 avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av kommande detaljplaners lämplighet med avseende hälsa och säkerhet i enlighet med krav för markanvändning i Plan- och bygglagen, samt att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Bedömningen 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 Blekinge kustbana samt rangering av farligt gods på rangerbangården. 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 eller luftföroreningar.

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

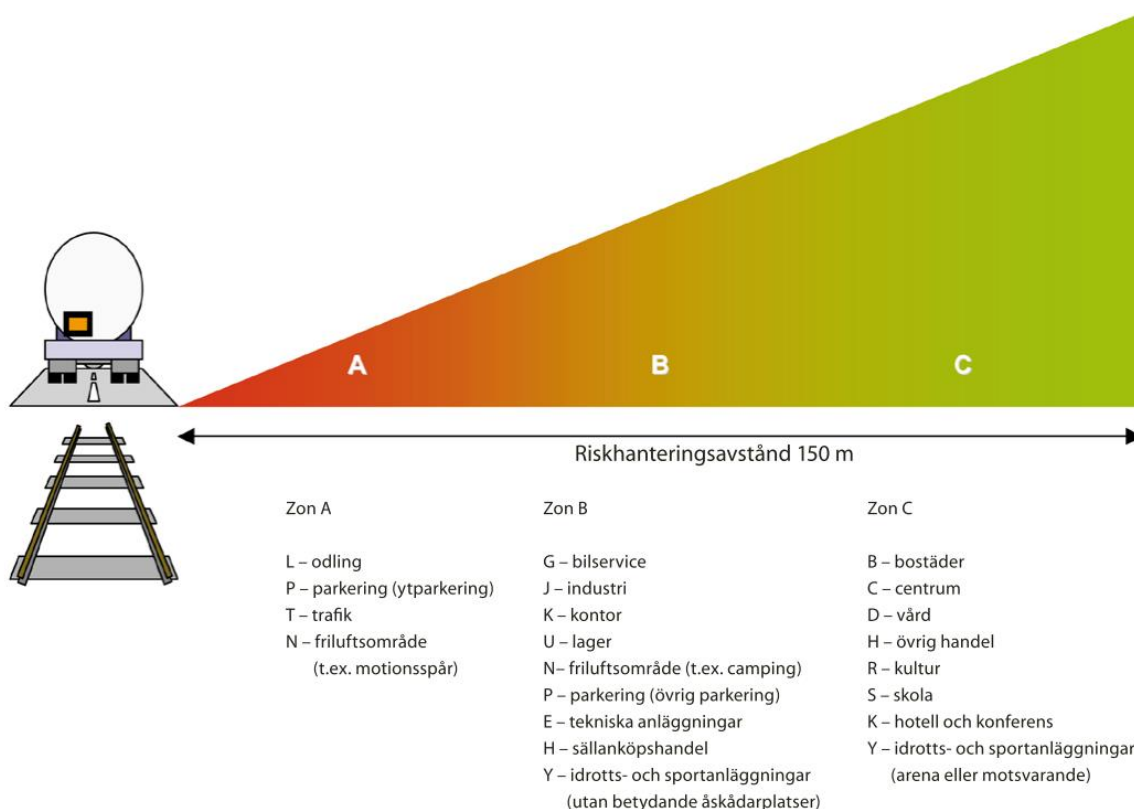
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

*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

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [1] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. Motsvarande riktlinjer saknas i Blekinge län, men ofta hänvisas i liknande ärenden till riktlinjer för Skåne län. 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.

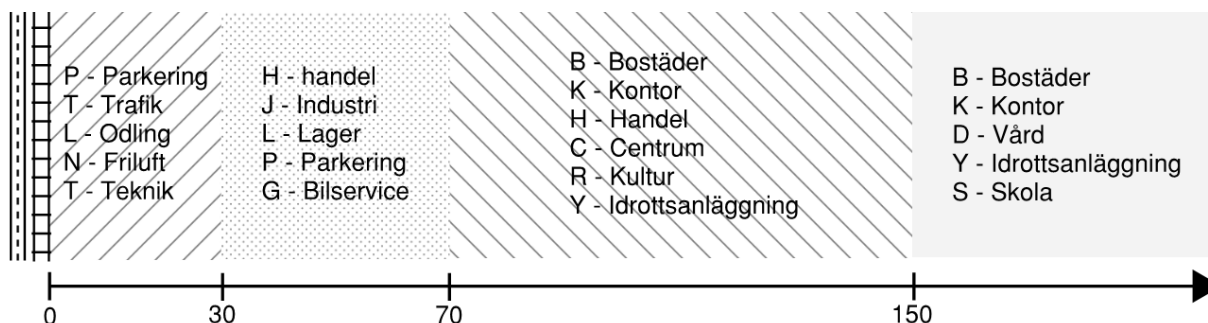


Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [1].



Länsstyrelsen i Skåne län har därtill tagit fram *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods* (RIKTSAM) [2]. I RIKTSAM föreslås tre vägledningsnivåer för att säkerställa att tillfredsställande och jämförbar säkerhet åstadkoms i samhällsplaneringen. Vägledning 1 baseras enbart på skyddsavstånd, och uttrycks som minimiavstånd för god planering mellan transportleder och markanvändning, se Figur 2. Vägledning 2 baseras på deterministiska kriterier (hänsyn till konsekvenser som tänkbara scenarier medför). Vägledning 3 baseras på probabilistiska kriterier (hänsyn till såväl sannolikhet som konsekvens av tänkbara scenarier) avseende individ- och samhällsrisk. Vägledningarna ska tillämpas för bebyggelse som planeras inom vägledningsområdet 200 meter från transportleder för farligt gods.

I aktuellt fall nyttjas vägledning 3 som underlag för riskbedömning. Därtill tas hänsyn till riktlinjernas allmänna förhållningssätt gällande att ett minsta skyddsavstånd om 30 meter alltid bör eftersträvas vid nyetablering utmed farligt gods-leder.



Figur 2. Föreslagna skyddsavstånd i Vägledning 1 [2].

## 1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Riskbedömningen baseras på följande underlag:

- Karlshamn Stationsområde, FOJAB, 2016-04-04 [3].
- Stationsstaden Karlshamn – Underlag till förstudie, Sweco, 2016-12-14 [4].
- Karlshamns kommun, Förfrågningsunderlag, 2018-02-07 [5]

## 1.6 REVIDERING

Denna handling utgör en första version och innehåller därför inga revideringar.

## 1.7 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Fredrik Larsson (Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering). I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och 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 Riskhantering).

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

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

### 2.1 PROGRAMOMRÅDET OCH DESS OMGIVNING

Området omfattar stationen vid järnvägsplan och angränsande ytor begränsade av Regeringsgatan, Källvägen, Kolonigatan och Långakärrvägen samt Norra Fogdelyckegatan fram till Kungsgatan. Området gränsar i norr och öst mot ett villaområde. Söder och väster om stationen finns ett antal flerbostadshus. Karlshamns rangerbangård ligger inom området men verksamheten som bedrivs inom området kommer på sikt att omlokaliseras till Stilleryd och endast persontrafik och passerande godstrafik kommer att bli kvar i området. [5]

Nivåskillnaden är relativt stor inom planområdet. Från norra till södra delen föreligger ett fall om ca 6 meter. Området kring järnvägen och rangerbangården är dock relativt plant.



Figur 3. Ortofoto över Karlshamns stationsområde med Blekinge kustbana och rangerbangården markerade. [3]



## 2.2 PLANERAD UTBYGGNAD OCH PERSONTÄTHET

Planprogrammet ska visa vilka möjligheter som finns för att utveckla området med bostäder, arbetsplatser och service. Syftet med programmet är att skapa förutsättningar för en ny stadsdel. Programmet ska bereda väg för ett antal detaljplaner som kommer tas fram etappvis efter planprogrammets färdigställande. [5]

Enligt ett illustrationsförslag från FOJAB kan programområdet komma att utformas i enlighet med Figur 4. Illustrationen ska ses som just ett förslag i detta skede, men ger en indikation gällande omfattning och placering av byggnader och verksamheter. Bebyggelsen planeras bli 2-6 våningar hög och ge plats för ca 570 lägenheter samt lokaler för kontor och centrumverksamhet.

Det antas att lägenheterna i medeltal rymmer 2 personer, vilket ger 1140 boende i området. Därtill antas ca 500 personer vistas i övriga lokaler såsom kontor, handel etc. Nattetid förväntas endast de boende vistas i området. Persontätheten i området bedöms utifrån dessa uppgifter, samt områdets area, kunna bli ca 18000 personer/km<sup>2</sup> dagtid och ca 12500 personer/km<sup>2</sup> nattetid. Programområdets area är ca 87500 m<sup>2</sup>.



Figur 4. Illustrationsförslag enligt FOJAB. [3]

## 2.3 INFRASTRUKTUR

Programområdet gränsar till Blekinge kustbana. Inom programområdet ligger i dagsläget en rangerbangård. Den senare ämnar kommunen på sikt flytta till Stilleryd, men som en förutsättning för denna riskbedömning gäller att ett scenario studeras där rangerbangården blir kvar en tid. På järnvägen och rangerbangården transporteras/hanteras farligt gods.

### **2.3.1 Blekinge kustbana**

Blekinge kustbana är en enkelspårig järnväg mellan Kristianstad och Karlskrona. Järnvägen löper norr om programområdet och har vid stationen två spår, åtskilda av en perrong, varav det norra spåret nyttjas för genomfartstrafik. I dagsläget trafikeras spåren generellt enbart av persontrafik och ingen genomgående godstrafik förekommer. Godståg kommer till/avgår från rangerbangården västerifrån/västerut. För horisontår 2040 beräknas persontågen uppgå till i genomsnitt 62 tåg/dygn på sträckan Sölvesborg-Karlshamn. 38 tåg/dygn fortsätter och trafikerar även sträckan Karlshamn-Karlskrona. Därtill uppskattas 2 godståg/dygn kunna komma att trafikera spåret år 2040 på sträckan Sölvesborg-Karlshamn. [6]

### **2.3.2 Rangerbangården**

I den norra delen av programområdet ligger en rangerbangård som ägs av Trafikverket. Denna kommer på sikt att avvecklas och flyttas till Stilleryd. Avvecklingen är en förutsättning för fullständig utbyggnad inom programområdet.

Green Cargo är verksamhetsutövare inom rangerbangården. Uppgifter om förekommande gods och mängder är konfidentiella och får ej publiceras i denna rapport, men har använts som underlag för beräkningar i riskbedömningen. Farligt gods av RID-S-klasserna 2.1 och 8 rangeras i dagsläget på bangården. In- och uttransport sker generellt västerifrån/västerut till/från rangerbangården. [7]

För att studera möjliga etappvis utbyggnader av stationsområdet, även under den tid rangerbangården kan tänkas bli kvar i befintligt läge, studeras ett scenario där risker från rangerbangården inkluderas i beräkningarna.

## 3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Identifieringen av potentiella riskkällor grundar sig i kartstudier och kontakter med Trafikverket [6] och Green Cargo [7]. De riskkällor som identifierats är:

- Blekinge kustbana (urspårning och transporter av farligt gods)
- Rangerbangården (rangering av farligt gods)

Inga farliga verksamheter, Sevesoanläggningar etc. har identifierats i programområdets omgivning [4].

### 3.2 URSPÅRNING PÅ JÄRNVÄGEN

Urspårning av tåg på järnvägen kan innebära mekanisk påverkan inom programområdet.

### 3.3 TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se Bilaga B.2, bedöms följande farligt gods-kategorier 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.

Samtliga ovan nämnda farligt gods-kategorier bedöms vara aktuella att studera avseende framtida eventuella järnvägstransporter för horisontår 2040. I dagsläget är det endast RID-S-klass 2.1 och 8 som transporteras och rangeras på bangården, men som ett konservativt antagande studeras vidare hur risksituationen för omgivningen ter sig år 2040 i det fall samtliga farligt gods-klasser förekommer.

### 3.4 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 1.

Tabell 1. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar. Samtliga farligt gods-kategorier i tabellen antas kunna förekomma på järnvägen horisontår 2040.

Urspårning på järnväg	Explosiva ämnen Klass 1	Brandfarlig gas Klass 2.1	Giftig gas Klass 2.3	Brandfarlig vätska Klass 3	Oxiderande ämnen Klass 5.1
Mekanisk skada	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 [8]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner 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 restriktioner** 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.

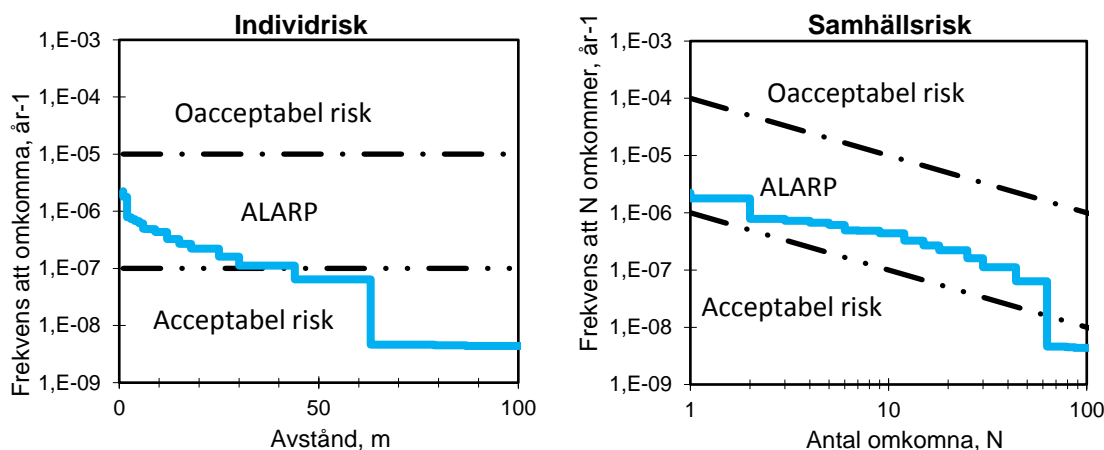
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 2 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 5.

Tabell 2. 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 $10^{-4}$	$> 10^{-4}$

\* lutningen på kurvan är -1.



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [8].

**Individrisk** – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt 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 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.

Notera att en omskalning av kriterierna angivna i Tabell 2 görs i denna riskbedömning, då dessa beskriver riskacceptans för ett område om 1 km<sup>2</sup>. I aktuellt fall har ett område om knappt 0,1 km<sup>2</sup> studerats, se vidare bilaga C.1.

## 4.1 RISKNIVÅ

Det är nödvändigt att använda sig av både 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 [9] 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 för järnväg redovisas i Bilaga B.

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

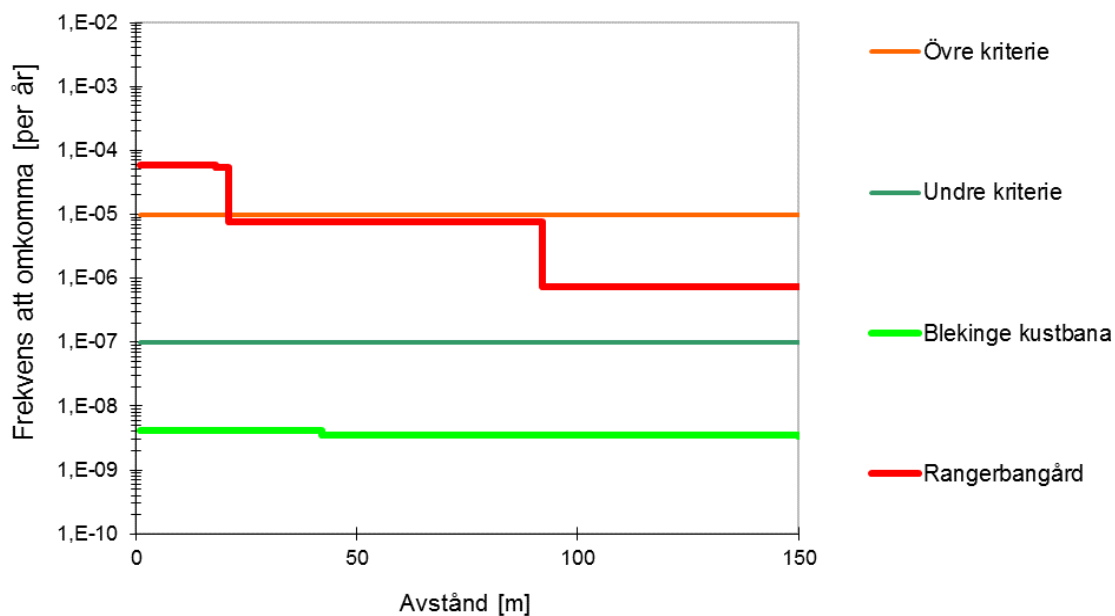
### 4.1.1 Individrisknivå

Individriskberäkningar har utförts för två fall för horisontår 2040:

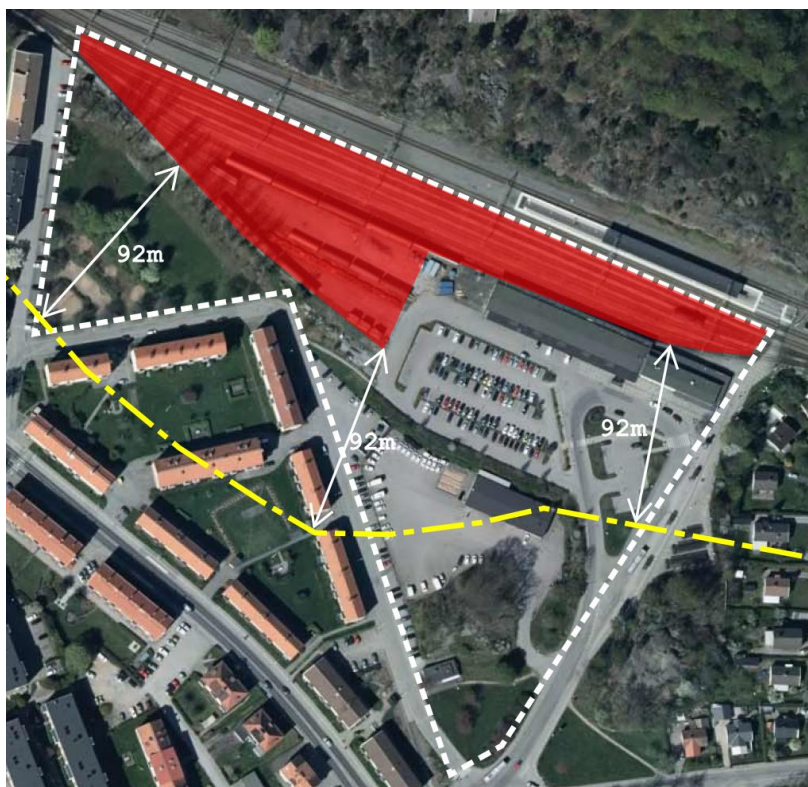
1. Rangerbangården blir kvar under en tid och farligt gods rangeras på bangården. Genomfartstrafik på Blekinge kustbana förekommer (varav farligt gods utgör en delmängd).
2. Rangerbangården har avvecklats och endast genomfartstrafik på Blekinge kustbana förekommer (varav farligt gods utgör en delmängd).

I Figur 6 illustreras individrisknivån alstrad av farligt gods-rangering på bangården samt av farligt gods-transporter på Blekinge kustbana. Redovisade avstånd utgår från bangårdens södra del. I figuren kan utläsas och det är rangering av farligt gods som ger störst genomslag i beräkningarna avseende individrisk. Inom ca 21 meter från bangården är individrisken oacceptabelt hög och inom ca 92 meter på gränsen till oacceptabelt hög. Inom hela programområdet är individrisken så hög (inom ALARP) att stora krav på riskreduktion ställs för att risken ska kunna accepteras. Område med nära oacceptabelt hög risk illustreras även i Figur 7.



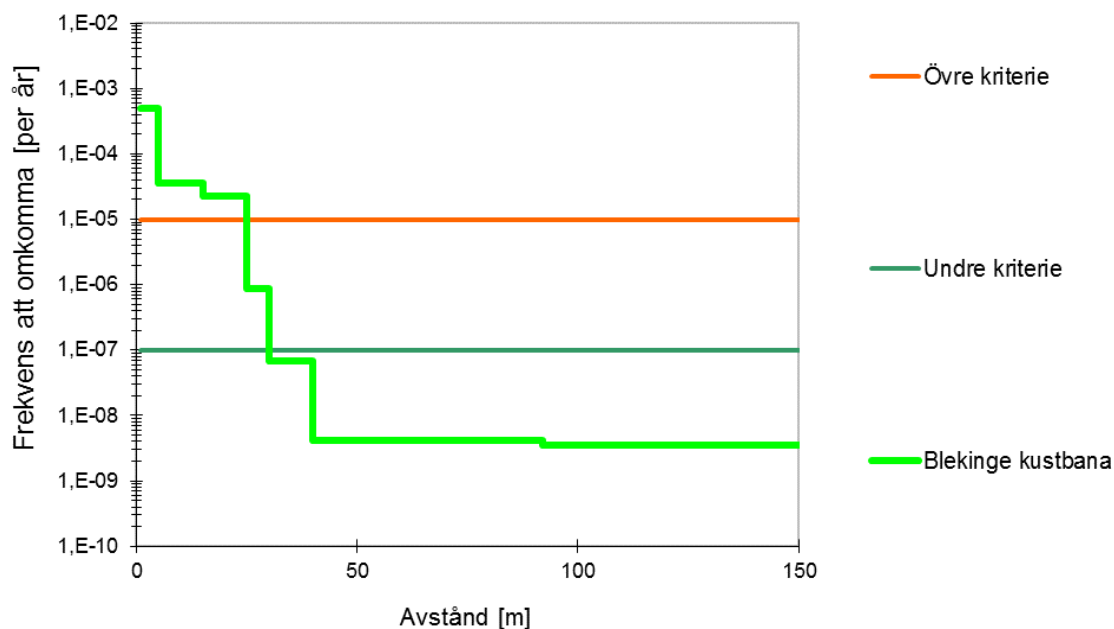


Figur 6. Individrisknivå med avseende på farligt gods-rangering på bangården (röd kurva) och farligt gods-transporter på Blekinge kustbana (grön kurva). Avstånd gäller från södra delen av rangerbangården.



Figur 7. Individrisknivå nära oacceptabel nivå (gul punktstreckad linje) inom 92 meter från rangerbangården (rödmarkerad). Inom övriga delar av programområdet (de södra) är risken inom ALARP.

I fallet att rangerbangården avvecklas kvarstår endast risker förknippade med trafiken på Blekinge kustbana. Beräkningar av individrisken i detta fall resulterar i acceptabel risknivå bortom 30 meter från det södra spåret räknat. I beräkningarna har såväl olyckor med farligt gods-transporter som mekaniska olyckor vid urspårningar (persontåg och godståg) räknats in. Se vidare Figur 8 och Figur 9.



Figur 8. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Blekinge kustbana (grön kurva). Avstånd gäller från det södra spåret.



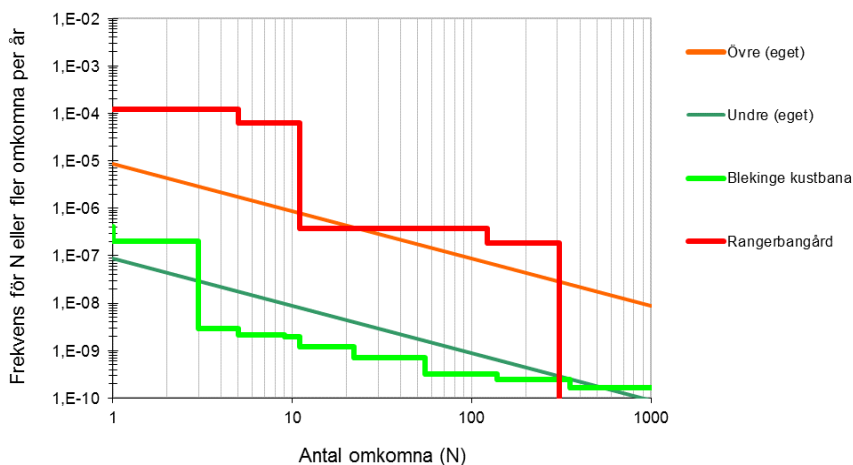
Figur 9. Individrisknivå är acceptabel bortom 30 meter (grön punktstreckad linje) från Blekinge kustbana (rödmarkerad)

#### 4.1.2 Samhällsrisknivå för programområdet

Samhällsriskberäkningar har utförts för samma två fall som beskrivits för individrisken ovan:

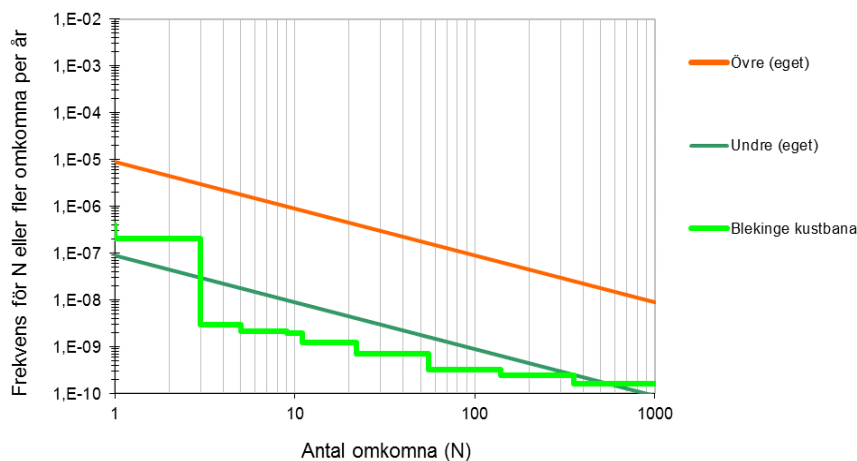
1. Rangerbangården blir kvar under en tid och farligt gods rangeras på bangården. Genomfartstrafik på Blekinge kustbana förekommer (varav farligt gods utgör en delmängd).
2. Rangerbangården har avvecklats och endast genomfartstrafik på Blekinge kustbana förekommer (varav farligt gods utgör en delmängd).

I Figur 10 illustreras samhällsrisknivån för programområdet i det fall rangerbangården blir kvar och programområdet i övrigt exploateras i enlighet med förslaget för de södra delarna av området. Ett bebyggelsefritt avstånd om 30 meter från bangårdens södra del har ansatts i beräkningarna. Ur figuren kan utläsas att samhällsrisken är oacceptabelt hög i detta studerade fall. Starkast bidragande orsak till detta är riskbidraget orsakat av rangering av farligt gods på bangården. Detta innebär att riskreducerande åtgärder krävs för att risksituationen ska kunna accepteras.



Figur 10. Samhällsrisknivå för programområdet i det fall rangering av farligt gods på bangården kvarstår år 2040.

På samma sätt har beräkningar utförts för fallet där bangården avvecklats och exploatering enligt programförslaget (se Figur 4) genomförts med ett bebyggelsefritt avstånd om 30 meter till Blekinge kustbana (det södra spåret). I detta fall är samhällsrisknivån för programområdet generellt låg, men bitvis inom nedre delen av ALARP för händelser med 3 eller färre omkomna (bränder) samt händelser med 500 eller fler omkomna (utsläpp av giftig gas).



Figur 11. Samhällsrisknivå för programområdet i det fall rangering av farligt gods på bangården kvarstår år 2040.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej 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 [10], 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. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

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. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [10]. De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och beräknade risknivåer presenteras och diskuteras nedan.

Observera att avsnittet utgör ett diskussions- och beslutsunderlag för vidare planering och således inte har formulerats som konkreta planbestämmelser.

### 5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Samtliga åtgärder är inte lämpliga att reglera i en detaljplan, utan beaktas först i senare skede. Där inget annat nämns nedan, anses åtgärderna, enligt Boverkets skrift, vara lämpliga att reglera i detaljplan.

Baserat på beräknade risknivåer görs bedömning att åtgärder ska implementeras för att minska risk förknippat med urspårning samt olyckor med brandfarlig vätska och giftig gas.

#### 5.1.1 Disposition av programområde

För det studerade fallet där rangerbangården förutsätts bli kvar (och fortsatt upplåts för rangering av farligt gods) är risknivåerna oacceptabelt höga. Se vidare avsnitt 4.1.1 och 4.1.2. Med anledning av detta bedöms exploatering i enlighet med intentionerna i visionsförslaget som mycket svårt och kostsamt att genomföra. Detta gäller även en potentiell etappvis utbyggnad av de södra delarna av programområdet. Åtgärdsbehoven bedöms bli mycket kostsamma och de höga persontätheter som eftersöks med t.ex. kvarterstad bestående av flerbostadshus i 2-6 våningar bedöms ej lämpligt.

Givet att rangerbangården avvecklas frigörs mark i de norra delarna av programområdet. Exploatering i enlighet med programförslaget bedöms i detta fall vara möjligt.

Ett bebyggelsefritt skyddsavstånd om 30 meter rekommenderas, räknat från järnvägen (det södra spåret). Givet ett skyddsavstånd om 30 meter bedöms inga ytterligare urspårningsskydd krävas utmed järnvägen. Inom skyddsavståndet ska utomhusytor utformas så att de inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse. Detta innebär att inga uteplatser, lekplatser, uteserveringar etc. bör förläggas i denna del av programområdet. Ytorna kan istället nyttas för t.ex. ytparkering och körstråk. Notera dock att Trafikverket normalt kräver ett fritt avstånd om 15 meter mellan järnväg och ytparkering.



I det fall bebyggelse önskas förläggas närmre järnvägen än 30 meter krävs urspårningsskydd i form av t.ex. vall, mur, skyddsräll etc., eller kombinationer av dessa, utmed hela programområdets sträckning mot järnvägen.

### **5.1.2 Disposition av byggnad**

Utrymningsmöjligheter för de byggnader som placeras närmst järnvägen ska tillses i riktning bort från järnvägen så att trygg utrymning kan ske med byggnaderna som barriär mot riskkällan.

### **5.1.3 Byggnadstekniskt brandskydd**

Fasader och tak inom 40 meter från järnvägen (det södra spåret) utformas täta, i obrännbara material, och i lägst brandklass EI 30. Fönster kan utföras i lägst EW 30. Inom 30 minuter förväntas utrymning av byggnaden kunna genomföras. Notera att kravet gällande täthet även inkluderar ventilation, varvid tilluftsdon etc. ej ska placeras i aktuella fasader.

I det fall skyddsavståndet utökas från 30 meter till 40 meter krävs inte brandklassning av fasader och fönster.

### **5.1.4 Ventilationsåtgärder**

För samtliga byggnader inom programområdet ska ventilationen utföras med manuell nödavstängningsmöjlighet så att boende och verksamhetsutövare vid t.ex. ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten) kan stänga ventilationsdon (samt dörrar och fönster). Om central ventilation nyttjas bör denna förses med central nödavstängningsmöjlighet.

### **5.1.5 Sammanställning av riskreducerande åtgärder**

De åtgärder som bedöms skäligen vidta för programområdet med hänsyn till risksituationen är följande:

- En förutsättning för exploatering inom programområdet är att rangerbangården först avvecklas. Eventuell etappvis utbyggnad till dess att bangården är avvecklad bedöms inte lämpligt ur risksynpunkt.
- Ett bebyggelsefritt skyddsavstånd om minst 30 meter ansätts från järnvägen räknat (det södra spåret). Inom detta skyddsavstånd ska mark utformas så att den inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse. Ytparkering och körstråk medges inom skyddsavståndet. Notera dock att Trafikverket normalt kräver ett fritt avstånd om 15 meter mellan järnväg och ytparkering.
- Fasader och tak inom 40 meter från järnvägen (det södra spåret) utformas täta, i obrännbara material, och i lägst brandklass EI 30. Fönster kan utföras i lägst EW 30. Detta åtgärdsbehov utgår om bebyggelsefritt skyddsavstånd ökas till minst 40 meter.
- Utrymningsmöjligheter för de byggnader som placeras närmst järnvägen tillses i riktning bort från järnvägen.
- Ventilation för samtliga byggnader inom programområdet förses med nödavstängningsmöjlighet.



## 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:

- Farligt gods-transporter förbi programområdet,
- 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. [11]

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. [11]

## 7 SLUTSATSER

Såväl individ- som samhällsrisknivån för programområdet är oacceptabelt höga så länge rangering av farligt gods förekommer på bangården. En förutsättning för exploatering enligt översiktsplanen och framtagna visionsskisser är att rangerbangården först avvecklas. Eventuell etappvis utbyggnad till dess att bangården är avvecklad bedöms inte lämpligt ur risksynpunkt.

Om rangerbangården avvecklas och programområdet exploateras enligt förslaget är individrisknivån att betrakta som acceptabel bortom ca 30 meter från järnvägen och samhällsrisknivån i nedre delen av ALARP givet ett skyddsavstånd om minst 30 meter. Riskreducerande åtgärder ska vidtas i skäligen omfattning.

De åtgärder som bedöms skäliga att vidta för programområdet med hänsyn till risksituationen är följande:

- Ett bebyggelsefritt skyddsavstånd om minst 30 meter ansätts från järnvägen räknat (det södra spåret). Inom detta skyddsavstånd ska mark utformas så att den inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse. Ytparkering och körstråk medges inom skyddsavståndet. Notera dock att Trafikverket normalt kräver ett fritt avstånd om 15 meter mellan järnväg och ytparkering.
- Fasader och tak inom 40 meter från järnvägen (det södra spåret) utformas täta, i obrännbara material, och i lägst brandklass EI 30. Fönster kan utföras i lägst EW 30. Detta åtgärdsbehov utgår om bebyggelsefritt skyddsavstånd ökas till minst 40 meter.
- Utrymningsmöjligheter för de byggnader som placeras närmst järnvägen tillses i riktning bort från järnvägen.
- Ventilation för samtliga byggnader inom programområdet förses med nödvändig utsläppsmöjlighet.

Givet införande av dessa riskreducerande åtgärder bedömer WSP att fortsatt planering av programområdet är möjlig ur risksynpunkt.

## 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.

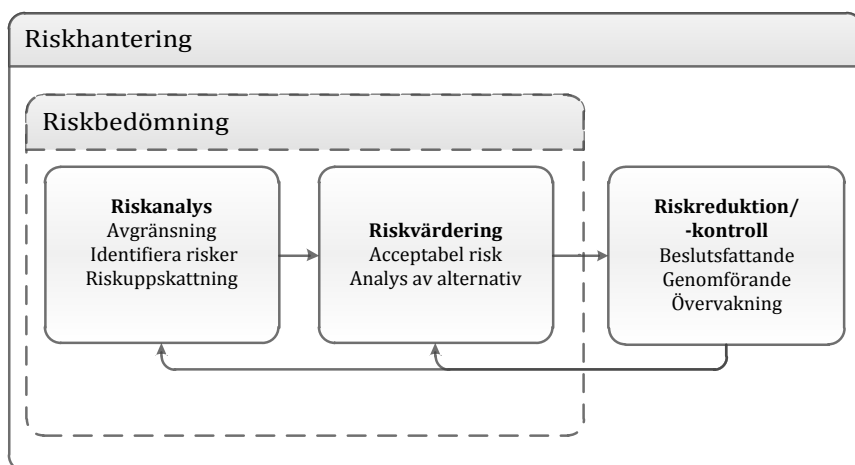
### A.1. Begrepp och definitioner

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 [12] [13], 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.

## Bilaga B. Frekvensberäkningar – järnväg

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* [14]. 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.

I bilagan genomförs separata beräkningar för genomfartstrafik på Blekinge kustbana (Bilaga B.1) samt separata beräkningar för rangering av farligt gods på Karlshamns rangerbangård (Bilaga B.5).

### B.1. Beräkning av olycksfrekvens – genomfartstrafik

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 programområdet. Studerad sträcka är i detta fall 0,5 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är cirka 23400 [6].
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 125600 baserat på antagande om att persontåg i genomsnitt utgörs av tre vagnar och godståg av 17 vagnar.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st [15].
- Antal växlar på den studerade sträckan har antagits vara 4 st.

#### B.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 3 [14]:

Tabell 3. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	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 [14] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

### B.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med programområdet kommer inte finnas plankorsningar.

### B.1.4 Växling och rangering

För Karlshamns rangerbangård genomförs separata frekvensberäkningar, se vidare Bilaga B.5.

### B.1.5 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg i genomfartstrafik år 2040 beräknas till 3,01E-04 med formeln:

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

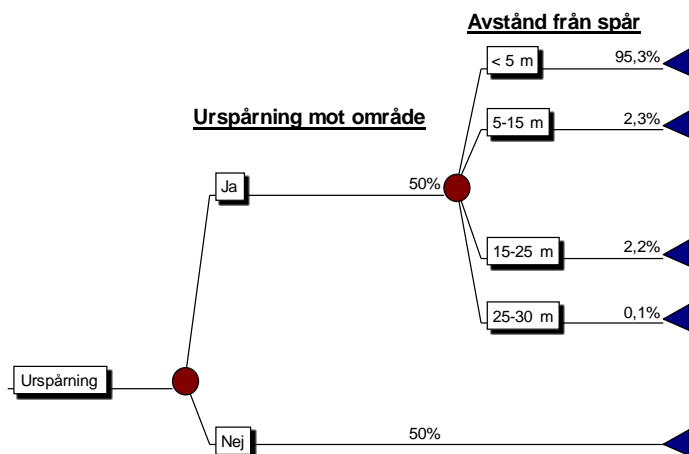
### B.1.6 Avstånd från spår för urspårande vagnar

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 4 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning [14].

Tabell 4. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spår	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 spåret vid urspårning är mycket liten [16]. Enligt Tabell 4 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 urspårningsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Godsvagnar kan vid urspårning generellt hamna längre ifrån spår än vagnar i resandetåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 13.



Figur 13. Händelsetråd med sannolikheter för urspårningar.



## B.2. Fördelning mellan de olika RID-S-klasserna

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 [17] 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. I Tabell 5 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 5. 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 [17].	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 [18].
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.
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 [19]. 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.

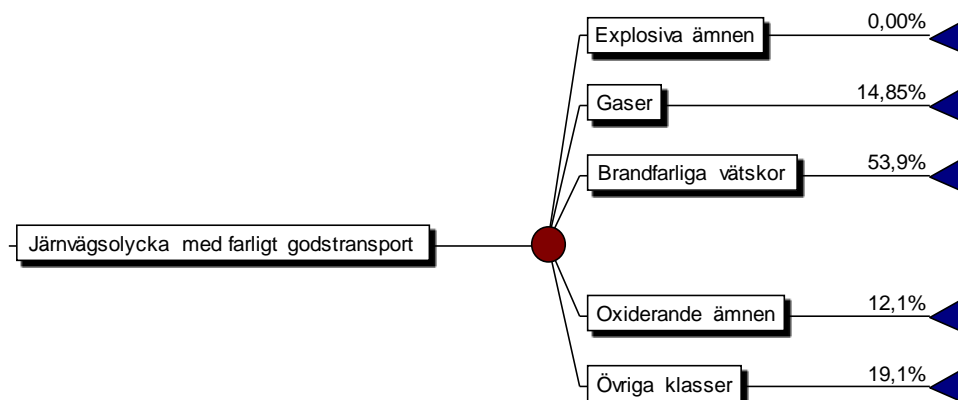
Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Samtliga klasser förekommer inte på banan i dagsläget men studeras likväl som ett tänkbart transportsenario år 2040.

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt B.1.5 beräknad till  $3,01E-04$  per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [20]. Farligt gods-vagnar antas utgöra 5 % av det totala antalet godsvagnar i enlighet med nationellt snitt [21]. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1-(1-0,05)^{3,5}$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka  $4,95E-05$  per år.

I händelseträdet, se Figur 14, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella farligt gods-klasser inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass. Fördelningen mellan godsklasserna baseras i aktuellt fall på nationellt snitt [22], då ingen vetskap om framtida transporter finns i dagsläget. Antagandet bedöms vara konservativt och alla farligt gods-klasser förekommer i den nationella statistiken.



Figur 14. 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.

#### 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.

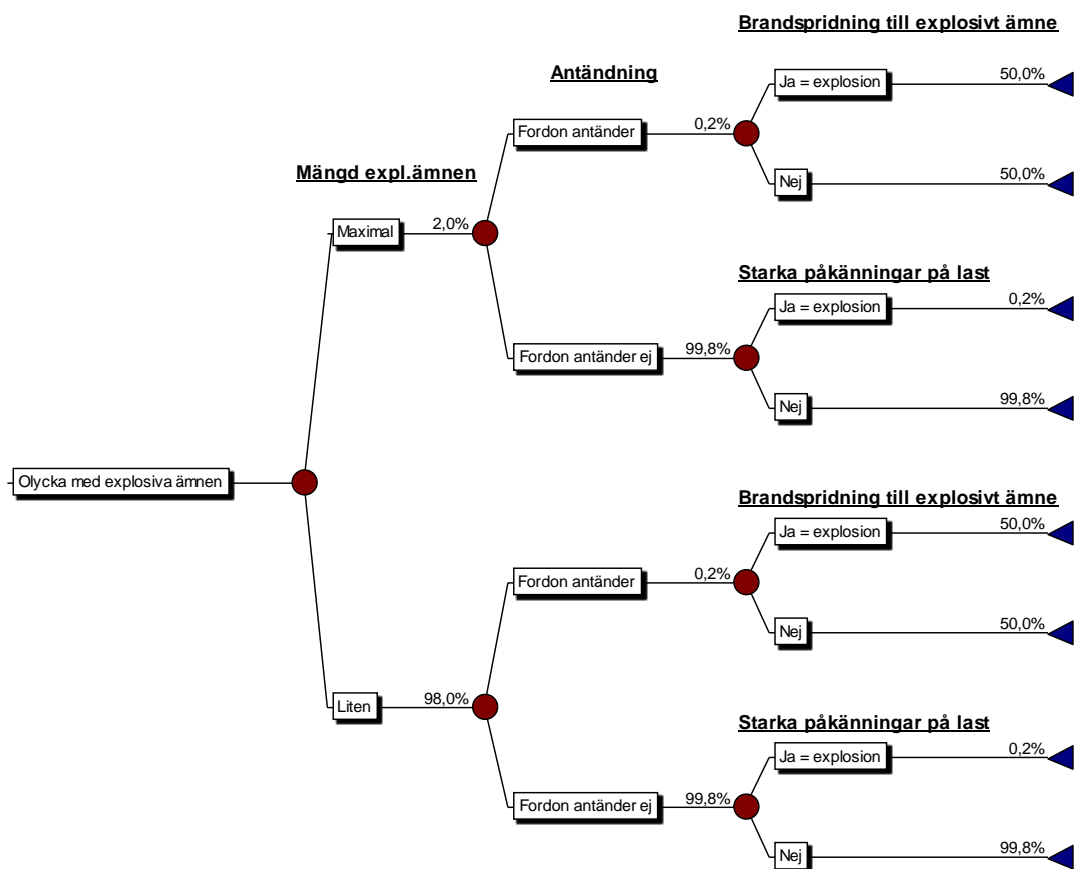
Transport av RID-S klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006-2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods [23]. Denna siffra gäller för Sverige i helhet, och en nedbrytning till transporter på en specifik sträcka går inte göra på något enkelt sätt. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels företagsmässigt och dels säkerhetsmässigt. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg hade det endast tre transporter med klass 1 under hela 2011 i Sverige. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transportererna på mer än 500 kg explosivt ämne [24].

En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas förenklat utgöra mindre laster om 100-150 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 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 [25] [26]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [27].

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 [28]. 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 [29] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 15 redovisas möjliga scenarier.



Figur 15. Händelsetråd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

### B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [22], 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 [14]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

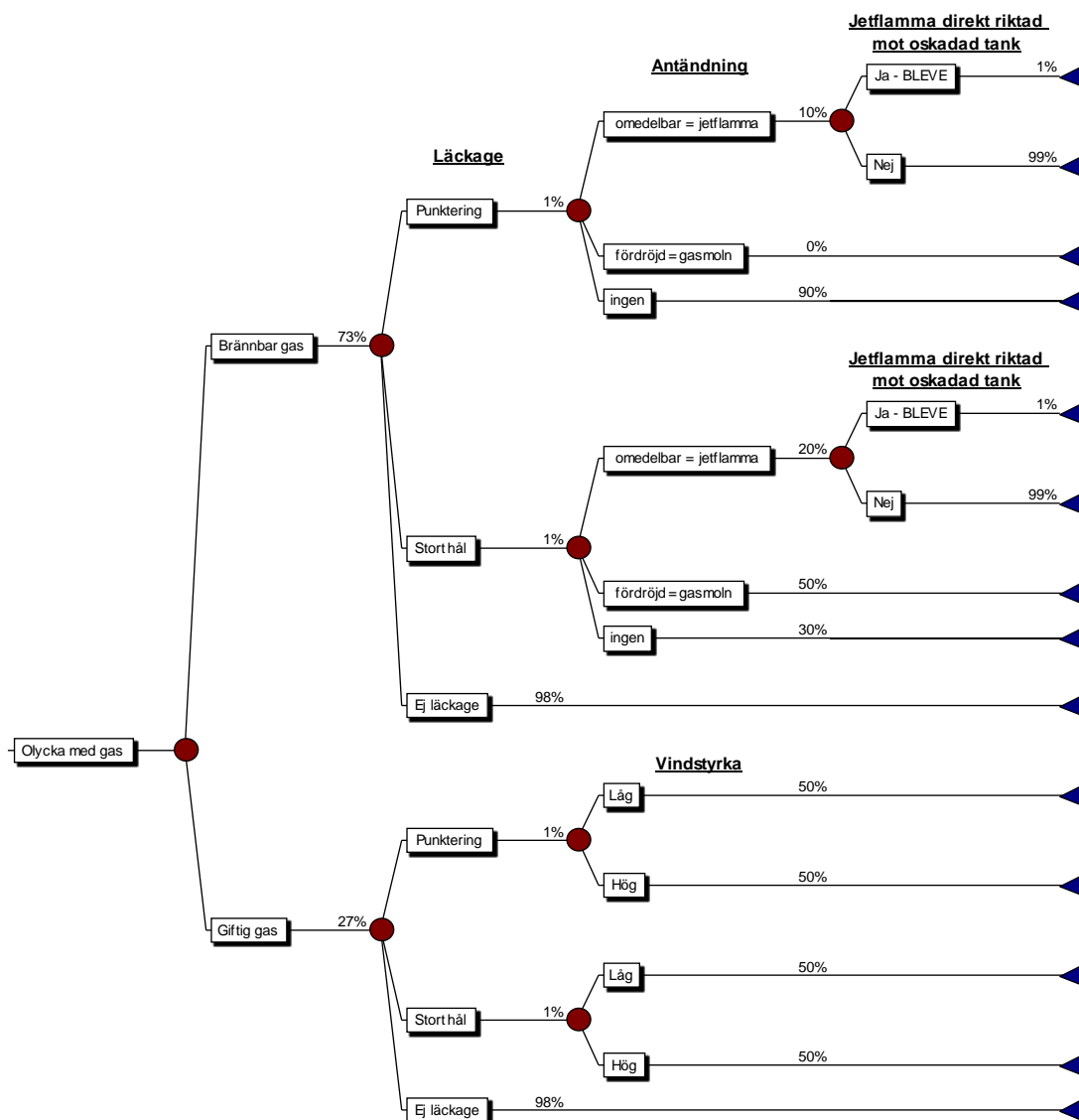
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 [30] 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 % [30]. 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 16 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.



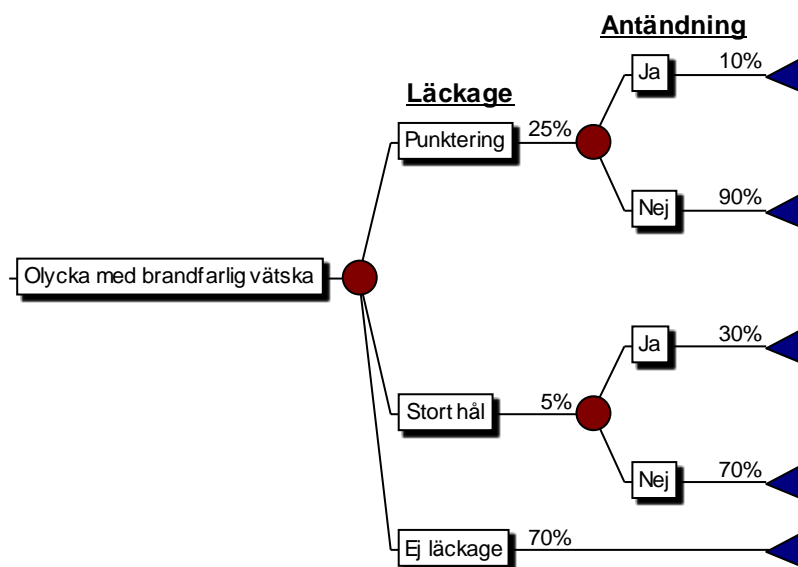
Figur 16. Händelse-träd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

### 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 urspärning är 25 % och 5 % [14]. 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 % [14]. I Figur 17 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 17. Händelsesträd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

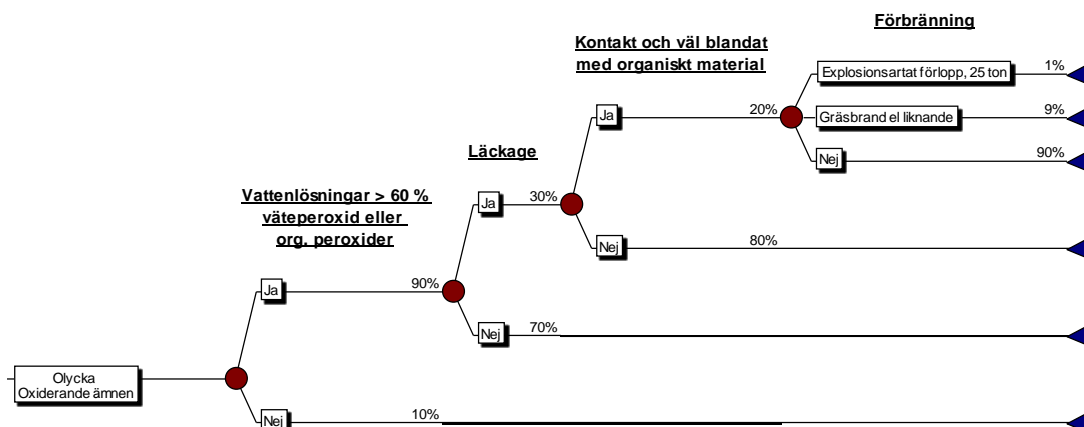
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. 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 [23] 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 % [27]. 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 18 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 18. Händelsetråd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

## B.4. Anpassning av sannolikheten att påverkas utifrån konsekvensavståndets längd

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 programområdet tillämpas en typ av frekvensanpassning. Konsekvenserna i antal döda uppskattas utifrån att olyckan inträffar så att konsekvenserna riktas mot programområdet (exempelvis att jetflamman eller utsläppet är riktat mot programområdet). Därför kan frekvensen i samhällriskberäkning anpassad till programområdet halveras då jetflamman (med flera) som är riktade bort från detsamma inte ska bidra till samhällsrisk för programområdet. 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 olycksscenarier med cirkulärt konsekvensområde (ex. explosioner) görs ingen sådan reduktion.

## B.5. Beräkning av olycksfrekvens – Karlshamns rangerbangård

I enlighet med Trafikverkets (tidigare Banverkets) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [14] kan förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till ca 3,00E-05.

Enligt uppgifter från Green Cargo rangeras årligen ca 16000 vagnar på bangården, varav ca 15 % utgörs av farligt gods.

Frekvensen för olycka med rangerad farligt gods-vagn blir således  $16000 \cdot 0,15 \cdot 3,00E-05 = 7,18E-02$  på bangården.

Uppgifter om förekommande gods och mängder är konfidentiella och får ej publiceras i denna rapport, men har använts som underlag för beräkningar i riskbedömningen. Farligt gods av RID-S-klasserna 2.1 och 8 rangeras i dagsläget på bangården. Det är primärt klass 2.1 som kan ge påverkan på programområdet vid olycka, och beräkningar av olika delfrekvenser och sluthändelser utförs på samma sätt som redovisats i avsnitt B.3.2 ovan.

## Bilaga C.           Konsekvensberäkningar – järnväg

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 på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspårning har dock de urspårande vagnarnas avstånd från spåret beaktats.

### C.1.   Persontäthet

Enligt ett illustrationsförslag från FOJAB [3] kan programområdet komma att utformas i enlighet med Figur 4 i huvudrapporten. Illustrationen ska ses som just ett förslag i detta skede, men ger en indikation gällande omfattning och placering av byggnader och verksamheter. Bebyggelsen planeras bli 2-6 våningar hög och ge plats för ca 570 lägenheter samt lokaler för kontor och centrumverksamhet.

Det antas att lägenheterna i medeltal rymmer 2 personer, vilket ger 1140 boende i området. Därtill antas ca 500 personer vistas i övriga lokaler såsom kontor, handel etc. Nattetid förväntas endast de boende vistas i området.

Persontätheten i området bedöms utifrån dessa uppgifter, samt områdets area, kunna bli ca 18000 personer/km<sup>2</sup> dagtid och ca 12500 personer/km<sup>2</sup> nattetid. Programområdets area är ca 87500 m<sup>2</sup>.

### 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. Riskerna begränsas till området närmast banan. Vanligen påverkas inte området bortom ca 30 meter.

### 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

Detonationer och de konsekvenser som dessa orsakar är komplexa och kräver beaktande av många faktorer. Konsekvenserna för människor beror bland annat på mängden explosiv vara, omgivningens utformning (tillgång till skydd i form av bebyggelse eller liknande) samt hur personer befinner sig i förhållande till explosionen.

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 som splitter kastas mot människor (sekundära) [31].

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 [32]. Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas i denna riskbedömning uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter [27].

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader). I FÖP Göteborg [27] anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

### 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.

#### C.3.2.1. 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 [33].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [34]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [35], 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 fläktade 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
- Luftryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %

- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 6 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 6. 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	92 m
		Gasmoln	21 m

De i Tabell 6 redovisade konsekvensavstånden nyttjas även i konsekvensberäkningarna för olyckor förknippade med rangering av klass 2.1 på Karlshamns rangerbangård.

### C.3.2.2. 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* [36] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC<sub>50</sub><sup>1</sup>) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [36]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [36].

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 7.

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

<sup>1</sup> Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

Tabell 7. 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 [34].

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 [37].

I Tabell 8 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 8. 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 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

I det fall en barriär uppförs mellan lokalväg och skola, i enlighet med åtgärdsförslagen i denna riskbedömning, antas pölutbredningen vid urspårning och vätskeläckage, i riktning mot fastigheten, stanna på lokalvägen och inte ledas ner vidare mot byggnaden. Lokalvägen faller dessutom mot norr och av denna anledning förväntas en liten pölbrand om ca 100 m<sup>2</sup> och ett konsekvensavstånd om maximalt ca 25 meter uppstå, från barriären räknat.



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

Vid olycka med klass 5 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. bensin. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplösiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplösiva varor [27], se vidare avsnitt B.3.1.

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

Tabell 9. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

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

## C.4. Bedömning 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.

De personer som befinner sig inomhus antas erhålla ett visst skydd gentemot vissa av de identifierade riskscenarierna. I grundberäkningen har 90 % av antalet personer antagits vistas jämnt fördelat inom ytorna inomhus dagtid och resterande 10 % jämt fördelat på ytorna utomhus. Nattetid antas 99 % vistas inomhus och 1 % utomhus. Samtliga personer inom den area som utsätts för dödliga konsekvenser antas omkomma utomhus. Inomhus har skyddsgrad enligt Tabell 10 tillskrivits de personer som vistas inom area som utsätts för dödliga konsekvenser.

Tabell 10. Antagen skyddsgrad av att vistas inomhus för identifierade riskscenarier.

Konsekvens- klass	Olycksscenario	Grundberäkning
1	Urspårning < 5 m,	0%
	Urspårning 5-15	0%
	Urspårning 15-25	0%
	Urspårning 25-40	0%
2.1	Explosiva ämnen, 25 ton	33%
	Explosiva ämnen, 100 kg	33%
2.3	BLEVE	90%
	Jetflamma, punktering	90%
	Gasmoln, punktering	90%
	Jetflamma, stort hål	90%
	Gasmoln, stort hål	90%
	Punktering giftig gas, svag vind 2 m/s	90%
3	Punktering giftig gas, stark vind 8 m/s	90%
	Stort hål giftig gas, svag vind 2 m/s	90%
	Stort hål giftig gas, stark vind 8 m/s	90%
	Liten pölbrand	90%
5	Stor pölbrand	90%
	Explosion oxiderande ämnen, 25 ton	33%
	Gräsbrand oxiderande ämnen	90%

De antaganden som gjorts vid skattning av skyddsgrad inomhus är:

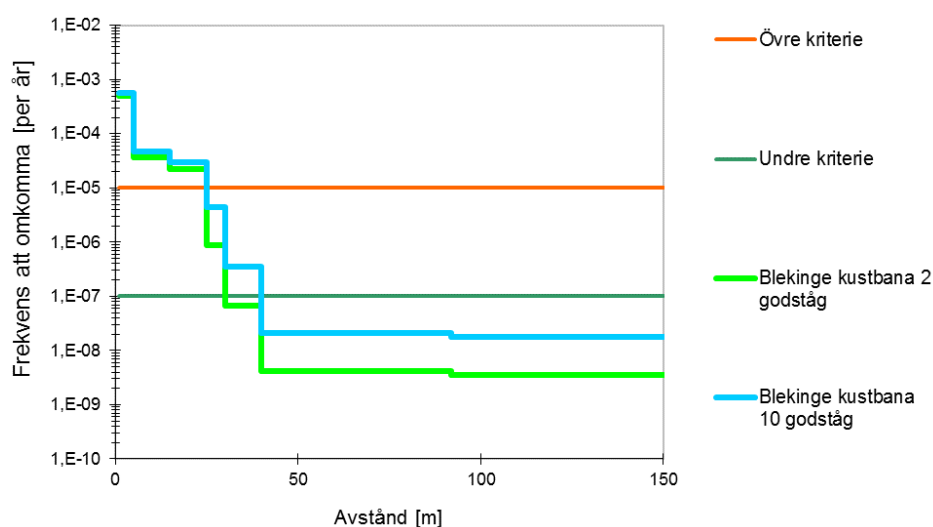
- Byggnadens omslutande konstruktion antas begränsa spridning av kaststycken och splitter samt delvis minska tryckvåg vid explosioner. Skadeomfattningen bedöms därmed reduceras med ca 1/3 gentemot att vistas i det fria.
- Byggnadens omslutande konstruktion antas begränsa strålning från bränder i inledningsskedet av denna olyckstyp. En stor del av de som vistas inomhus antas hinna utrymma byggnaden. Skadeomfattningen bedöms därmed reduceras med ca 9/10 gentemot att vistas i det fria.
- Byggnadens omslutande konstruktion antas begränsa inläckage av giftiga gaser till viss del. Skadeomfattningen bedöms därmed reduceras med ca 9/10 gentemot att vistas i det fria [10].

## Bilaga D. Känslighetsanalys

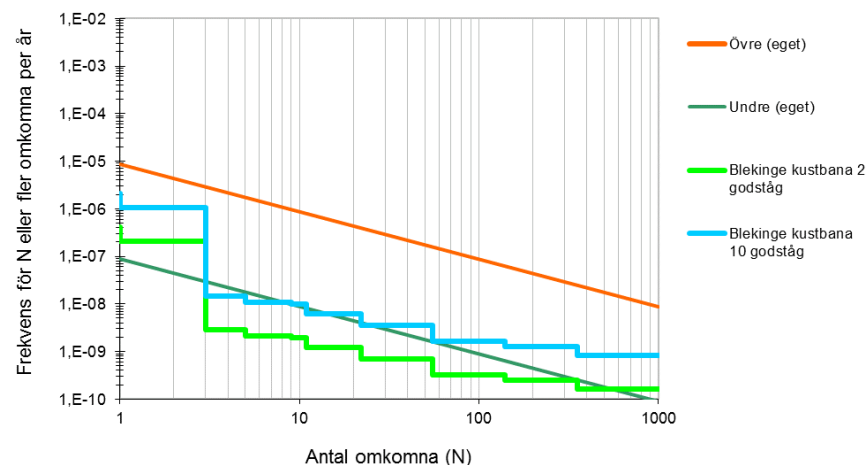
Som noterats i kapitel 6 föreligger alltid osäkerheter vid denna typ av utredningar. Osäkerheterna påverkar resultatet av utredningen i olika stor omfattning.

Den osäkerhet som bedöms vara störst i aktuell utredning gäller mängder och typ av farligt gods på järnvägen i framtiden. Grundberäkningen bygger på Trafikverkets prognos för år 2040, vilken innebär 62 persontåg och 2 godståg per dygn [6]. En känslighetsanalys har därför utförts för att kontrollera skillnaden om godstrafiken skulle bli större än prognosen och beräkningar utförs med 62 persontåg och 10 godståg per dygn.

Resultatet av känslighetsanalysen redovisas i Figur 19 och Figur 20.



Figur 19. Känslighetsanalys avseende individrisk för området kring Blekinge kustbana vid ökat antal godståg från grundberäkningens 2 till 10 per dygn på banan.



Figur 20. Känslighetsanalys avseende samhällsrisik för programområdet vid ökat antal godståg från grundberäkningens 2 till 10 per dygn på banan.

I Figur 19 kan utläsas att individrisknivån vid känslighetsanalysens 10 godståg per dag innebär en acceptabel risknivå först bortom 40 meter från banan. I Figur 20 kan utläsas att samhällsrisiken för programområdet ökar, men förblir inom ALARP-området. Känslighetsanalysens resultat är sammantaget att resultaten är känsliga för eventuella ytterligare ökning av godstrafiken på banan, vilket understryker behovet av riskreducerande åtgärder.

## Bilaga E. Referenser

- [1] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [2] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [3] FOJAB, "Karlshamn Stationsområde - Parallellt uppdrag," 2016-04-04.
- [4] Sweco, "Stationsstaden Karlshamn – Underlag till förstudie," 2016-12-14 .
- [5] Karlshamns kommun, "Förnyad konkurrensupphandling, utredningar för planprogram Stationsområdet Karlshamn (Dnr 2016/1354)," 2018-02-07.
- [6] Trafikverket, "Trafikuppgifter\_buller\_prognos\_och\_t18".
- [7] Lars Fransson-Trelde, Green Cargo, "E-post," 2018-05-02.
- [8] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [9] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [10] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [11] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [12] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [13] ISO, *Risk management - Vocabulary*, International Organization for Standardization, 2002.
- [14] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [15] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [16] Banverket och Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2004.
- [17] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [18] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [19] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [20] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [21] TRAFIFA, "Bantrafik 2011 och Bantrafik 2012".
- [22] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [23] Trafik analys - TRAFIFA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.

- [24] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [25] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [26] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [27] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [28] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [29] HMSO, Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [30] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [31] Stefan Lamnevik AB, "Verkan av explosioner i det fria," 2010.
- [32] Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl., "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker," Tumba, 1997.
- [33] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [34] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [35] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [36] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank*.
- [37] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.



UPPDRAGSNAMN  
Riskbedömning – Stationsområdet Karlshamn

UPPDRAGSNUMMER  
10267430

FÖRFATTARE  
Fredrik Larsson

DATUM  
2018-10-09

## 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 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. [www.wsp.com](http://www.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](http://wsp.com)

