



Ankom: 2018-06-01 Ärende: PLAN.2014.9 Handling: 371312

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



## Riskbedömning av tidig planskiss i detaljplanearbetet

Urspårning och transport av farligt gods på järnväg samt  
utbyggnad till dubbelspår

Kattvikskajen, Hudiksvall

2015-12-14

## Uppdragsgivare

Hudiksvalls Kommun

## WSP kontaktperson

Joakim Almén

Charlotta Dixner

WSP Brand & Risk

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

Fax: +46 10 7228793

WSP Sverige AB

Org nr: SE556057488001

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

## Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning				
Datum	2015-12-14	2016-03-01		
Handläggare	Charlotta Dixner	Charlotta Dixner		
Signatur	CD	CD		
Granskare	Henrik Selin	Henrik Selin		
Signatur	HS	HS		
Godkänd av	Joakim Almén	Joakim Almén		
Signatur	JA	JA		
Uppdragsnummer	10220320	10220320		
Rapportnummer				
Filnamn				

## Sammanfattning

WSP har av Hudiksvall kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med utbyggnaden av Ostkustbanan till dubbelspår samt planläggningen av Kattvikskajen i Hudiksvall centrum i Gävleborgs län. Den tidiga planskissen inför detaljplanen innebär uppförande av nya kontor och bostäder samt byggnader för olika kultur- och nöjesändamål. Väster om planområdet löper de befintliga järnvägsspåren ovan jord. Minsta avstånd mellan ett tilltänkt dubbelspår öster om befintliga spår och planerade fastigheter på planområdet är cirka 35 meter.

Den beräknade individrisken är inom 40 meter från befintlig järnvägs spårmitt och planerat nytt spår mitt över acceptabla gränsvärden samt inom ALARP-området. Samhällsrisken då den befolkningsfria ytan från spårområdet är 40 meter ligger dels inom ALARP, men även under gränsvärdena för acceptabel risk. Ifall planområdet för Kattvikskajen planeras inom 40 meter från befintlig Ostkustbanas spårmitt eller planerat nytt spår ska riskreducerande åtgärder övervägas och införas i de fall de anses kostnadsmässigt rimliga. Med hänsyn till omgivningen avseende skyddsavstånd till byggnader samt topografi anser WSP att det är att föredra att lägga det nya spåret öster om den befintliga järnvägen.

WSP anser att möjligheterna till och kostnaderna för enskilda eller en kombination av följande riskreducerande åtgärder ska utredas vidare:

- Ett skyddsavstånd på 40 meter hålls mellan den befintliga järnvägens spårmitt och planerad bebyggelse samt mellan det planerade nya spårets mitt och planerad bebyggelse.
- Dispositionen av planområdet.
- En skyddsvall eller stödmur upprättas som skydd mot urspårande tåg.
- Ett tråg som utgör ett effektivt skydd mot att tåget förflyttar sig från spårområdet vid ursparning.
- Skyddsräler som innebär att extra räler placeras innanför de ordinarie rälererna. Skyddsräler minskar konsekvensen vid en ursparning då de hindrar urspåret tåg från att lämna planområdet.
- Fasaden på befintliga byggnaden inom 40 meter från spår kan förstärkas för att byggnaden inte ska kollapsa om den blir påkörd av ett urspårande tåg.

## Innehåll

1	Inledning.....	5
1.1	Bakgrund.....	5
1.2	Syfte och mål.....	5
1.3	Avgränsningar.....	5
1.4	Styrande dokument.....	6
1.5	Underlagsmaterial.....	7
1.6	Internkontroll.....	7
2	Områdesbeskrivning.....	8
2.1	Planområdet.....	8
2.2	Infrastruktur.....	9
2.3	Omgivning.....	10
3	Omfattning av riskhantering och metod.....	13
3.1	Begrepp och definitioner.....	13
3.2	Metod för riskinventering.....	13
3.3	Metod för riskuppskattning.....	14
3.4	Metod för riskvärdering.....	15
3.5	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder.....	17
4	Riskidentifiering.....	18
4.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor.....	18
4.2	Transportleder för farligt gods.....	18
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	20
5.1	Riskenivå.....	20
6	Riskreducerande åtgärder.....	22
6.1	Skyddsavstånd.....	22
6.2	Disposition av planområdet.....	22
6.3	Skyddsvall eller stödmur.....	22
6.1	Tråg.....	23
6.2	Skyddsräler.....	23
6.3	Förstärkt fasad.....	23
7	Diskussion.....	24
7.1	Riskenivå.....	24
7.2	Identifiering av osäkerheter.....	25
8	Slutsatser.....	26

## Bilagor

Bilaga A.	Frekvens- och sannolikhetsuppskattningar.....	27
Bilaga B.	Konsekvensuppskattningar.....	35
Bilaga C.	Känslighetsanalys.....	40
Bilaga D.	Referenser.....	45

# 1 Inledning

WSP har av Hudiksvall kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med utbyggnaden av Ostkustbanan till dubbelspår samt planläggningen av Kattvikskajen i Hudiksvall centrum i Gävleborgs län. Riskbedömningen utgår från att beskriva riskbilden för planområdet och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med den tidiga planskissen i detaljplanearbetet, samt vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder. Riskbedömningen för planområdet är representativt för hela sträckningen som avses med utbyggnaden av dubbelspår, vilket medför en konservativ skattning då området runt planområdet är mer tätbefolkat än övrig sträckning.

## 1.1 Bakgrund

En ny detaljplan är under upprättande för området Kattvikskajen. Syftet med planen är att möjliggöra boende, kontorsverksamhet samt byggnader för olika nöjes- och kulturändamål.

Enkelspåret på Ostkustbanan är idag fullt utnyttjat. Kapacitetsbristen är ett växande problem. Tågtrafiken har ökat kraftigt, där antalet tåg mellan Gävle-Sundsvall sedan år 2000, har ökat med cirka 80 %, från 35 till 65 tåg per dygn. Prognosen är att efterfrågan ökar till 100 tåg per dygn år 2020 (1).

Väster om planområdet löper Ostkustbanan, som är transportled för farligt gods (2). Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är ca 35 meter. Länsstyrelsen i Gävleborgs län följer riktlinjerna för storlänerna (3) (4). Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led (5). Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning.

## 1.2 Syfte och mål

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

## 1.3 Avgränsningar

I riskbedömningen belyses risker förknippade med ursparning och transport av farligt gods på Ostkustbanan. 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. Egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser eller buller har inte beaktats.

I planläggningen av en ny dubbelspårig Ostkustbana i Hudiksvalls kommun mellan Sundsvall och Gävle finns i dagsläget två alternativa korridorer. Riskbedömningen avser endast den östra korridoren som följer den befintliga järnvägen genom staden och passerar genom Iggesund (6).

Ett antal kritiska punkter har identifieras på sträckan utmed Ostkustbanan och avser en eller flera byggnader som är belägna inom 40 meter från spår. Det innebär att dessa kan komma att omfattas av inlösen eller av annan åtgärd vid en utbyggnad av järnvägen. I denna rapport är kritiska punkter en avgränsning som därmed inte berörs djupare.

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

## 1.4 Styrande dokument

Plan- och Bygglagen (2010:900) anger följande:

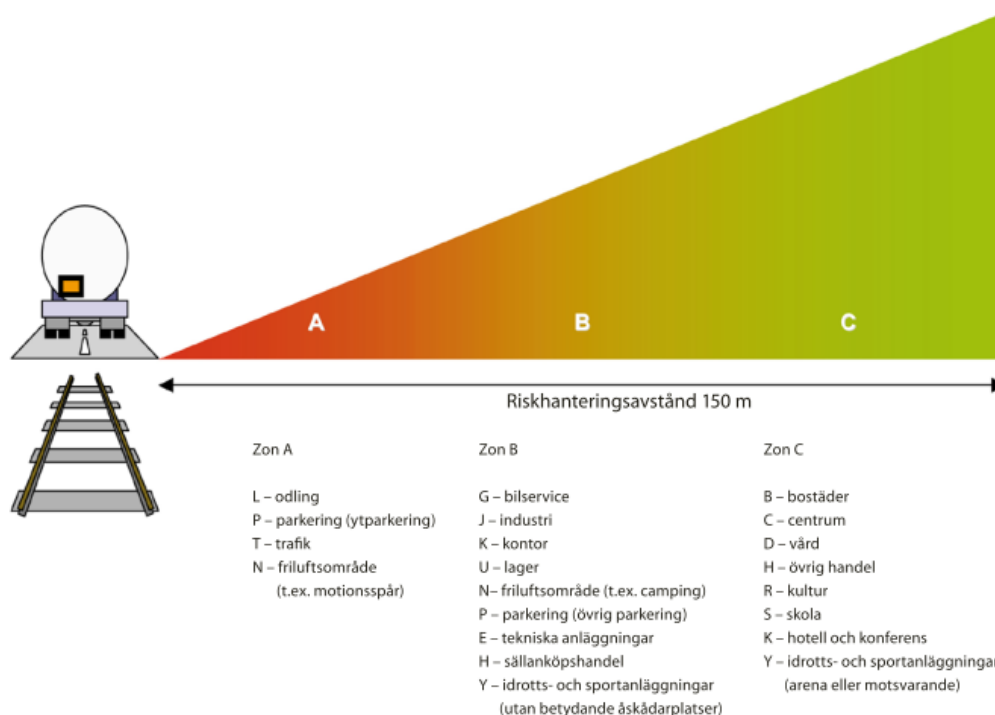
Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till:

1. människors hälsa och säkerhet, ... (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:

2. skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (2 kap. 6§).

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen (5) 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.



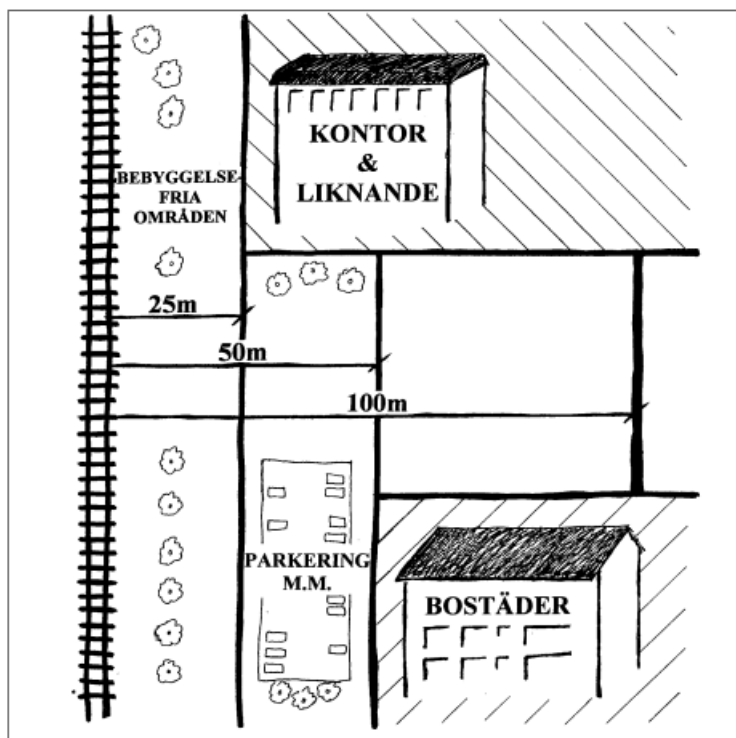
Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods (5).

Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationer som stöd i arbetet med att ta hänsyn till risker i planprocessen och dessa tillämpas även för Gävleborgs län (3) (4), till exempel:

- Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag (6).
- Riskhantering i detaljplaneprocessen (5).

Dessa dokument utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser i bl.a. planärenden. De skyddsavstånd och hänsynsregler som finns i dessa rekommendationer har beaktats vid genomförandet av denna riskbedömning.

Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer som ny bebyggelse kan planeras (7). Dessa rekommendationer gäller även för Gävleborgs län (3) (4). Rekommendationerna innebär kortfattat att området 25 meter från järnvägen ska lämnas bebyggelsefritt, Figur 2. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 25 meter medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 50 meter.



Figur 2. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse (7).

## 1.5 Underlagsmaterial

Arbetet baseras på följande underlag:

- Planskisser för Kattvikskajen och Hudiksvall.
- Underlag från Trafikverket avseende tågtrafiken på sträckan Gävle – Sundvall (8).
- Underlag från Trafikverket avseende tågtrafiken på sträckan Gävle – Sundvall (9).
- Översiktsplan för dubbelspår på Ostkustbanan, samrådshandling våren 2013, Hudiksvalls kommun (1).
- Tematiskt tillägg för dubbelspår på Ostkustbanan, Samråd 2 hösten 2015.
- Minnesanteckningar och fotografier från platsbesöket 2015-10-15.

## 1.6 Internkontroll

Rapporten är utförd av Charlotta Dixner (Civilingenjör Riskhantering) med Joakim Almén (Brandingenjör/ Civilingenjör 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 Henrik Selin (Civilingenjör Riskhantering och Ekosystemteknik).

## 2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning.

### 2.1 Planområdet

Planområdet omfattar Kattvikskajen (rödmarkerad) som ligger i Hudiksvalls centrum, mitt emot Hudiksvall station. Planområdet används idag mestadels som parkering och för ett fåtal befintliga lagerlokaler. Beräknat antal bostäder som förväntas rymmas på Kattvikskajen är i dagsläget cirka 400 stycken. Detta är dock beroende av hur många våningar det blir, vilket avgörs i kommande detaljplaner. Persontätheten uppskattas till cirka 1750 personer/km<sup>2</sup> dagtid och cirka 3500 personer/km<sup>2</sup> nattetid, för detaljer se avsnitt B.1 Persontäthet.



**Figur 3. Planområdet sett från håll. Kattvikskajen inringad i rött. Tiltänkt korridor för utbyggnad av Ostkustbanan är markerat i lila.**





**Figur 4. Planområdet inzoomat. Förslag på bostadshus och kontor på Kattvikskajen i Hudiksvall. 1: Gamla stationshuset. 1: Utbyggnad till dubbelspår. 3: Förslag på parkering. 4: Förslag på kultur och nöje. 5: Förslag på bostäder. 6: Förslag på kontor. 7: Förslag på dagvattenhantering.**



**Figur 5. Kattvikskajen.**

## 2.2 Infrastruktur

Väster om planområdet Kattvikskajen löper Ostkustbanan, en järnväg som går mellan Stockholm och Sundsvall. En utbyggnad av sträckan Gävle – Sundsvall till dubbelspår från ett till två spår är under utredning. På denna sträckning är järnvägen trafikerad av persontåg och godståg. Avståndet från ett nytt tilltänkt spår öster om Ostkustbanans till förslag på planerad bebyggelse på Kattvikskajen är cirka 35 meter.



Figur 6. Ytan mellan Ostkustbanan och det gamla stationshuset som används som kontor.

## 2.3 Omgivning

Järnvägen går mestadels ovan jord genom Hudiksvall centrum, men cirka 340 meter fågelvägen från Hudiksvalls station går järnvägen genom en tunnel, se Figur 7 och Figur 8. Tunneln är cirka 90 meter lång och intill (cirka 5 meter väster) och över tunnel ligger Hudiksvall Stadshotell beläget. Cirka 5 meter öster om tunnel ligger Quality Hotell beläget med cirka 107 hotellrum. Tunnel är cirka 10 meter bred. I byggnaden nordost om Quality Hotell ligger Hudiksvall Bibliotek, ett café och Kulturhuset Glada Hudik.



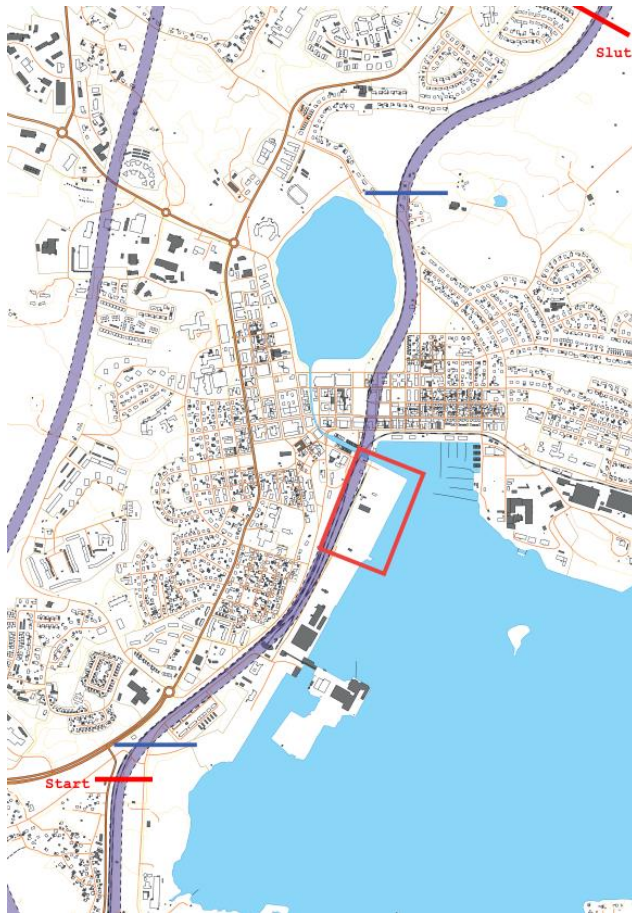
Figur 7. Översiktlig bild av tunnel (markerat i rött) för passage av järnvägen norr om planområdet.



**Figur 8. Ostkustbanan genom befintlig tunnel.**



**Figur 9. Yta mellan Ostkustbana och befintliga hus norr om tunneln.**



Figur 10. Sträckan som utreds är den som går mellan markeringarna *start* och *slut*.

## 3 Omfattning av riskhantering och metod

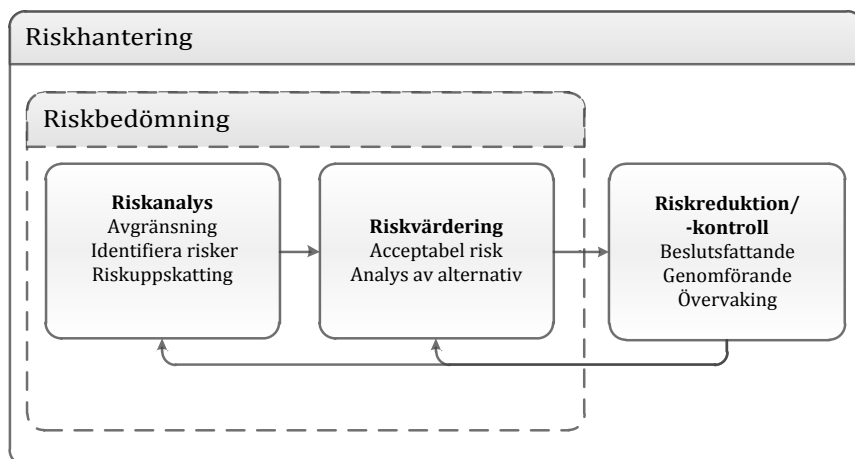
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

### 3.1 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 (10) (11), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 11. 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 11. 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.

### 3.2 Metod för riskinventering

Riskinventering genomfördes genom kartstudier samt ett platsbesök av Charlotta Dixner och Joakim Almén (WSP Sverige AB) 2015-10-15.

### 3.3 Metod för riskuppskattning

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport (12) 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 A.

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

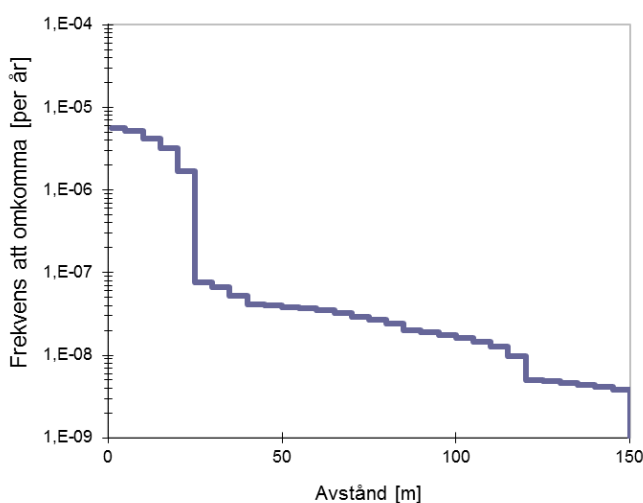
I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttan individrisk och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter och ursparning.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåttan, individrisk och samhällsrisk, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande (individperspektiv), samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas (samhällsperspektiv).

#### 3.3.1 Individrisk

Individriska är sannolikheten att omkomma för en person som kontinuerligt vistas på en specifik plats, t.ex. på ett visst avstånd från en industri eller transportled, oftast utomhus (13). Individriska är platsspecifik och är oberoende av hur många personer som vistas i det givna området. Syftet med riskmättet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individriska kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 12.



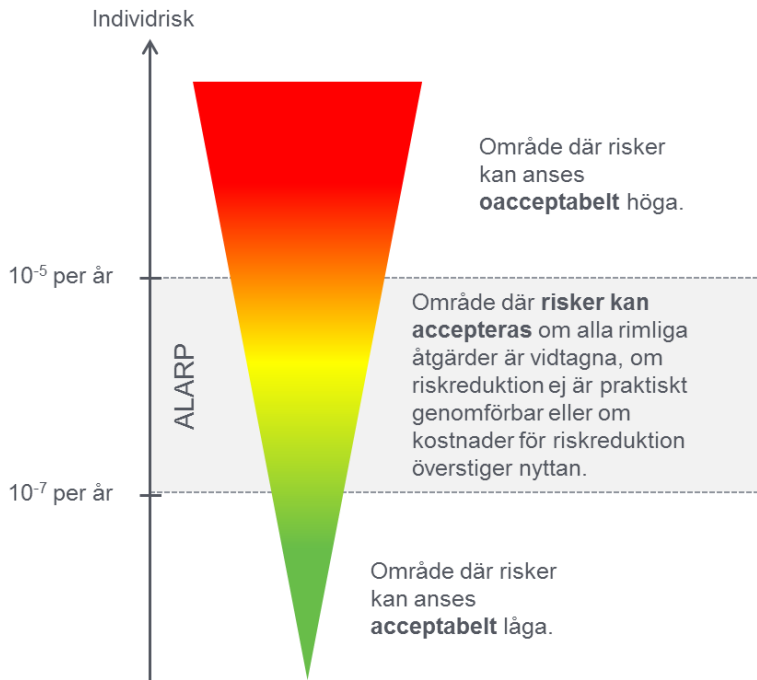
Figur 12. Exempel på individriskprofil.

#### 3.3.2 Samhällsrisk

Riskmättet samhällsrisk beaktar även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningstäthet och persontäthet. 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.

Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 13, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.





Figur 14. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas (13):

- 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 tillhöra den andra kategorin värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med 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-nyttanalyser.
- De risker som kategoriseras som låga kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

För individrisk föreslog DNV (13) följande kriterier:

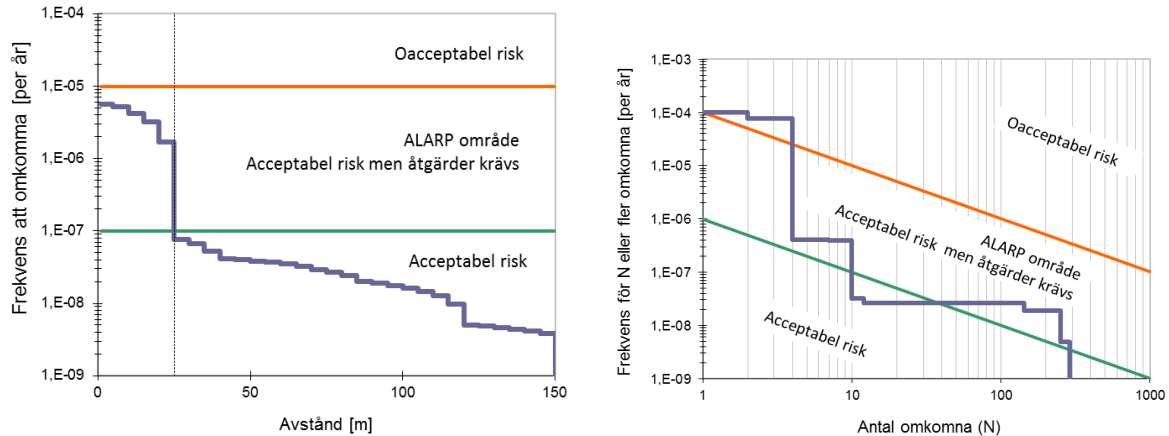
- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras:  $10^{-5}$  per år
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga:  $10^{-7}$  per år

För samhällsrisk föreslog DNV (13) följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:  $F=10^{-4}$  per år för  $N=1$  med lutning på  $F/N$ -kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga:  $F=10^{-6}$  per år för  $N=1$  med lutning på  $F/N$ -kurva: -1

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön, se Figur 15.





Figur 15. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (13).

I denna riskbedömning redovisas individrisknivå och samhällsrisk för 1 km<sup>2</sup>.

### 3.5 Metod för identifiering av 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 Säkerhetsförstärkande åtgärder i detaljplaner (14), vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

## 4 Riskidentifiering

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 4.1 Identifiering och beskrivning av riskkällor

Inga farliga verksamheter har identifierats inom 150 meter från planområdet. Befintlig Ostkustbana och planerad utbyggnad till dubbelspår bedöms vara den enda riskkällan med potentiell påverkan på planområdet. Ursparning med eller utan farligt gods kan medföra negativa konsekvenser för omgivande byggnader eller personer. Hur stort konsekvensavståndet blir beror på hur långt från spåren som tåget stannar efter en ursparning samt hur långt ett olycksscenario sträcker sig till följd av farligt gods.

### 4.2 Transportleder för 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 (15) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt de så kallade RID-S-systemet som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 1 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 1. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

RID-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc.	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplösiva ämnen ger <u>skadeområde med uppemot 250 m radie</u> (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplösiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie (16).
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, brinnande gasmoln eller BLEVE. <u>Konsekvensområden över 100-tals m</u> . Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt eller giftig rök. <u>Konsekvensområden vanligtvis inte större än 40 m för brännskador</u> . Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålning, giftig rök. <u>Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan</u> .
5	Oxiderande ämnen,	Natriumklorat, väteperoxider och	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om

	organiska peroxider	kaliumklorat.	väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. <u>Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 150 m.</u>
6	Giftiga och smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. <u>Konsekvenserna begränsas till närområdet.</u>
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras ofta som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. <u>Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (17) (LC<sub>50</sub>).</u> Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. <u>Konsekvenser begränsade till närområdet.</u>

I frekvensberäkningarna för olycka på Ostkustbanan, vilka beskrivs i Bilaga A, används trafikprognosen för Ostkustbanan år 2020 (1). Uppdelningen av trafik mellan gods och persontåg för trafikprognosen år 2020 baseras på statistik från Trafikverket (8). Uppdelningen av trafik mellan gods och farligt gods samt fördelningen mellan olika RID-S klasser för år 2013-2015 baseras på statistik från Trafikverket (9). Utifrån denna statistik samt beskrivningarna i Tabell 1 samt statistik över transporterade mängder 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.

## 5 Riskuppskattning och riskvärdering

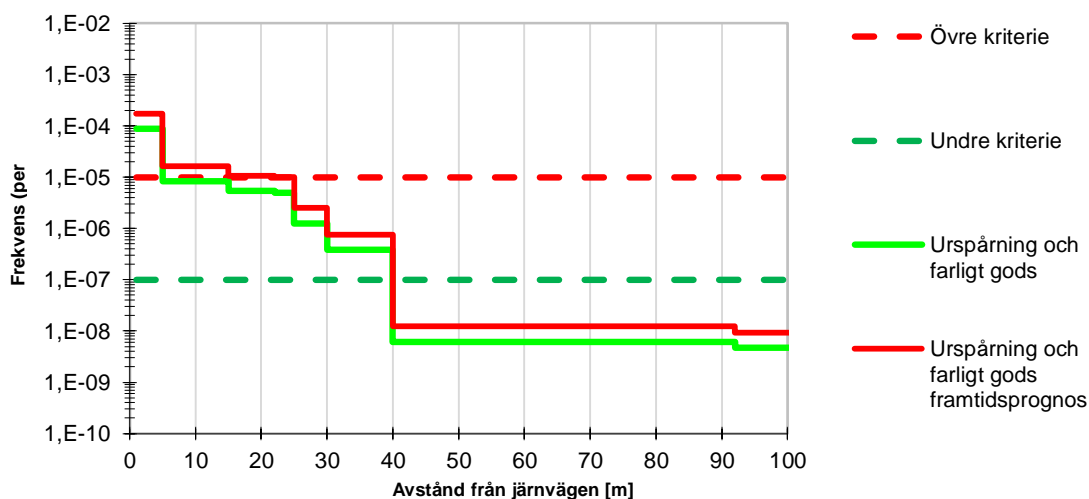
I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med urspårning och farligt gods. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.4.1.

### 5.1 Risknivå

I detta avsnitt redovisas risknivå först i form av individrisk och sedan i form av samhällsrisk.

#### 5.1.1 Individrisknivå med avseende på Ostkustbanan

I illustreras individrisknivån för aktuellt område längs Ostkustbanan.



Figur 16. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Ostkustbanan.

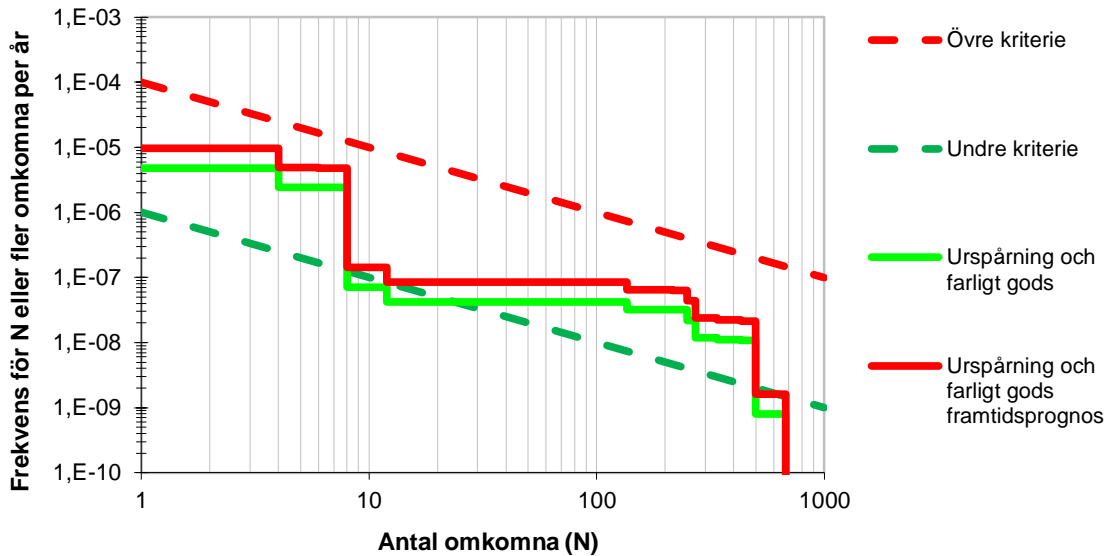
Framtidsprognosen är att efterfrågan ökar till 100 tåg per dygn år 2020 och med en utbyggnad till dubbelspår är denna kapacitet möjlig, det innebär en ökning med 54 % i jämförelse med dagens cirka 65 tåg per dygn. I Figur 16 ovan och Figur 17 nedan avser framtidsprognosen en fördubbling av antalet transporter för att vara konservativ.

De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området, se avsnitt 3.4.1.

Det kan utläsas att individrisknivån med avseende på framtidsprognosen ligger på en oacceptabelt hög nivå inom 25 meter från spåren enligt valda kriterier. På avstånd mellan 25 och 30 meter från Ostkustbanan ligger risken högt inom ALARP-området. Efter 40 meter från spåren är individrisknivån acceptabel.

Individrisknivån är beräknad enligt Banverkets (numera Trafikverket) rapport (12). Utförligare beskrivning ses i Bilaga A och Bilaga B. Det är en förenklad modell som inte tar hänsyn till alla aspekter, till exempel omgivningens topografi och tågets hastighet. Vid de allra flesta urspårningar lämnar tåget inte spåret. Enligt Banverkets rapport åker endast 4 % av alla urspårande persontåg längre än 5 meter från spåret vid urspårning.

## 5.1.2 Samhällsrisknivå (grupprisk) med avseende på Ostkustbanan



Figur 17. Samhällsrisknivå med avseende på urspårning och farligt gods-transporter på Ostkustbanan.

Samhällsriskerna ligger till stor del över gränsen för acceptabla risknivåer och befinner sig mestadels inom ALARP.

### 5.1.2.1 Samhällsrisknivå (grupprisk) med och utan hänsyn till tunnel

På Ostkustbanan finns en tunnel belägen och denna skulle kunna ge upphov till en förhöjd samhällsrisk. Ett scenario som skulle kunna ge upphov till en förhöjd samhällsrisk avser en explosion som ger upphov till att tunneln rasar och att alla människor som befinner sig över och invid tunneln omkommer. Alla scenarion som ger upphov till explosion antas ge upphov till att tunneln rasar. Tunneln är cirka 100 meter lång och anses därmed vara en kort tunnel. Estimerat antal människor som beräknas befinna sig över och invid tunneln är cirka 100 personer. Scenariot som ger upphov till en samhällsrisk är förenklat och tar inte hänsyn till alla möjliga scenarion, vissa scenarion skulle kunna förvärra riskbilden och vissa förmildra riskbilden. Andra scenarion som kan uppkomma och som kan ge värre konsekvenser är urspårning i tunneln samt persontåg som börjar brinna. Ett scenario som skulle kunna ge upphov till mildare konsekvenser är om ett godståg börjar brinna och där tunneln skulle kunna fungera som ett skydd för omgivningen.

Baserat på omständigheterna kring tunneln, nämnda ovan, så bör inte samhällsriskerna bli avsevärt mycket högre än om det inte fanns en tunnel. Detta stöts av Figur 25 som kan ses i Bilaga C. Känslighetsanalys, som visar samhällsriskerna med respektive utan hänsyn till tunneln baserat på en förenklad beräkning. Jämförelsen av riskpåverkan med respektive utan tunneln visar att tunneln ökar risken marginellt baserat på de antaganden som nämns ovan. Samhällsriskerna är för båda fallen till stor del över gränsen för acceptabla risknivåer och befinner sig mestadels inom ALARP.

## 6 Riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder 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 Säkerhetskörande åtgärder i detaljplaner (14). De åtgärder som bedöms kunna reducera riskerna utgörs av nedanstående förslag.

### 6.1 Skyddsavstånd

Åtgärden innebär att skyddsvärda objekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. Skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder. Åtgärden är mest effektiv på korta avstånd och effektiviteten avtar med avståndet.

Området inom 40 meter från järnvägens spårmittpunkt har en individrisknivå som ligger på en oacceptabel nivå samt inom det så kallade ALARP-området. Med avseende på det anser WSP att detta område bör hållas obebyggt och att inga bostäder eller övriga byggnader ska byggas inom 40 meter från den befintliga järnvägens spårmittpunkt. Det ska heller inte byggas bostäder eller övriga byggnader inom 40 meter från det planerade nya spårets mittpunkt.

### 6.2 Disposition av planområdet

Åtgärden innebär att planområdet utformas så att riskpåverkan minimeras. WSP anser att utrymningsvägar inom eller vid 40 meter från Ostkustbanan ska förläggas så att de möjliggör utrymning bort från Ostkustbanan.

WSP anser att byggnader där personer vistas tillfälligt, till exempel parkeringsbyggnad, bör placeras i den del av planområdet som ligger närmast järnvägen och på så vis framför bostadsbebyggelse där personer vistas stadigvarande. Placeringen av mer utsatta områden på planområdet bör placeras i planområdets östra del, i planområdets borte ända sett från järnvägen. Mer skyddade områden bör därmed placeras i den del av planområdet som ligger närmare järnvägen. Utsatta områden kan till exempel vara innergård och lekplats där människor vistas utomhus, medan mer skyddade områden kan vara huskroppar. Ventilation bör exempelvis placeras bort från Ostkustbanan. Vid nybyggnation är dessa åtgärder kostnadsmässigt fördelaktiga.

### 6.3 Skyddsvall eller stödmur

En skyddsvall eller en stödmur kan utgöra ett skydd mot ursparande tåg. En vall av till exempel jordmassor kan fungera som en fysisk barriär och reducerar även buller. Denna åtgärd kräver inte så mycket underhåll avseende bibehållen riskreducerande effekt. Med avseende på omgivningens utformning bör en vall vara möjlig i det aktuella fallet och utformningen bör ske i enhetlighet med standarden UIC 777-2 som bland annat anger att skyddsvallen som minst bör vara 76 cm över RÖK (rälsöverkant).

Ytterligare ett alternativ kan vara en stödmur med ett bullerplank som fungerade både bullerreducerande, som skydd mot ursparning och läckage av brandfarlig vätska.

## 6.1 Tråg

Ett tråg utgör ett effektivt skydd mot att tåget förflyttar sig från spårområdet vid urspårning. Denna typ av åtgärd medför dock ett betydande ingrepp på järnvägen med omfattande kostnader och trafikstörningar.

## 6.2 Skyddsräler

Extra räler placeras innanför de ordinarie rälererna. Skyddsräler minskar konsekvensen vid en urspårning då de hindrar urspårat tåg från att lämna banvallen. Problem som behöver beaktas med räler är förknippade med underhåll och snöröjning. Det finns också osäkerheter kring skyddsrälerernas tillförlitlighet. Beslut om skyddsräler fattas av Trafikverket och en dialog kan föras om möjligheterna till upprättandet av räler på den aktuella sträckan.

## 6.3 Förstärkt fasad

Fasaden på den befintliga byggnaden inom 40 meter från spår kan förstärkas för att byggnaden inte ska kollapsa om den blir påkörd av ett urspårande tåg.

Ett alternativ är även att utforma byggnader som ska vara belägna närmast järnvägen, t ex parkeringsbyggnad, så att de uppfyller samma krav som UIC 777-2 och därmed fungerar som ett skydd.

## 7 Diskussion

I följande avsnitt diskuteras risknivån och osäkerheter som har identifierats.

### 7.1 Risknivå

Risken inom planområdet Kattvikskajen bedöms vara hög inom 40 meter från Ostkustbanan. Förhållandena runt omkring är inte gynnsamma för att motverka urspårning, till exempel ligger inte järnvägen betydligt lägre än planområdet. Spåren är inte heller försedda med urspårningsräler eller tråg vilka kan skydda mot urspårning. De byggnader som planeras ligga närmast järnvägen är kontor, vilket innebär att det är en plats där människor inte vistas under natten och där de relativt enkelt och snabbt kan nås med information, lätt kan uppfatta ett varningsmeddelande och kan söka skydd och sätta sig i säkerhet utan hjälp. En utbyggnad av Ostkustbanan till dubbelspår innebär dock att risknivån kan öka ytterligare beroende på om transporter överstiger en framtidsprognos på 54 %. Som kan ses i Bilaga C så beror den höga individrisken inom planområdet främst på mekanisk påverkan från urspårning och inte farligt gods. En beräkning med lika stor trafikmängd gods men med 20 gånger fler transporter av farligt gods visar att individrisken påverkas först efter 25-40 meter (urspårning dominerar) och att individrisken blir acceptabel vid 40 meter. Så oavsett om mängden farligt gods ökar, så beror risken av den ökade mängden tåg och inte av att det är farligt gods.

Tunneln som är belägen på Ostkustbanan bedöms ge upphov till en marginellt förhöjd samhällsrisk. Detta grundar sig på resonemang som stöds av en förenklad beräkning. Baserat på det kan samhällsrisken avseende att järnvägen går genom en tunnel likställas med samhällsrisken att järnvägen går ovan jord. Samhällsrisken är dock för båda fallen till stor del över gränsen för acceptabla risknivåer och befinner sig mestadels inom ALARP, vilket innebär att riskreducerande åtgärder beskrivna i kapitlet Riskreducerande åtgärder bör beaktas.

Den tidiga planskissen inför detaljplanen innebär uppförande av nya kontor och bostäder samt olika kultur- och nöjesändamål. Väster om planområdet löper de befintliga järnvägsspåren ovan jord. Minsta avstånd mellan ett tilltänkt dubbelspår öster om befintliga spår och planerade fastigheter på planområdet är cirka 35 meter.

Den beräknade individrisken är inom 40 meter från befintlig Ostkustbana och planerat nytt spår över acceptabla gränsvärden och inom ALARP-området. Samhällsrisken då den befolkningsfria ytan från spårområdet är 40 meter ligger dels inom ALARP, men även under gränsvärdena för acceptabel risk, se avsnittet Känslighetsanalys. Ifall planområdet för Kattvikskajen planeras inom 40 meter från befintlig Ostkustbana eller planerat nytt spår ska riskreducerande åtgärder övervägas och införas i de fall de anses kostnadsmässigt rimliga. Med hänsyn till omgivningen avseende skyddsavstånd till byggnader samt topografi anser WSP att det är att föredra att lägga det nya spåret öster om den befintliga järnvägen.

Föreslagna åtgärder kan vara till grund för en kostnad-nyttoanalys för att avgöra vilka åtgärder som ska genomföras. Vid nybyggnation finns det ett antal åtgärder att beakta som kan reducera samhällsrisken som även är kostnadsmässigt fördelaktiga som exempelvis dispositionen av planområdet. Där kan till exempel kontorsbyggnader skydda bostäder, likväl som byggnader kan skydda lekplatser och innergårdar där människor vistas. Andra åtgärder är utformningen av byggnader och placeringen av ventilation samt utrymningsvägar.



## 7.2 Identifiering av osäkerheter

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som generellt är belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom området,
- utformning och disposition av etableringar,
- 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. (18)

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. (18)

## 8 Slutsatser

Individrisken är oacceptabelt hög inom 40 meter från befintlig Ostkustbanas spårmitt och planerat nytt spårs mitt med anledning av att Ostkustbanan är hårt trafikerad av både persontåg och godståg. Samhällsrisken ligger till stor del inom ALARP även då den befolkningsfria ytan från spårområdet är 40 meter. Detta medför att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid bebyggelse på ett avstånd mindre än 40 meter. Vid bedömning av var det nya spåret ska läggas har WSP tagit hänsyn till omgivningen avseende olycksrisker som exempelvis riskavstånd till byggnader och topografi. Med hänsyn till det anser WSP att det är att föredra att lägga det nya spåret öster om den befintliga järnvägen. En jämförelse av riskpåverkan med respektive utan tunnel visar att tunneln ökar risken marginellt. I det här fallet kan risken avseende att järnvägen går genom en tunnel därmed likställas med risken att järnvägen går ovan jord. Samhällsrisken är för båda fallen till stor del över gränsen för acceptabla risknivåer och befinner sig mestadels inom ALARP, vilket innebär att riskreducerande åtgärder bör beaktas. Ett sätt att minska riskpåverkan inom området är att införa någon av de riskreducerande åtgärderna föreslagna nedan som beskrivs närmare i kapitlet Riskreducerande åtgärder.

- Skyddsavstånd
- Disposition av planområdet
- Skyddsvall eller stödmur
- Tråg
- Skyddsräler och sänkt hastighet
- Förstärkt fasad

Av de förslag på riskreducerande åtgärder som nämnts bedöms skyddsavstånd vara den mest effektiva då den har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder. WSP anser att områden inom 40 meter från den befintliga järnvägens spårmitt och det planerade nya spårets mitt bör hållas obebyggt. Vid nybyggnation finns det ett antal åtgärder att beakta som kan reducera samhällsrisken som även är kostnadsmässigt fördelaktiga som exempelvis dispositionen av planområdet. Utrymningsvägar inom eller vid 40 meter från Ostkustbanan ska förläggas så att de möjliggör utrymning bort från Ostkustbanan. Därefter kommer skyddsvall som kan utgöra ett skydd mot ursparande tåg genom att fungera som en fysisk barriär. Med avseende på omgivningens utformning bör en skyddsvall eller stödmur vara möjlig i det aktuella fallet, skyddsvallen bör utformas i enhetlighet med standarden UIC 777-2. Att lägga spåren i tråg skulle minska konsekvensen vid ursparning, eftersom tåget vid ursparning styrs i riktning framåt och hindras från att lämna spårområdet, samt att järnvägen och planområdet hålls nivåmässigt åtskilda. Att utrusta spåren med skyddsräler skulle troligen minska sannolikheten att tåget lämnar spårområdet efter ursparning. Fastighetsägaren kan inte besluta om dessa åtgärder, dock kan en diskussion lyftas med Trafikverket om möjligheterna att implementera denna typ av åtgärder.

## Bilaga A. Frekvens- och sannolikhetsuppskattningar

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* (19). 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.

### A.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. Vid beräkning av samhällsrisik med hänsyn till tunneln är dock den studerade sträckan 1,1 km, eftersom längden på tunneln (cirka 100 m) har lagts till.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är cirka 13 494 stycken enligt prognos från Trafikverket (8).
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 77 722. Detta baseras på antagandet att ett persontåg består av 6 vagnar och ett godståg består av 17 vagnar.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar i höjd med planområdet uppgår till 2 st, vilket baseras på hur järnvägen ser ut i kartbild.
- Antal plankorsningar på den studerade sträckan uppgår till 0 st. Detta baseras på att det vid dubbelspår inte får förekomma några plankorsningar.

I Tabell 2 anges trafiken för Ostkustbanan år 2014, utan spårutbyggnad, vilken har erhållits från Trafikverket (8) och i Översiktsplanen för dubbelspår på Ostkustbanan (1).

Tabell 2. Trafikprognos för Ostkustbanan.

Tågtyp	Antal tåg
Godståg	20
Persontåg	45

#### A.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 3 (19):

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

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	1,17E-05	vagnaxelkm
Solkurvor	2,00E-05	spårkm

Spårlägesfel	9,33E-05	vagnaxelkm
Växel sliten, trasig	1,00E-08	antal tågpassager
Växel ur kontroll	1,40E-07	antal tågpassager
<b>Vagnfel</b>		
Persontåg	8,78E-05	vagnaxelkm
Godståg	4,21E-04	vagnaxelkm
Lastförskjutning	5,43E-05	vagnaxelkm (godståg, annat)
Annan orsak	7,69E-04	tågkm
Okänd orsak	1,89E-03	tågkm

### A.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 (19) och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

### A.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet kommer det finnas noll plankorsningar i och med utbyggnaden till dubbelspår.

### A.1.4 Växling och rangering

I höjd med planområdet antas 2 stycken växlingsarbeten ske baserat på hur järnvägen ser ut att gå i kartbild.

### A.1.5 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas till 1,19E-03 per år med formeln:

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

### A.1.6 Avstånd från spår för ursparande vagnar

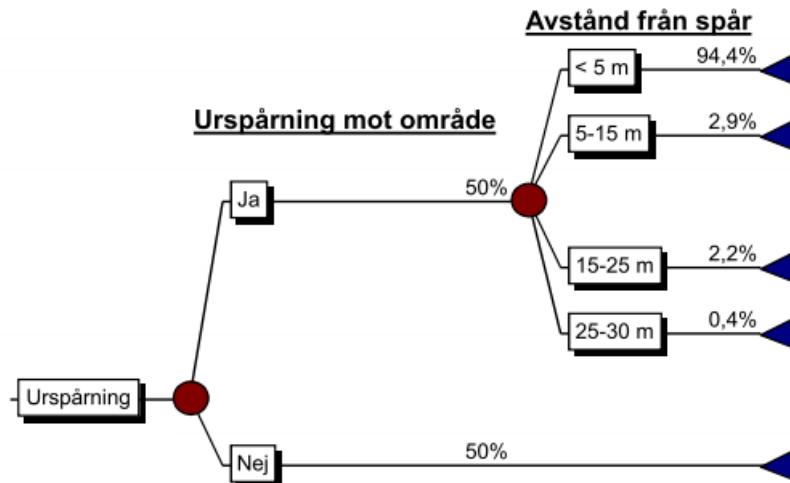
Alla ursparningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter ursparning. I Tabell 4 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter ursparning (19).

Tabell 4. Avstånd från spår (m) för ursparade 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%

<b>Godståg</b>	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 (20). 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. Ett händelseträd som beskriver detta presenteras i Figur 18.



Figur 18. Händelseträd med sannolikheter för urspårningar.

## A.2. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

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).

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt A.1.5 beräknad till 3,3E-03 per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar (21). Farligt gods-vagnar antas utgöra 35 % av det totala antalet godsvagnar (9). Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1-(1-0,35)^{3,5}$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka 5,1E-04 per år.

## A.3. Olycksscenarioer – händelseträdsmetodik

**Uppgifterna om farligt gods är i detta dokument konfidentiella och behandlas därefter. Vid frågor avseende analysen som baseras på dessa uppgifter vänligen kontakta kontaktpersonen för dokumentet. I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik baserat på siffror som gäller för Sverige i helhet från åren 2006-2010 för att illustrera tillvägagångssättet.**

### A.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.

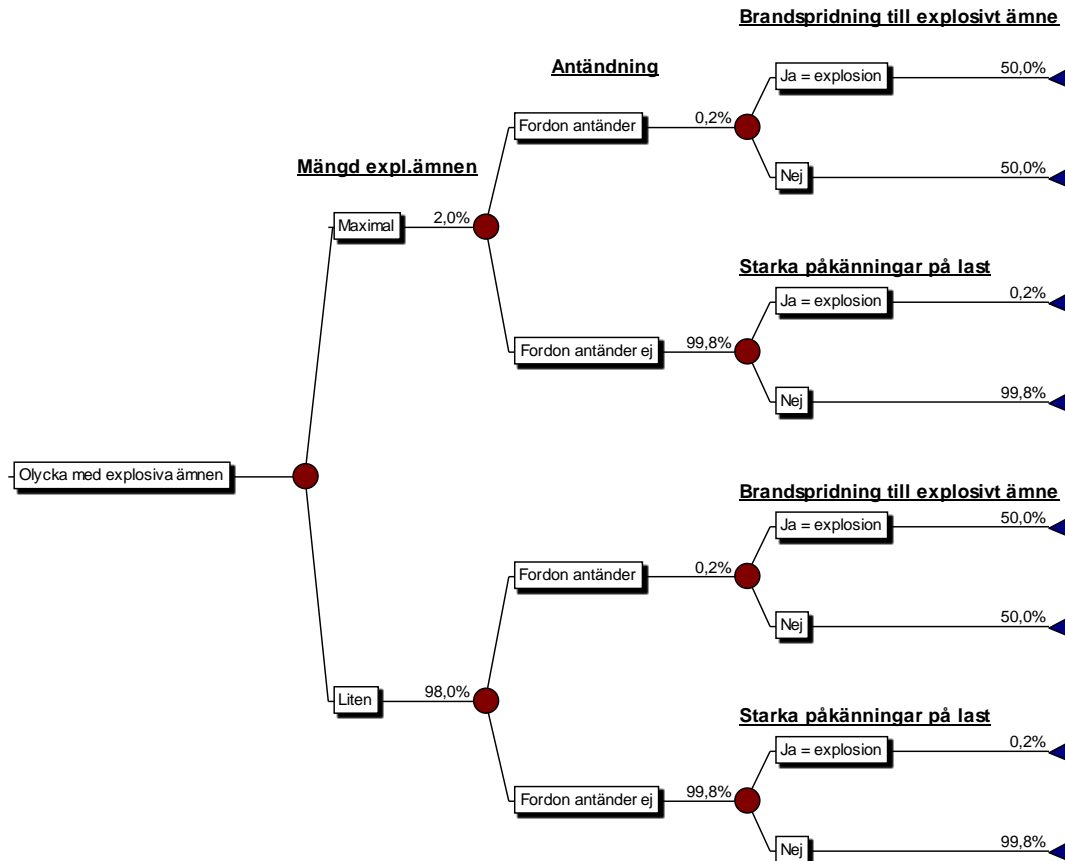
Transport av RID-S klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006-2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods (22). Denna siffra gäller för Sverige 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 transporterna på mer än 500 kg explosivt ämne (23).

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 (24) (25). Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % (26).

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 (27). 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 (28) att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 19 redovisas möjliga scenarier.



Figur 19 Händelsetråd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

### A.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på det riskgenomsnitt som kartlades 2006, antas 88 % av transportererna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 12 % 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 (19). Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

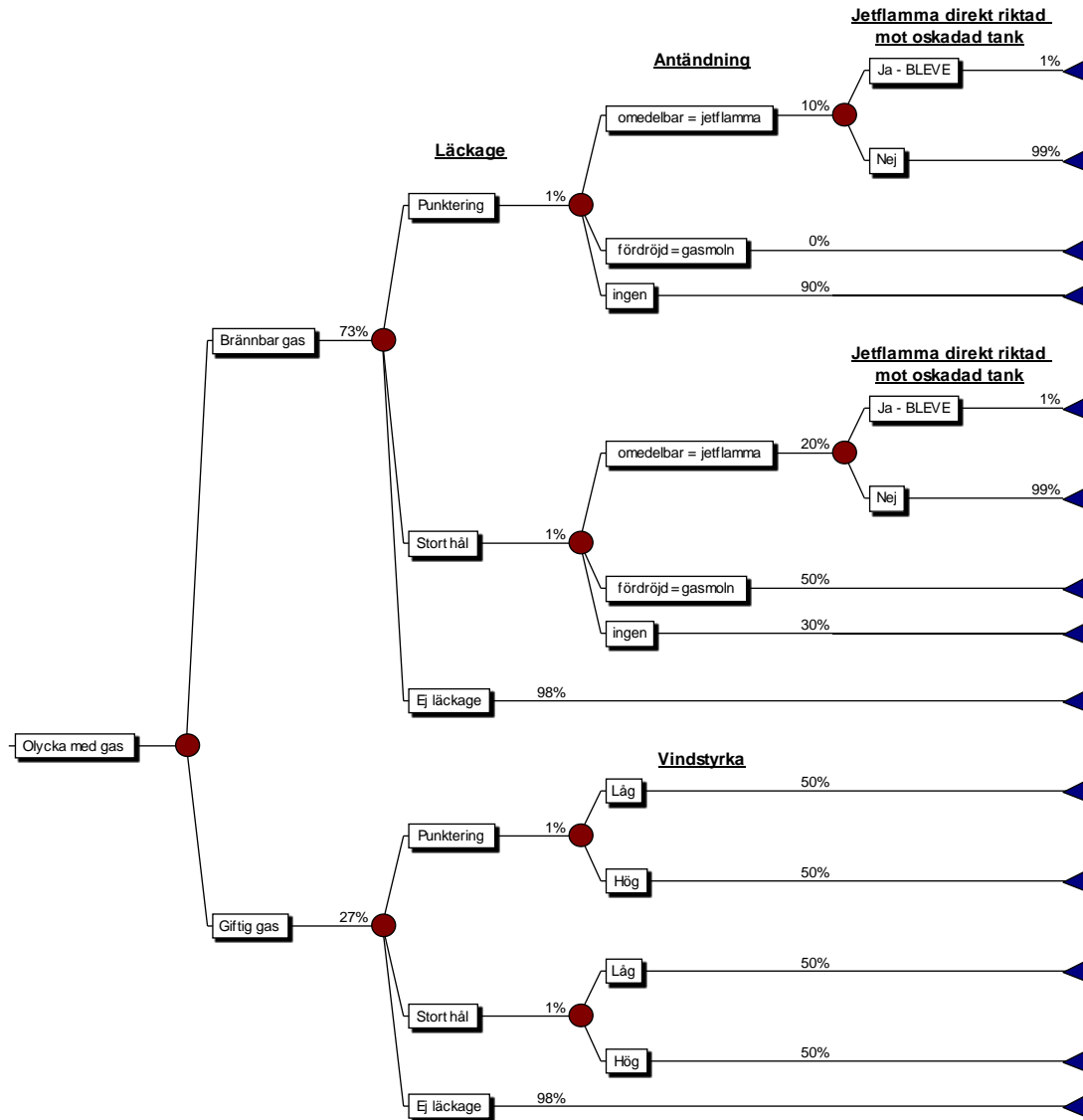
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 (29) 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 % (29). 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 20 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.



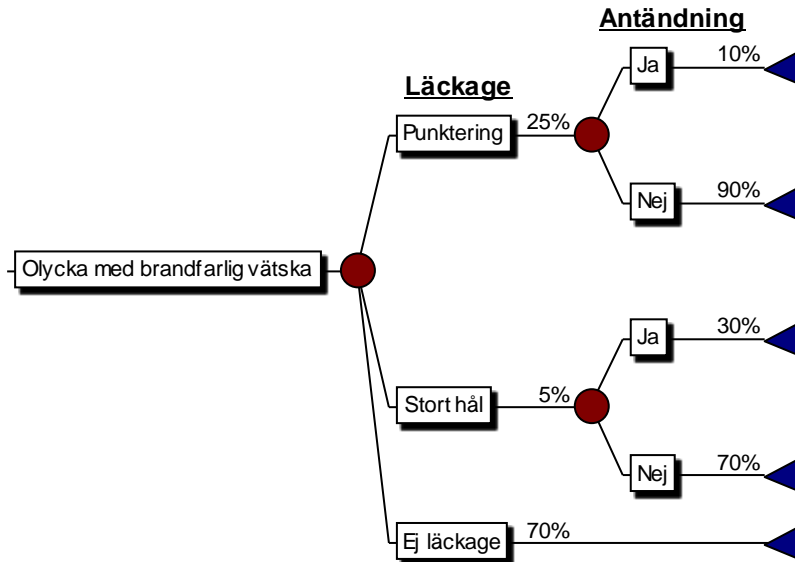
Figur 20. Händelseträd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

### A.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 ursparning är 25 % och 5 % (19). 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 % (19). I Figur 21 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 21 Händelsetråd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

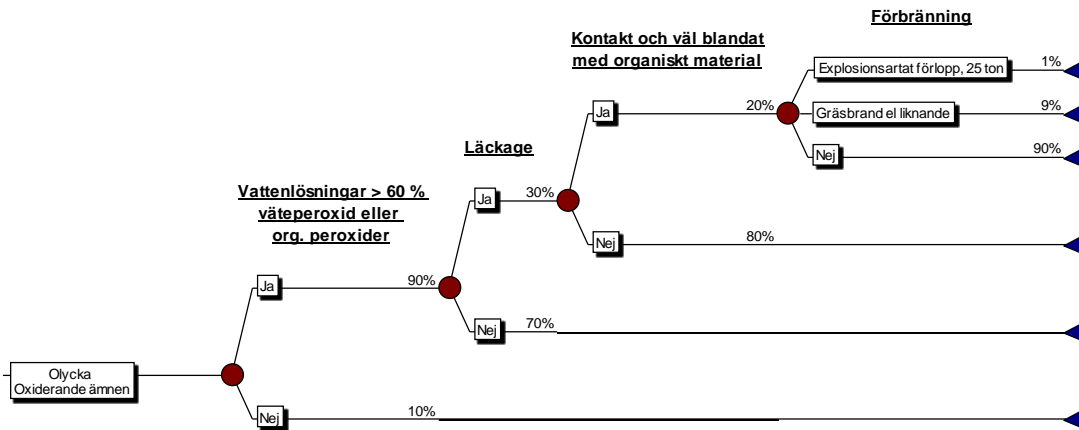
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. 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 (22) anger att 93 % av transportererna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transportererna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (se ovan i avsnitt A.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 % (26). 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 22 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 22 Händelseträd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

#### A.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 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 reducering.

## Bilaga B. Konsekvensuppskattningar

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 ursparning har dock de ursparande vagnarnas avstånd från spåret beaktats.

### B.1. Persontäthet

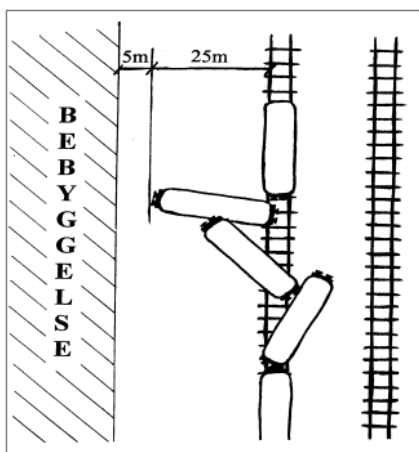
För samhällsriskberäkningen är det nödvändigt att uppskatta hur många personer som kan antas uppehålla sig på området kring järnvägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer för hela området som undersökts.

Kring järnvägen är befolkningstätheten som störst, vilken även antas vara konservativt att räkna utifrån. Baserat på en satellitkarta över Hudiksvall estimeras antalet personer på ytan  $100 \times 100$  m ( $10000 \text{ m}^2$ ) till 70 personer. Omräknat till antal personer per  $\text{km}^2$  blir detta 7000 personer. Cirka 50 % av området (öster om järnvägen) består av vatten så befolkningstätheten blir  $0,5 \times 7000 = 3500$  personer/ $\text{km}^2$ . Dagtid är persontätheten cirka  $0,5 \times 3500 = 1750$  personer/ $\text{km}^2$  och nattetid cirka 3500 personer/ $\text{km}^2$ . Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämt utspridda över hela ytan, även närmast spåren. Detta antagande är grovt och i aktuellt fall utgör cirka 30 meter ett befolkningsfritt avstånd från närmaste spår. De personer som omkommer på detta område räknats bort från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisken. För individrisken är detta avstånd oväsentligt eftersom riskmättet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

### B.2. Mekanisk skada vid ursparning

I samband med ursparningar 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, cirka 25-30 m, vilket är det avstånd som ursparade vagnar i de flesta fall hamnar inom, se Figur 23 (30).



Figur 23. Ursparningsolycka på järnväg.

## B.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 0. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

### B.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 (26).

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 (26) 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.

### B.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 (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 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 5 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 5 Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.**

Scenario	Läckagestorlek	Antändning	Konsekvensavstånd (m)
BLEVE			Cirkulärt 200 m radie
Hål i tank nära vätskeyta	Punktering (2,4 kg/s)	Jetflamma Gasmoln	18 18
	Stort hål (60 kg/s)	Jetflamma Gasmoln	91 21

### 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.

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

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 6.

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 6** Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

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

### 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. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningens nivå 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 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 (37).

I Tabell 7 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 breddas ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

**Tabell 7 Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.**

Scenario	Pölradi	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

### B.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. bensin. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplosiva varor (26), se vidare avsnitt A.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 A.3.3.

**Tabell 8 Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.**

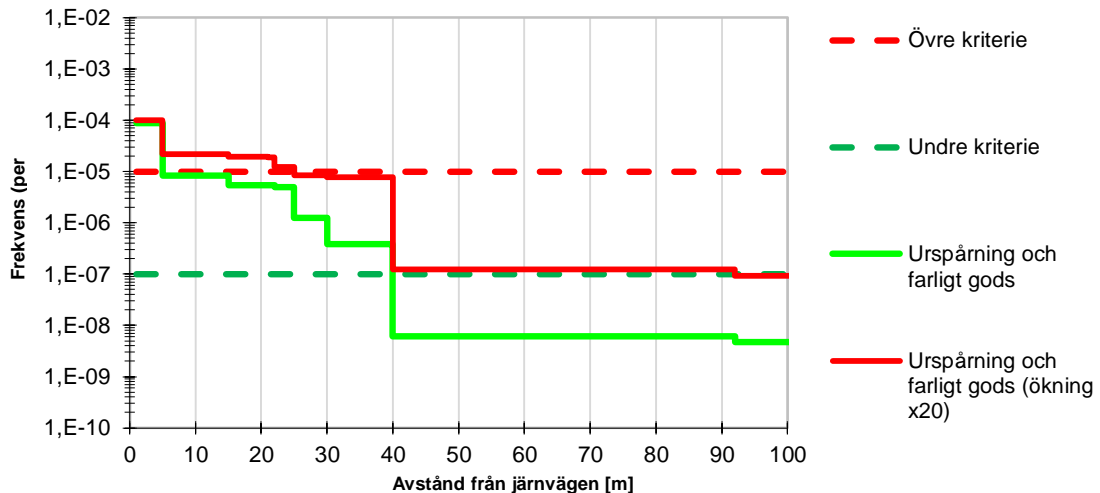
Scenario	Avstånd till dödliga förhållanden
Explosion 25 ton	250 m
Gräsbrand etc.	40 m

## B.4. Bedömning av antal omkomna i respektive scenario

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt avsnitt A.3, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt avsnitt B.3, med den persontäthet som antagits i området, enligt avsnitt B.1. Samtliga personer inom den area som utsätts för dödliga konsekvenser antas omkomma i grundberäkningen.

## Bilaga C. Känslighetsanalys

För att undersöka om den höga individrisknivån inom planområdet främst beror på transporter av farligt gods eller mekanisk påverkan från urspårande tåg genomfördes en beräkning med lika stor trafikmängd gods men med 20 gånger fler transporter av farligt gods. Resultatet ses i Figur 24 och visar att individrisken påverkas först efter 25-40 m (urspårning dominerar) och att individrisken blir acceptabel vid 40 m.

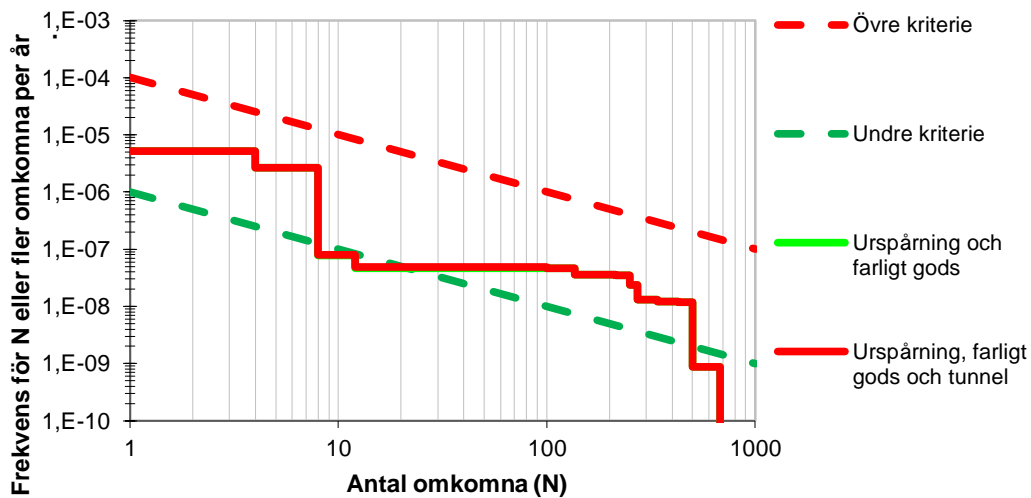


Figur 24. Individrisk utmed Ostkustbanan med 20 gånger så mycket farligt gods-trafik.

Samhällsrisker beräknas för Ostkustbanan med hänsyn till tunnel och utan hänsyn till tunnel. Beskrivet scenario avser en explosion som ger upphov till att tunneln rasar och att alla människor som befinner sig över och invid tunneln omkommer. Tunneln är cirka 100 meter lång och anses därmed vara en kort tunnel. Estimerat antal människor som beräknas befinna sig över och invid tunneln är cirka 100 personer. Scenariot baseras på en förenklad beräkning och tar inte hänsyn till alla möjliga scenarion. I Figur 25 nedan visas samhällsrisker med respektive utan hänsyn till tunnel som baseras på den förenklade beräkningen.

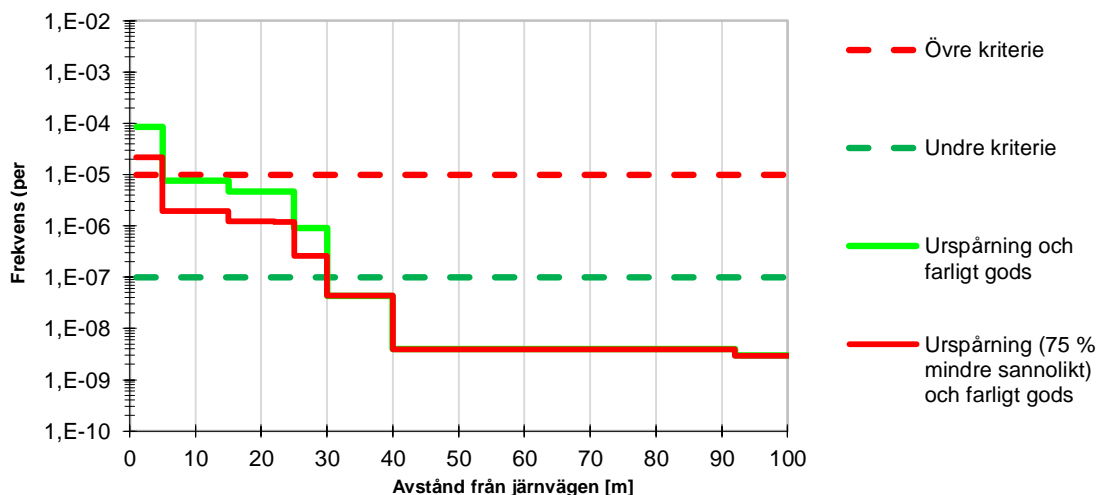
En jämförelse av riskpåverkan med respektive utan tunnel visar att tunneln ökar risken marginellt baserat på de antaganden som nämns ovan. Det går knappt att urskilja de två olika graferna i Figur 25. I det här fallet kan risken avseende att järnvägen går genom en tunnel därmed likställas med risken att järnvägen går ovan jord. Samhällsrisker är för båda fallen till stor del över gränsen för acceptabla risknivåer och befinner sig mestadels inom ALARP.





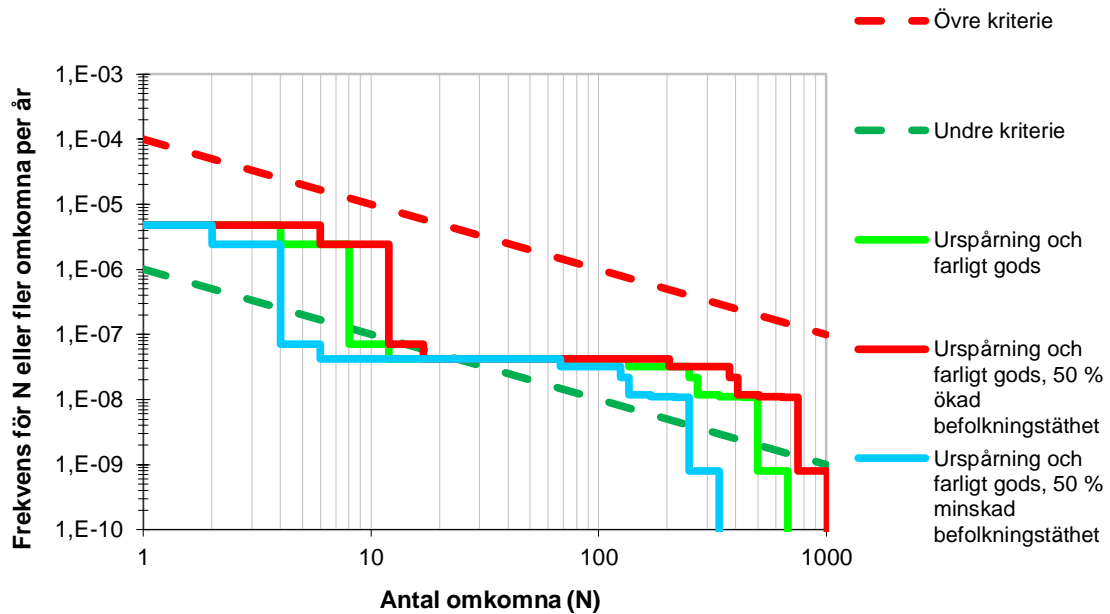
Figur 25. Samhällsrisken med avseende på Ostkustbanan med respektive utan hänsyn till tunneln.

Skyddsräler minskar sannolikheten att urspårande tåg rör sig från spårområdet vid urspårning. Det finns dock osäkerheter kring hur tillförlitliga skyddsrälererna är. Nya beräkningar genomfördes, där sannolikheten för urspårning minskades med 75 %, se Figur 26. Vid 50 % minskad sannolikhet för urspårning är risknivån fortfarande oacceptabelt hög inom planområdet, vid 90 % minskad sannolikhet ligger risken högt inom ALARP-området.



Figur 26. Individrisk vid 75 % minskad risk för urspårning.

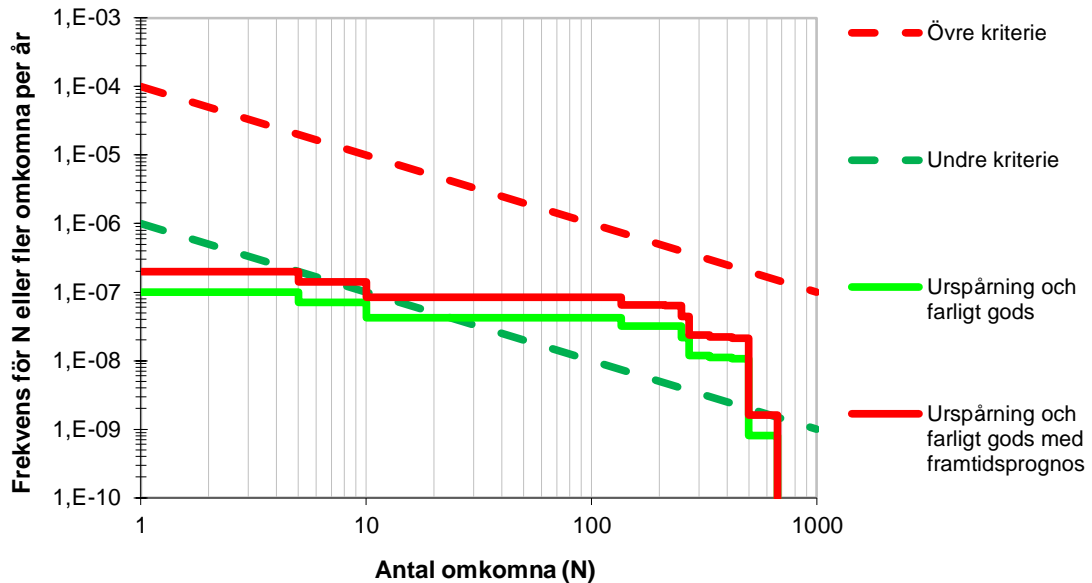
I beräkningarna av samhällsrisk antogs befolkningstätheten utmed järnvägen vara samma som vid centralstationen. En känslighetsanalys genomfördes i vilken befolkningstätheten minskades respektive ökades med 50 %, se Figur 27. Risknivån pendlar mellan att ligga under och över gränsen för accepterad risk inom ALARP.



Figur 27. Samhällsrisk då befolkningstätheten minskades med 50 % i beräkningarna.

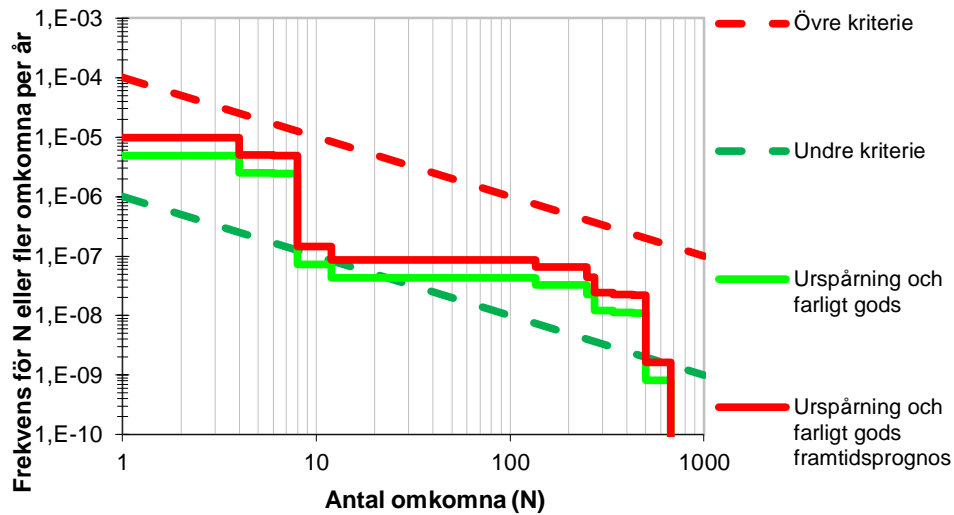
Antalet människor som kommer att vistas på det nya planområdet Kattvikskajen estimeras till cirka 450 personer på natten och 285 personer på dagen. Befolkningstätheten påverkas i så liten utsträckningen att detta inte redovisas separat.

Den beräknade individrisken är inom 40 meter från Ostkustbanan över ALARP och därmed oacceptabel samt inom ALARP-området. Bortom 40 m är individrisken därmed acceptabel. Samhällsrisken då den befolkningsfria ytan från spårområdet är 40 m kan ses i Figur 28. Samhällsrisken ligger dels inom ALARP, men även under gränsvärdena för acceptabel risk. Ifall planområdet för Kattvikskajen planeras inom 40 m från Ostkustbanan ska riskreducerande åtgärder övervägas och införas i de fall de anses kostnadsmässigt rimliga.



Figur 28. Samhällsrisken då den befolkningsfria ytan från spårområdet är 40 m.

Antalet växlar och därmed växlingsarbeten som sker utmed planområdet antas vara 2 stycken baserat på hur järnvägen ser ut i kartbild. Det finns dock ytterligare ett par växlar på järnvägen som går parallellt med den befintliga rälsen som inte används idag, men som om de används i framtiden kan öka samhällsriskerna. I Figur 29 visas samhällsriskerna då antalet växlar är 1000 stycken och som syns i figuren så påverkar det knappt resultatet på grund av att frekvensen för en växlingsolycka är så låg.



Figur 29. Samhällsriskerna då antalet växlar på den studerade sträckan antas vara 1000 stycken.

## Bilaga D. Referenser

1. **Gradh, Mats.** *Översiktsplan för dubbelspår på Ostkustbanan, samrådshandling.* Hudiksvall : Hudiksvall Kommun, 2013.
2. **Räddningsverket.** *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006.* u.o. : Statens räddningsverk, 2006b.
3. **Ekenberg, Lise.** *Personlig kontakt, telefon.* Gävleborgs län : Enhetschef, Länsstyrelsen , 2015 .
4. **Dahlberg, Helena.** *Personlig kontakt, mail.* Gävleborg : u.n., 2015.
5. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län.** Riskhantering i Detaljplanprocessen. *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
6. **Hudiksvall kommun.** *Tematiskt tillägg för dubbelspår på Ostkustbanan, Samråd 2 hösten 2015.* Hudiksvall : Hudiksvall kommun, 2015.
7. **Länsstyrelsen i Stockholms Län.** *Riktlinjer för Riskanalyser som beslutsunderlag. Faktablad 4:2003.* Stockholm : Länsstyrelsen, 2003.
8. **Länsstyrelsen i Stockholms län.** *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.* 2000. 2000:01.
9. **Holmström, Per-Johan.** Personlig kontakt, mail. Stockholm : u.n., 2015.
10. **Nilsson, Anders.** Personlig kontakt, mail. Stockholm : u.n., 2015.
11. **IEC.** International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 1995.
12. **ISO.** Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73.* Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
13. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
14. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** Värdering av risk. *FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
15. **Räddningsverket och Boverket.** Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
16. **MSB.** *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng.* u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
17. **Statens Räddningsverk.** Förvaring av explosiva varor, handbok. 2006.
18. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg.* 1994. VTI-rapport 387:4.
19. —. VTI rapport 387:1. 1994.
20. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
21. **Banverket och Räddningsverket.** *Säkra järnvägstransporter av farligt gods.* 2004.
22. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2.* 1994.
23. **Trafik analys - TRAFKA.** *Bantrafik 2010, Statistik 2011:24.* 2011.
24. **Pettersson, Jan.** Säkerhetsansvarig Green Cargo. *Muntligt.* 2012.
25. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
26. **VTI.** Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
27. **Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad.** *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.* 1997.
28. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
29. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.

30. **Purdy, Grant.** Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail. *Journal of Hazardous materials*, 33. 1993.
31. **Länsstyrelsen Stockholms län.** *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.* 2000.
32. **Stefan Lamnevik AB.** *Verkan av explosioner i det fria.* 2010.
33. **Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker.* Tumba : u.n., 1997.
34. **Svenska gasföreningen.** *Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter.* 2004.
35. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4.* 1994.
36. **Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.** *Datorprogrammet Gasol.*
37. **RIB, Statens räddningsverk.** *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
38. **Brandteknik, Lunds tekniska högskola.** *Brandskyddshandboken, Rapport 3161.* Lund : u.n., 2012.
39. **Länsstyrelsen i Skåne Län.** *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM). Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods - Skåne i utveckling 2007:06.* 2007.
40. **Stadsbyggnadskontoret i Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5.* 1997.
41. **Mattsson, B.** *Riskhantering vid skydd mot olyckor. Problemlösning och beslutsfattande.* Karlstad : Räddningsverket, 2000.
42. **Räddningsverket.** *Handbok för riskanalys.* Karlstad : Räddningsverket, 2003.
43. **Nilsson, Jerry.** *Introduktion till riskanalysmetoder.* Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
44. **Nystedt, Fredrik.** *Riskanalysmetoder.* Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
45. **Räddningsverket.** *Farligt gods: Riskbedömning vid transport.* u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
46. **VTI.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg. VTI-rapport 387:4.* u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
47. **TRAFKA.** *Lastbilstrafik 2009 Swedish national and international road goods transport 2009. Statistik 2010:3.* u.o. : Trafikanalys, 2010.
48. **SIKA.** *Lastbilstrafik 2008 helår. Rapport 2009:12.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2009.
49. **Gustavsson, Marlene.** *Muntligen 2008-01-10.* u.o. : Räddningsverket, 2008.
50. **Ingasson, Haukur, o.a., o.a.** *Räddningsinsatser i vägtunnlar.* u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
51. **PIARC.** *Fire and smoke control in road tunnels.* u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
52. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92.* u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
53. **Daggård, Tomas.** *Muntligen 2010-01-11.* u.o. : Orica Services Nora, 2008.
54. **Pålsson, Tord.** *Muntligen 2008-01-09.* u.o. : Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
55. **MSB.** *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11.* <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Vag/>. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
56. **Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik.** *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB. Muntligen: 2007-01-30.* 2007.
57. **Jansson, Patrik.** *Muntligen 2008-01-16. Polisens tillståndsenhet.* 2008.
58. **Halmemies, Sakari.** *Räddningskemi - Farliga ämnen. Publikation 10/2000.* u.o. : Räddningsverket, 2000.
59. **Wahlqvist, Jan.** *Muntligen 2010-07-08. LPG-ansvarig.* u.o. : Statoil, 2010.
60. *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail.* **Purdy , G.** 1993, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 3 (1993), ss. 229-259.
61. **Alexandersson, H.** *Vindstatistik över Sverige 1961-2004 (nr 121).* Norrköping : Sveriges meteorologiska institut, SMHI, 2006.

62. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
63. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
64. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08.  
<https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
65. *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers.* **Marlair, G och Kordek, M-A.** 2005, Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
66. **Karlsson, Lars-Håkan.** Muntligen: 2008-03-18. u.o. : Yara International ASA, Köping, 2008.
67. **Magnusson, Johan.** Muntligen 2008-03-18. *Skydd och verkan.* u.o. : FOI, Tumba, 2008.
68. **Forsén, Rickard.** *Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI MEMO 2774.* u.o. : FOI, 2009.
69. **VROM.** *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances (PGS 3).* u.o., Holland : Ministerier van VROM, 2005.
70. **Havai, Jan.** Muntligen 2008-04-18. *Transportavdelningen.* u.o. : Yara AB, Köping, 2008.
71. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** Verkan av explosioner i det fria. u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.
72. **FOA.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Forsvarets forskningsanstalt, 1997.
73. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
74. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
75. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
76. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.
77. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
78. **MSB.** *Trafikflödet på järnväg – 2006.* . [<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Jarnvag/>] 2013-08-09.

**WSP Sverige AB**

121 88 Stockholm-Globen  
Tel: +46 10 7225000  
Fax: +46 10 7228793  
<http://www.wspgroup.se>

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE

