



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



# RAPPORT

## Fördjupad riskbedömning för detaljplan Väppeby, Bålsta

2011-08-30

Slutgiltig handling

Upprättad av: Wilhelm Sunesson

Granskad av: Göran Nygren

Godkänd av: Henrik Selin

## **RAPPORT**

# **Fördjupad riskbedömning för detaljplan Väppeby, Håbo**

### **Kund**

Håbo Kommun  
Miljö och teknikförvaltningen

### **Konsult**

WSP Brand & Risk  
Box 71  
581 02 Linköping  
Besök: S:t Larsgatan 3  
Tel: +46 13- 30 36 00  
Fax: +46 13- 12 52 82  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

### **Kontaktpersoner**

Henrik Selin  
[Henrik.selin@wspgroup.se](mailto:Henrik.selin@wspgroup.se)

## Sammanfattning

WSP har av Miljö och teknikförvaltningen i Håbo kommun fått i uppdrag att göra en fördjupad riskbedömning för detaljplan avseende planområde mellan Stockholmsvägen och Mälarbanan på Väppeby 7:12, 7:14 - 7:19 samt för Bålstation med omnejd. Syftet med denna riskbedömning är att utreda lämpligheten av bostadsbebyggelse inom planområdet med avseende på järnvägstrafik och transport av farligt gods på väg och järnväg samt att bedöma minsta säkerhetsavstånd till bensinstation (OKQ8) och oorganisk kemisk industri (Chemetall AB) som finns i området.

Målet är att fastställa om riskreducerande åtgärder krävs för att kunna genomföra de markanvändningsförslag som utreds, och vid behov föreslå lämpliga förslag på åtgärder.

För industri och bensinstation genomförs en kvalitativ riskbedömning medans riskbedömning för urspärning och farligt gods utförs kvantitativt. Den kvantitativa analysen genomförs enligt den s.k. VTI-modellen som analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer mot bakgrund av svenska förhållanden (exempelvis hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens/järnvägens utformning och sträckning). Konsekvenserna av olika skadescenarioer uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar.

I den kvantitativa analysen används riskmåttan *individrisk* och *samhällsrisk* för att uppskatta risknivån för planområdet med avseende på identifierade risker.

Genomförd riskutredningen visar att industrin Chemetall AB endast medför en liten risk för planområdet medan OKQ8s bensinstationen medför en stor risk för planområdet. Ett säkerhetsavstånd på minst 50 meter från bensinstationen till bostadsbebyggelse krävs om inga riskreducerande åtgärder genomförs.

Föreslagna riskreducerande åtgärder innefattar:

- Flytt av bensinstation
- Skyddsbarriär

Beräknade individ- och samhällsrisknivåer visar att riskreducerande åtgärder behövs inom det planerade området. Detta eftersom beräknad individrisk för Mälarbanan och samhällsrisk för både Mälarbanan och Stockholmsvägen hamnar inom ALARP-området.

Föreslagna riskreducerande åtgärder innefattar:

- Skyddsavstånd
- Skyddsbarriär
- Krav på fasadkonstruktion
- Placering och funktion av ventilationssystemet
- Placering av entréer och nödutgångar
- Områdets utformning
- Flytt av bensinstation

## Innehållsförteckning

1	INLEDNING .....	5
1.1	BAKGRUND .....	5
1.2	SYFTE OCH MÅL .....	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR .....	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT .....	5
1.5	UNDERLAGSMATERIAL .....	8
1.6	KVALITETSSÄKRING .....	8
2	OMRÅDESBESKRIVNING .....	9
2.1	BÄLSTA .....	9
2.2	MÄLARBANAN .....	10
2.3	STOCKHOLMSVÄGEN .....	10
2.4	CHEMETALL AB .....	10
2.5	OKQ8s BENSINSTATION .....	10
3	OMFATTNING AV RISKHANTERING .....	11
3.1	BEGREPP OCH DEFINITIONER .....	11
3.2	METOD FÖR RISKINVENTERING .....	12
3.3	METOD FÖR RISKUPPSKATTNING .....	12
3.4	RISKMÅTT .....	12
3.5	METOD FÖR RISKVÄRDERING .....	13
3.6	METOD FÖR IDENTIFIERING AV MÖJLIGA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER .....	15
4	RISKIDENTIFIERING .....	16
4.1	URSPÄRNING .....	16
4.2	FARLIGT GODS .....	16
4.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ STOCKHOLMSVÄGEN .....	18
4.4	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ MÄLARBANAN .....	18
4.5	CHEMETALL AB .....	19
4.6	OKQ8s BENSINSTATION .....	19
5	KVALITATIV RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING .....	20
5.1	FARLIGT GODS OCH URSPÄRNING PÅ MÄLARBANAN .....	20
5.2	FARLIGT GODS PÅ STOCKHOLMSVÄGEN .....	20
5.3	CHEMETALL AB .....	20
5.4	OKQ8 BENSINSTATION .....	20
6	KVANTITATIV RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING .....	22
6.1	INDIVIDRISK .....	22
6.2	SAMHÄLLSRISK .....	23
7	OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS .....	26
7.1	OSÄKERHETER .....	26
7.2	KÄNSLIGHETSANALYS .....	26
8	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER .....	29
8.1	WSP:s FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER .....	29
9	SLUTSATSER .....	32
10	REFERENSER .....	33
	BILAGA A – FREKVEN- OCH SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR .....	34
	BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR .....	43

## 1 Inledning

WSP har av Miljö och teknikförvaltningen i Håbo kommun fått i uppdrag att göra en fördjupad riskbedömning för detaljplan avseende Väppeby 7:12, 7:14 - 7:19 samt för Bålstation med omnejd.

Bedömningen avser belysa riskbilden från järnvägstrafik på Mäljarbanan, farligt gods-traffic på Stockholmsvägen samt från bensinstation och oorganisk kemisk industri som finns i anslutning till planområdet. Bedömningen ska därmed utgöra en grund för att avgöra lämpligheten med att exploatera området med ny bebyggelse för bostäder och verksamheter utmed Stockholmsvägen, samt vid behov ge förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder.

### 1.1 Bakgrund

Bakgrunden till projektet är att Håbo kommun påbörjat ett detaljplansprojekt för att möjliggöra ny bebyggelse för bostäder och verksamheter utmed Stockholmsvägen.

Enligt länsstyrelsen i Skånes, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagande av detaljplan inom 150 meter från farligt gods-led. Med anledning av Länsstyrelsens krav upprättas denna riskbedömning.

### 1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att utreda lämpligheten av bostadsbebyggelse inom planområdet med avseende på järnvägstrafik och transport av farligt gods på väg och järnväg samt att bedöma minsta säkerhetsavstånd till bensinstation och oorganisk kemisk industri som finns i området.

Målet är att fastställa om riskreducerande åtgärder krävs för att kunna genomföra de markanvändningsförslag som utreds, och vid behov föreslå lämpliga förslag på åtgärder.

### 1.3 Avgränsningar

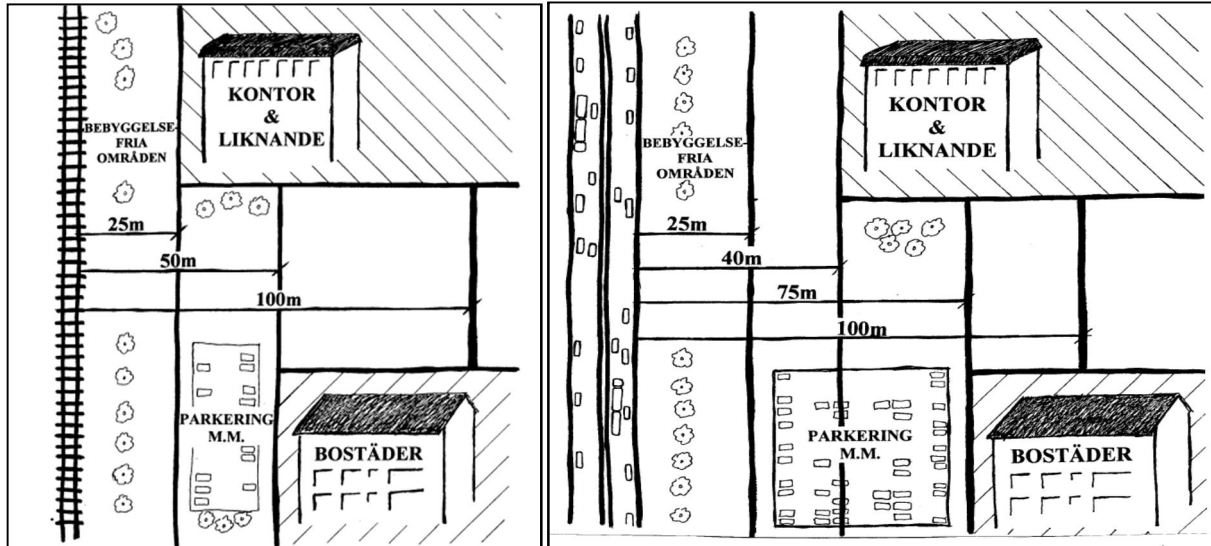
De risker som har beaktats är uteslutande sådana som är förknippade med plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) kopplade till transporter av farligt gods och urspärning av tåg i anslutning till planområdet samt risker förknippade med bensinstationsverksamhet och oorganisk kemisk industri som finns i området. Enbart risker som kan innebära livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personsäkerheten på området beaktas. Detta innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser, buller eller liknande.

### 1.4 Styrande dokument

För att möta behovet av mer detaljerade specifikationer på innehållet i riskanalyser har det kommit ut riktlinjer på området med rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras i vilka sammanhang och vilka krav som bör ställas på dessa analyser. Exempel på rekommendationer är Länsstyrelsens i Stockholms län *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag [1]* och *Riskanalyser i detaljplaneprocessen [2]*. Dokumenten utgör generella rekommendationer beträffande krav på innehåll i riskanalyser för bl.a. planärenden.

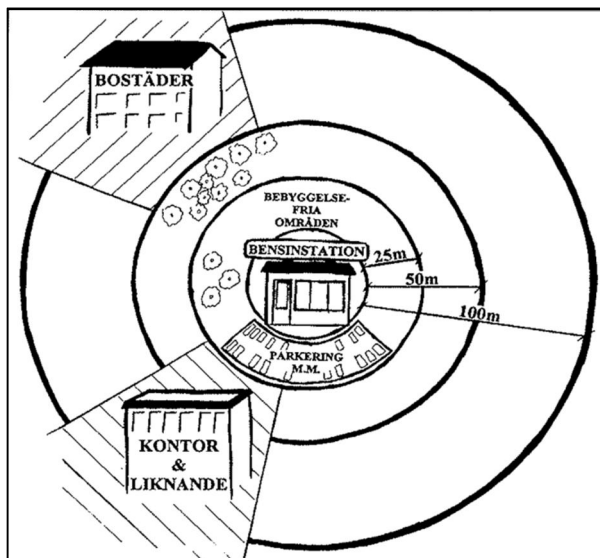


Utöver ovan nämnda rekommendationer och riktlinjer finns det ett antal dokument som anger hur riskhänsyn kan tas i olika sammanhang. Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [3]. Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer [4] för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer som ny bebyggelse kan planeras ske, se Figur 1 och 2.



**Figur 1. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse intill transportleder för farligt gods.**

Rekommendationerna innebär att 25 meter kring järnvägar och vägar med transporter av farligt gods lämnas bebyggelsefritt. Avståndet till bostadsbebyggelse bör vara minst 50 meter från järnväg med transport av farligt gods och minst 75 meter från väg med transport av farligt gods. Om önskemål finns att bygga närmare transportled än vad rekommendationerna anger ska en riskanalys genomföras som visar att risknivån kan accepteras.



**Figur 2. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse intill bensinstation.**

Vid etablering inom 100 meter från en bensinstation ska alltid risksituationen bedömas. Vid genomförande av riskanalys kan ett mindre avstånd accepteras, dock bör ett minimi avstånd på 50 meter alltid hållas till bostadsbebyggelse.

Banverket (idag en del av Trafikverket) har tillsammans med Räddningsverket (idag en del av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) gett ut skriften *Säkra järnvägstransporter av farligt gods* [5]. I den förtydligar man att Banverket delar den syn på riskhantering som Länsstyrelserna i Skånes, Stockholms och Västra Götalands län presenterar i *Riskhantering i detaljplaneprocessen*. Banverket och Räddningsverket förtydligar dock att det i normalfallet inte bör tillkomma någon ny bebyggelse inom 30 meter från spårmit.

Samtliga ovan nämnda dokument har beaktats vid genomförandet av analysen.

## 1.5 Underlagsmaterial

Följande underlagsmaterial har funnits till förfogande vid upprättande av analysen:

- Miljörapport för Chemetall Skandinavien Ytteknik AB år 2009.
- Miljöbedömning steg 1, Behovsbedömning Detaljplan för Väppeby 7:12 och 7:19.
- Fördjupad översiktsplan för Bålsta tätort 2010.

Ytterligare en mängd tillgängliga rapporter, facklitteratur, haveriutredningar, internt utredningsmaterial med mera har använts som underlagsmaterial vid arbetet, och det refereras till löpande i texten.

## 1.6 Kvalitetssäkring

Rapporten är utförd av Wilhelm Sunesson (Brandingenjör) och Jan Ove Ragnarsson (Miljöriskkonsult, Civilingenjör Kemiteknik) med Henrik Selin (Civilingenjör i Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Göran Nygren (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering).

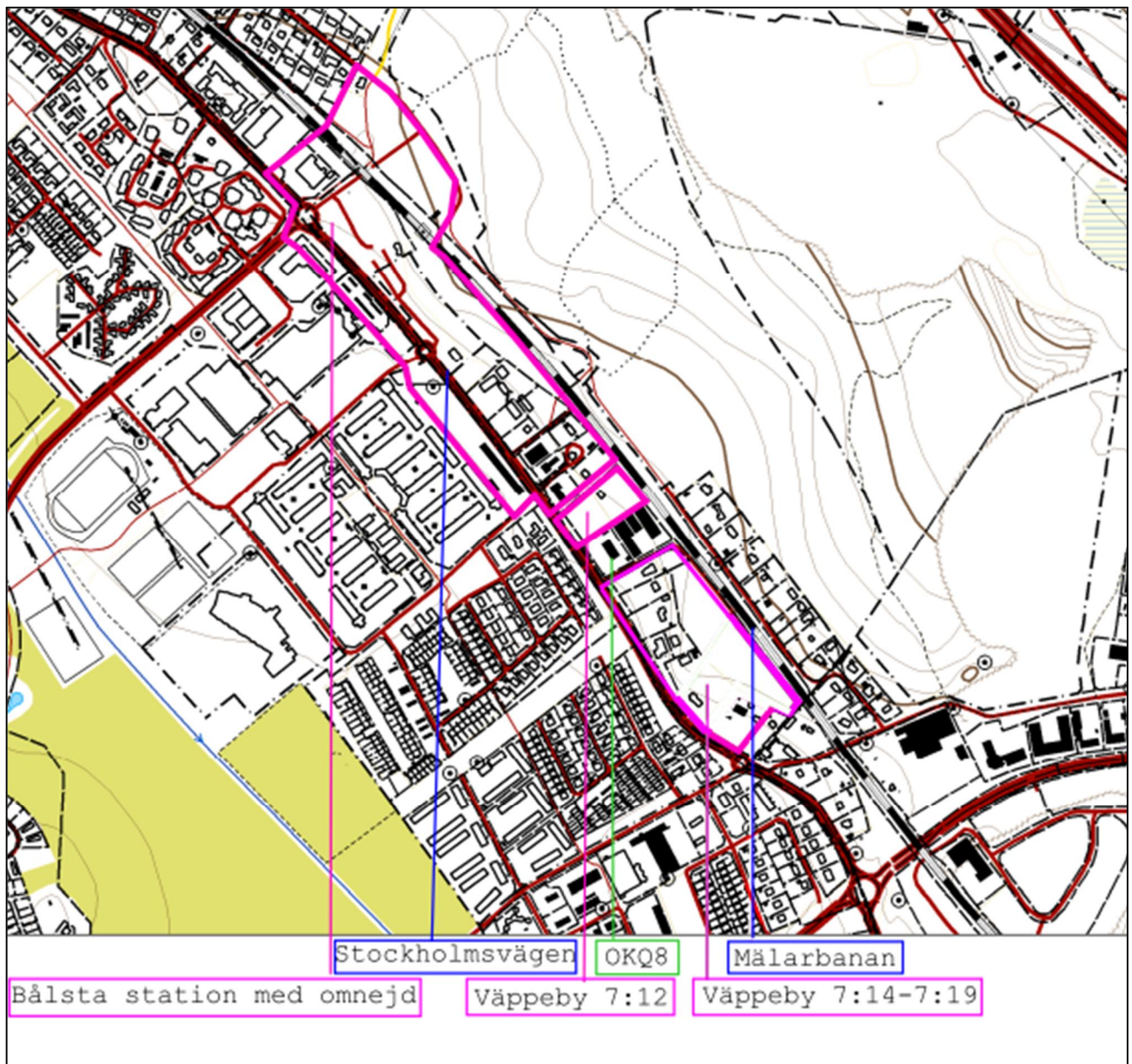


## 2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av det aktuella området.

### 2.1 Bålsta

I Figur 3 nedan är det planerade exploateringsområdet markerat. Området är ca 0,14 km<sup>2</sup> stort och avgränsas av Stockholmsvägen i sydväst och järnvägen (Mäljarbanan) i nordost. Mitt i planområdet ligger OKQ8s bensinstation.



Figur 3. Översiktlig bild av området.

I dagsläget finns inget färdigt förslag på hur området kommer att utformas i framtiden. Förhoppningen är att projekt kommer att tillföra uppskattningsvis 200 – 500 bostäder i området till år 2030. Bebyggelse blir därmed relativt tät och kommer bilda ett tätt gaturum.

## 2.2 Mäljarbanan

Mäljarbanan sträcker sig från Stockholm via Västerås till Hovsta norr om Örebro. Banan utgörs förbi Bålsta av dubbelspår och trafikeras av både person- och godståg. Den är utpekad som en transportled för farligt gods [6].

## 2.3 Stockholmsvägen

Stockholmsvägen är en sekundär landsväg som löper längs med planområdet och har en hastighetsbegränsning på 50 km/h. Vägen är en sekundär transportled för farligt gods[7], vilket innebär att vägen rekommenderas för transport av farligt gods från primär transportled av farligt gods till lokala avnämre längs vägen, men inte som genomfart.

## 2.4 Chemetall AB

Verksamheten är belägen på fastigheten Bista 15:5 med adress Håtunavägen 8 i Bålsta. Verksamheten består sedan 2010-06-01 av lagerverksamhet sedan den tidigare tillverkningen lades ner. Företaget importerar kemiska produkter för ytbehandlingsindustrin och distribuerar dessa till kunder. All lagring sker på hårdgjord invallad yta under tak. Alla förpackningar uppfyller kraven för transport av farligt gods. Energiförbehovet tillgodoses med fjärrvärme.

Vid företaget lagras främst produkter som innehåller oorganiska syror och baser samt vissa andra kemiska ämnen ingående i företagets ytbehandlingsprodukter. Separata lagerplatser finns för sura och basiska produkter. Brandfarliga produkter förekommer endast i ringa omfattning.

## 2.5 OKQ8s bensinstation

OKQ8 har en bensinstation för drivmedel belägen på fastigheten Väppeby 7:13 med adress Stockholmsvägen 117 i Bålsta. Vid anläggningen finns lagertankar och pumpar för bensin (95 oktan), etanol E85 och dieselolja. Den årliga omsättningen uppgår till ca 1 400 m<sup>3</sup> bensin, ca 115 m<sup>3</sup> etanol och ca 800 m<sup>3</sup> dieselolja. Lagertankar med avluftsanordningar är placerade utmed Stockholmsvägen mellan in- och utfarterna till anläggningen. Pumparna är belägna i mitten av anläggningen.

### 3 Omfattning av riskhantering

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

#### 3.1 Begrepp och definitioner

I samband med hantering av risker används olika begrepp. Nedan beskrivs de begrepp som används i denna riskbedömning, samt vilken innebörd begreppen tillskrivits.

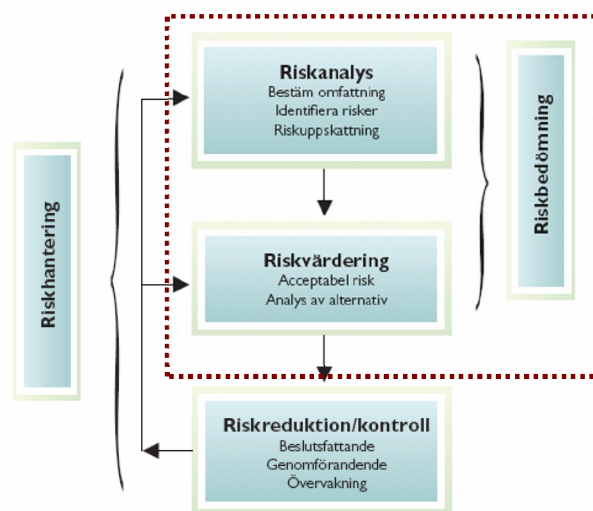
Med *risk* avses kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser.

*Risicanalys* omfattar, i enlighet med internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [8,9], dels *riskidentifiering* och dels *riskuppskattning*. 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.

I en kvalitativ riskanalys uppskattas risker med skalor av typen liten - stor eller låg - hög. I en kvantitativ analys uppskattas sannolikhet i stället med frekvenser i form av händelser per år, och konsekvens med exempelvis antal omkomna. Kvaliteten på de olika analyserna kan vara densamma, men resultatet presenteras på olika sätt.

Efter att riskerna analyserats görs en *riskvärdering* för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas *riskreduktion/kontroll*. Här fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas. I bästa fall kan riskerna elimineras helt, men oftast är det endast möjligt att reducera dem. En viktig del i riskreduktion/kontroll är att se till att föreslagna riskreducerande åtgärder genomförs och följs upp. Uppföljningen ska göras för att kontrollera om de genomförda åtgärderna reducerar riskbilden tillräckligt. *Riskhantering* avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/kontroll, se figur 4, medan *riskbedömning* normalt enbart avser analys och värdering av riskerna.



Figur 4. Riskhanteringsprocessen samt omfattning av riskhantering i projektet (punktstreckad linje).

### 3.2 Metod för riskinventering

Som ett första steg i denna riskanalys genomförs en riskidentifiering i syfte att påvisa möjliga riskkällor inom och i anslutning till programområdet samt övergripande bedöma vilka scenarier som kan tänkas påverka personsäkerheten inom programområdet. Riskinventeringen följer områdesbeskrivningen i avsnitt 2 och behandlar således infrastruktur och verksamheter inom samt i anslutning till programområdet.

### 3.3 Metod för riskuppskattning

De scenarier som beaktas inom ramen för programområdet behandlas vidare i riskuppskattningen där scenarierna studeras närmare med avseende på konsekvensområden som kan uppstå vid en eventuell olycka. Konsekvensområdena benämns riskområden och avser de avstånd från riskkällan till det avstånd där dödliga skador kan uppstå för olika scenarier. Utanför de utpekade riskområdena bedöms dödliga konsekvenser inte uppstå varför risken för dessa scenarier bedöms vara noll. Att dödsfall snarare än skadade utgör kriterium för var det föreligger förhöjd risk beror framför allt på att de förslag till värderingskriterier som finns framtagna i Sverige, och som används mest frekvent i samband med exempelvis riskhänsyn inom detaljplaneprocessen, utgår från riskmått baserade på antalet döda i samband med en olycka. Det finns därmed en acceptans för den andel skadade som kan genereras inbakat i riskvärderingskriterierna.

I de fall där ett kvalitativt riskresonemang ej är tillräckligt kommer riskerna att hanteras kvantitativt. Frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen beräknas med hjälp av Banverkets rapport [10]. Frekvensen av en väg olycka med farligt gods beräknas med hjälp av Räddningsverkets rapport [11]. 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.

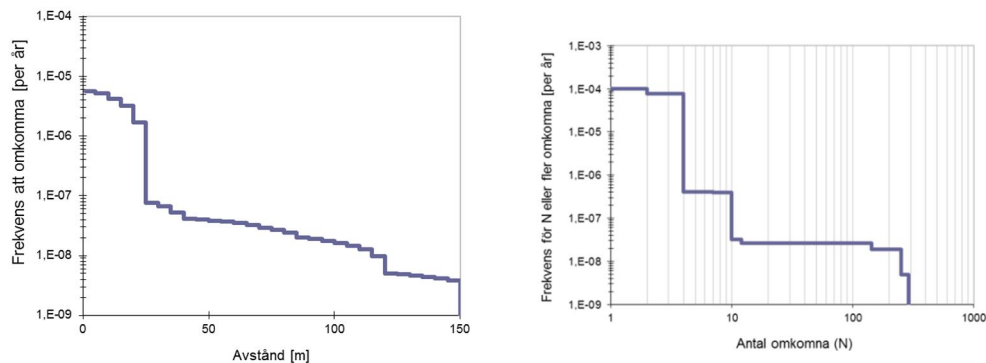
### 3.4 Riskmått

I denna riskbedömning har riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk* använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker kopplade till farligt gods-transporter.

Fördelen med att använda sig av både individrisk och samhällsrisk vid uppskattning av risknivån i ett område är att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande, samtidigt som det tas hänsyn till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

Exempel på presentation av individrisk och samhällsrisk ges i figur 5 och en närmare beskrivning följer i avsnitten nedan.





Figur 5. Exempel på individriskprofil till vänster samt F/N-kurva för samhällsrisk till höger.

### 3.4.1 Individrisk

*Individrisken* anger risken att omkomma för en person som antas befinna sig kontinuerligt på en specifik plats, oftast ett avstånd från en riskkälla, så som en transportled för farligt gods. Individrisken är platsspecifik och är oberoende av hur många personer som vistas i området. Syftet med riksmåttet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individrisken redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se figur 5 (vänster). Om flera riskkällor finns brukar nivåerna adderas och presenteras likt nivåkurvor på en karta.

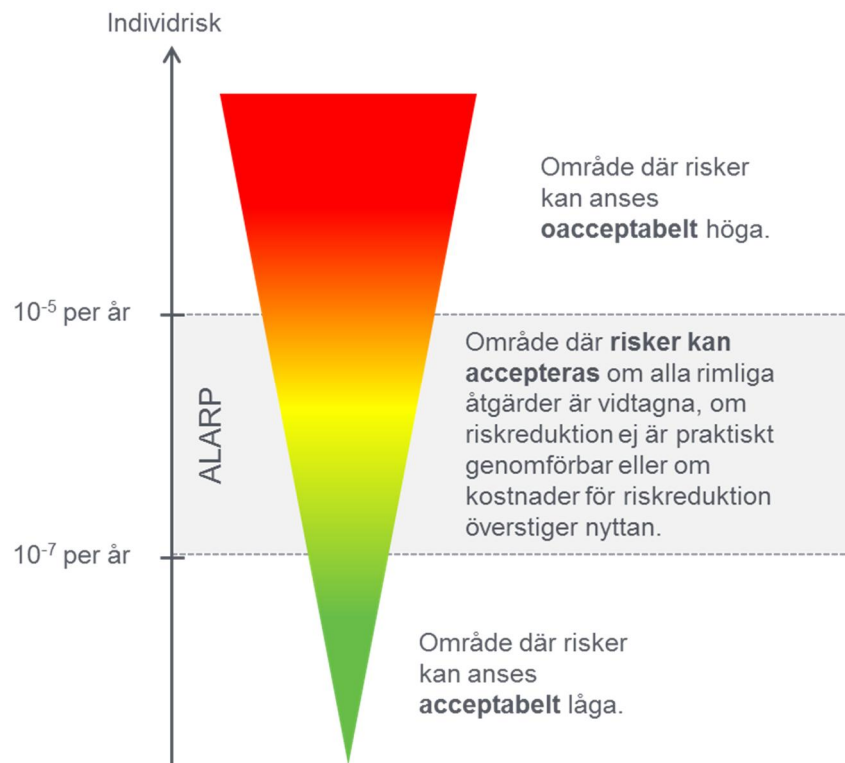
### 3.4.2 Samhällsrisk

Till skillnad från individrisken, beaktar samhällsrisk antalet personer som skadas/omkommer till följd av de olyckor som kan ske. Då beaktas befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året tas. Samhällsrisken redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se figur 5 (höger), som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler antal omkomna per år till följd av de antagna olycksscenarierna.

I F/N-kurvan kan ses hur ofta (frekvensen) olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens. Eftersom axlarna i grafen är logaritmiska är det svårt att avgöra hur stor skillnaden mellan två (eller flera) givna kurvor är. Därför kan samhällsrisken även presenteras som ett förväntat antal omkomna per år. Detta tal kan ses som ett medelvärde av hur många som förväntas omkomma per år och utgör ett mått på farlighet ur ett samhälls perspektiv.

## 3.5 Metod för riskvärdering

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Det Norske Veritas (DNV) tog, på uppdrag av Räddningsverket, fram förslag på riskkriterier [12] gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriseras i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller ej acceptabla, se figur 6 nedan.



**Figur 6. Princip för värdering av risk.**

Följande förslag till tolkning rekommenderas[12]. Kriterierna kvantifieras och illustreras grafiskt i figur 7.

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla 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, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnad-nytta-analys.
- De risker som kategoriseras som små 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.

Som acceptanskriterier för individ- och samhällsrisk används i denna rapport de som är framtagna av DNV och föreslås av Räddningsverket[12].

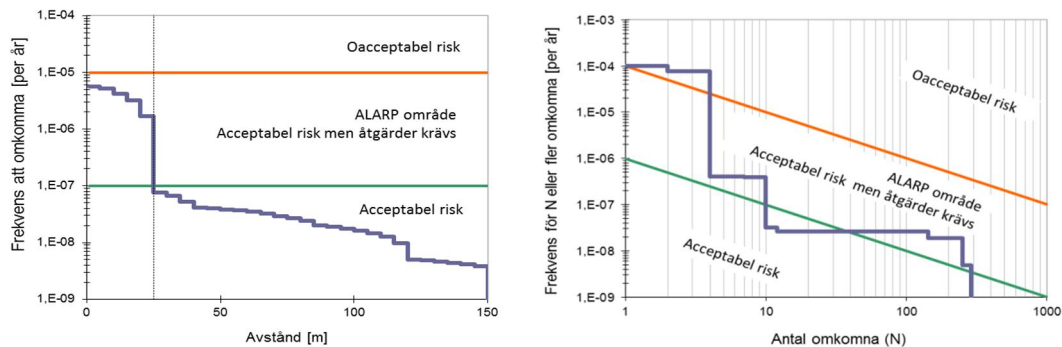
För individrisk föreslår Räddningsverket följande kriterier:

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



För samhällsrisk föreslår Räddningsverket [12] 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 (orange linje i figur 7)
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små:
  - $F=10^{-6}$  per år för  $N=1$  med lutning på  $F/N$ -kurva: -1 (grön linje i figur 7)



**Figur 7. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk utifrån DNV[12].**

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen, vid jämförelse med resultatet av riskanalysen för programområdet, för bedömning av huruvida risknivån var acceptabel. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön. Kriterierna för samhällsrisk är avpassade för sträckor på 1 km, vilket också är studerad sträcka i de beräkningar som genomförts.

### 3.6 Metod för identifiering av möjliga riskreducerande åtgärder

Om risknivån överstiger acceptabel nivå, ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Riskreducerande åtgärder identifieras vid behov utifrån Boverkets och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [13]. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som ger störst bidrag till risknivån.

## 4 Riskidentifiering

De risker som identifierats för planområdet är:

- Urspårning av gods- eller persontåg
- Olycka vid transport av farligt gods på väg
- Olycka vid transport av farligt gods på järnväg
- Olycka vid Chematall AB
- Olycka vid OKQ8 bensinstation

### 4.1 Urspårning

Ett urspårande tåg (persontåg eller godståg) kan träffa byggnader eller människor som befinner sig på planområdet. Konsekvenserna av en urspårning är beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar, vilket beskrivs utförligare i Bilaga A – Frekvens och Sannolikhetsberäkningar.

### 4.2 Farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods, om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods på väg och järnväg omfattas av regelsamlingar [14, 15] som tagits fram i internationell samverkan. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transportererna ska ske, var dessa transporter får färdas och hur godset ska vara emballerat vid transport av farligt gods. Alla dessa regler syftar till att minimera risker vid transport av farligt gods, d.v.s. för att transport av farligt gods inte ska innebära farlig transport. Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av det så kallade ADR/RID-systemet [14,15] 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 [16,17].**

RID-klass	Kategori ämnen	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning, liv
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc.	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger <u>skadeområde med uppemot 200 m radie</u> (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 ge skadeområden med uppemot 700 m radie [18].
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 för giftig gas över 800 m</u> . Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmas 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 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, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidslösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. <u>Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 70 m</u> .
6	Giftiga ämnen, 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 vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. <u>Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet</u> [19] (LC50). 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> .

Baserat på konsekvensbeskrivningarna i tabell 1, behandlas följande riskscenarier avseende transporter med farligt gods vidare i analysen:

- Farligt gods-olycka med explosiva ämnen (klass 1).
- Farligt gods-olycka med gas (klass 2). Delas upp i brandfarlig gas (2.1) och giftig gas (2.3).
- Farligt gods-olycka med brandfarlig vätska (klass 3).
- Farligt gods-olycka med oxiderande ämnen, organiska peroxider (klass 5).

Andra scenarier bedöms, enligt tabell 1 ovan, vanligtvis enbart påverka närområdet kring transportlederna, och behandlas inte vidare i analysen.

### 4.3 Transport av farligt gods på Stockholmsvägen

Stockholmsvägen är en sekundär transportled av farligt gods och hastighetsbegränsningen förbi planområdet är i dagsläget satt till 50km/h.

Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) är ett medelvärde av trafiken under ett genomsnittsdyn under ett visst år och för ett visst vägavsnitt och anges i fordon per dygn. Årsmedeldygnstrafiken för Stockholmsvägen år 2007 var enligt Bålsta kommun[21] 8600 fordon per dygn. Enligt samma mätning var andelen tung trafik 6 % av det totala antalet fordon, alltså 516 tunga fordon/dygn.

En viktig del vid beslut om utformning är hur mycket trafik som kommer att belasta området mot horisontåret 2030. Trafikutvecklingen kan förutses på flera olika sätt. Den allmänna trafiktillväxten i Sverige framgår av tabellvärden i Trafikverkets samhällsekonomiska kalkylvärden, se tabell 4.2 nedan.

**Tabell 4.2. Prognostiserad trafiktillväxt för Stockholm**

Fordon/Period	Årlig trafiktillväxt 2007-2020	Årlig trafiktillväxt 2020-2040
Personbilar	1.35 %	1.15 %
Lastbilar	2.50 %	1.70 %

Uppräkning av siffror från 2007 till 2030 i enlighet med tabell 4.2 ger en ÅDT år 2030 på Stockholmsvägen på ca 11500 fordon per dygn. Antalet tunga fordon år 2030 blir ca 850 stycken.

Ingen statistik finns på antalet farligt gods-transporter på Stockholmsvägen. Baserat på att vägen är en sekundär transportled av farligt gods och att OKQ8 är enda avnämaren av farligt gods längs vägen bedöms andelen farligt gods transporter på vägen vara begränsad till de transporter som sker till OKQ8 vilket som mest är 3st/vecka [20]. Av dessa antas ca 95 % bestå av brandfarliga vätskor (ADR-klass 3) och resterande 5 % är brännbara gaser (ADR-klass 2.1) [20].

### 4.4 Transport av farligt gods på Mäljarbanan

Enligt Håbo kommun [21] transporterades under 2010 126 persontåg och 5 godståg på Mäljarbanan förbi Bålsta. Enligt prognos för år 2020 [21] kommer antalet persontåg öka till 178 och antal gods-tåg öka till 7 st. Konservativt antas ökningen bli lika stor fram till år 2030, antalet persontåg antas då bli 230 och antal gods-transporter antas bli nio stycken.

Ingen statistik för fördelningen av vilka RID-klasser som transporteras på den aktuella sträckan har funnits att tillgå. Fördelningen har istället beräknats som ett medelvärde på statistik för fördelningen i hela Sverige beräknat av Räddningsverket år 2006 och statistik på fördelningen i Stockholm beräknat av Green Cargo år 2005. Sammanställning av fördelningen visas i tabell 2 nedan, beräkningar visas i Bilaga A – Frekvens och Sannolikhetsberäkningar.

**Tabell 3. Fördelning av farligt gods, medelvärde av statistik från Räddningsverket och Green Cargo**

<b>RID-klass</b>	<b>Andel ämnen (%)</b>
<b>Klass 1 Explosiva ämnen och föremål</b>	<b>0,25</b>
<b>Klass 2.1 Brandfarliga gaser</b>	<b>8,1</b>
<b>Klass 2.2 Inerta gaser</b>	<b>8,5</b>
<b>Klass 2.3 Giftiga gaser</b>	<b>1,85</b>
<b>Klass 3 Brandfarliga gaser</b>	<b>42,3</b>
<b>Klass 4 Brandfarliga fasta ämnen</b>	<b>4,25</b>
<b>Klass 5 Organiska peroxider och oxiderande ämnen</b>	<b>10,3</b>
<b>Klass 6 Giftiga ämnen, smittförande ämnen</b>	<b>1,25</b>
<b>Klass 7 Radioaktiva ämnen</b>	<b>0,0</b>
<b>Klass 8 Frätande ämnen</b>	<b>11,7</b>
<b>Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål</b>	<b>11,5</b>
<b>Totalt</b>	<b>100</b>

#### **4.5 Chemetall AB**

De risker som identifierats på Chemetall AB som kan medför konsekvenser för planområdet i händelse av en olycka är läckage av ytbehandlingsprodukter och storbrand.

#### **4.6 OKQ8s bensinstation**

Identifiering av risker vid OKQ8 har endast skett med avseende på brand och explosion. De risker som identifierats på OKQ8, som kan förekomma på en bensinstation som uppfyller normkraven enligt SÄIFS, är följande:

- Brand vid lossningsplatsen
- Brand vid tankning
- Brand i lagringscisterner
- Brand i tankbil utan explosion
- Brand i tankbil med explosion
- Brand vid avluftningsrörets mynning
- Brand i byggnad

Buller, vibrationer och giftiga utsläpp till luft kan också förekomma vid OKQ8. Även dessa risker påverkar planområdet men analyseras inte vidare i denna rapport.

## 5 Kvalitativ riskuppskattning och riskvärdering

### 5.1 Farligt gods och urspårning på Mälarbanan

Med tillgänglig information om riskkällorna och riktlinjer från myndigheterna går det ej att avfärda risken utan att den utreds ytterligare. En kvantitativ riskuppskattning kommer därför att genomföras i avsnitt 6.

### 5.2 Farligt gods på Stockholmsvägen

Med tillgänglig information om riskkällorna och riktlinjer från myndigheterna går det ej att avfärda risken utan att den utreds ytterligare. En kvantitativ riskuppskattning kommer därför att genomföras i avsnitt 6.

### 5.3 Chemetall AB

Risker för omgivningen i händelse av en olycka bedöms som begränsade. Flertalet ytbehandlingsprodukter bedöms vid ett läckage enbart kunna ge lokal påverkan inom kemiföretagets verksamhetsområde. Det finns knappast förutsättningar för att vätskor från företagets lager ska kunna spridas till berörda planområden ens vid ett stort läckage.

En storbrand vid företagets lager kan förväntas ge upphov till omfattande spridning av brandgaser samt bildning av nitroösa gaser och andra gaser med negativa hälsoeffekter. Brandriskerna bedöms generellt som låga eftersom det i huvudsak är ej brandfarliga produkter som lagras, ingen närmare analys av brandriskerna har genomförts. Hur stora mängder brandgaser etc. som kan frigöras och vilka halter som kan uppkomma i omgivande luft är svårt att bedöma utan en närmare analys. Av den information som har funnits tillgänglig bedöms det som osannolikt att allvarliga hälsoskador kan uppkomma inomhus i bostäder inom aktuella planområden. Utomhus kan skadliga halter inte uteslutas i de närmast belägna delarna av Väppeby 7:14 - 7:19 på avstånden ca 150 - 400 meter från kemiföretaget. Personskador kräver dock en viss tids exponering samtidigt som det tar tid innan en brand hinner utvecklas till så stor att ett större område påverkas. Berörda personer som befinner sig utomhus inom aktuella planområden bedöms därför ha goda möjligheter att söka skydd i händelse av en storbrand i kemiföretagets lagerbyggnad. Från Väppeby 7:12 och Bålstation med omnejd ligger mer än 500 meter från kemiföretaget och personer inom detta område bedöms inte kunna skadas av en storbrand vid Chemetall AB.

Ur risksynpunkt bedöms skillnaden mellan 0-alternativet, där den nuvarande markanvändningen inom berörda planområden bibehålls, och exploateringsförslag som måttlig eftersom möjlig påverkan inom planområdet är liten. Inga riskreducerande åtgärder bedöms vara nödvändigt.

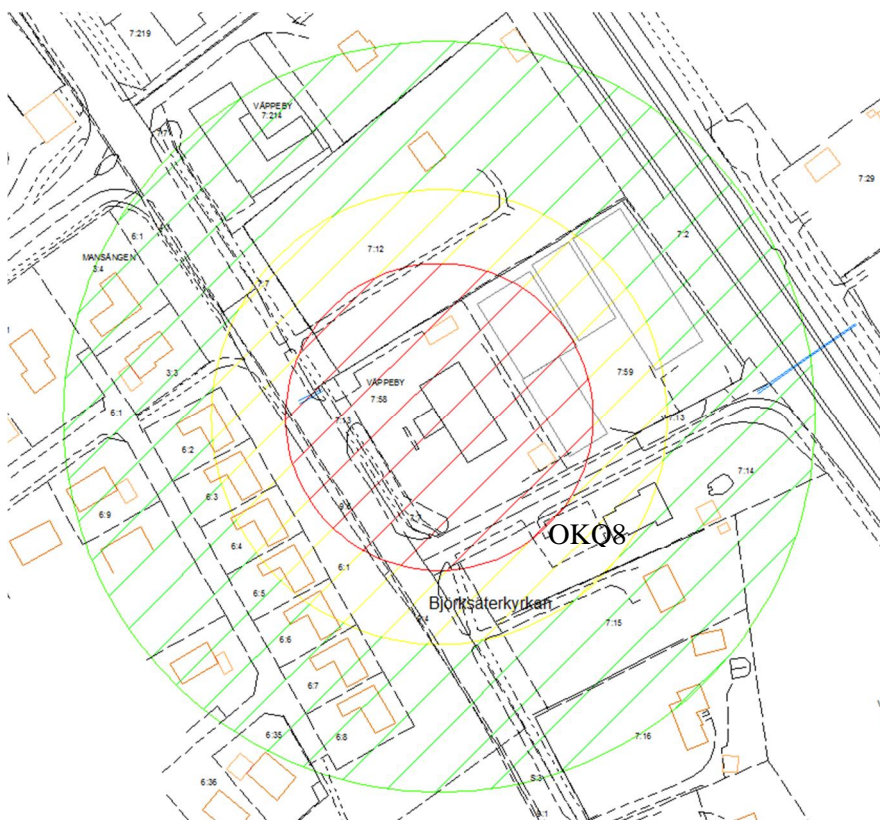
### 5.4 OKQ8 bensinstation

Bensin är en mycket brandfarligt och lättantändlig vätska. Sannolikheten för att brand och explosioner ska inträffa är trots det relativt låg då det krävs att ett utsläpp sker samtidigt som det finns en närliggande tändkälla. Det långsiktiga arbete som bedrivits på bensinstationer för att få bort alla tändkällor från områden med risk för bränslespill har lett till att mycket få bränder och explosioner inträffar. I synnerhet bedöms explosioner som i det närmaste osannolikt då det krävs att explosiv blandning uppstår i ett slutet utrymme innehållande en tändkälla. Istället torde explosionsartade brandförlopp kunna uppstå.



Om en brand trots allt skulle uppstå kan konsekvenserna av denna händelse bli omfattande. Den värmestrålning som alstras vid en brand kan leda till att personer i omgivningen skadas allvarligt eller till och med omkommer. Om byggnader i omgivningen påverkas av värmestrålning kan det leda till ökad brandspridning.

Enligt konsekvensberäkningar i Bilaga B blir konsekvensområdet för en brand med brandfarligvätska ca 40 meter. Avståndet är dock beroende på pölstorleken. Det innebär att om brandens utbredning blir större växer avståndet till oacceptabla strålningsnivåer. Dock kommer avståndet för en sådan brand som rimligtvis kan inträffa på bensinstationsområdet inte att bli så stor att avståndet till oacceptabla strålningsnivåer överskrider 50 meter. Det innebär att om bebyggelse intill bensinstationen placeras längre bort än 50 m från brandriskerna påverkas de inte av en eventuell brand på bensinstationen. Länsstyrelsen i Stockholm rekommenderar dock att ambitionen skall vara att hålla ett avstånd av 100 meter mellan bostäder och bensinstationer vid nyetablering. I figur 8 nedan visas vilka delar av området kring OKQ8 som inryms i de olika säkerhetsavstånden.



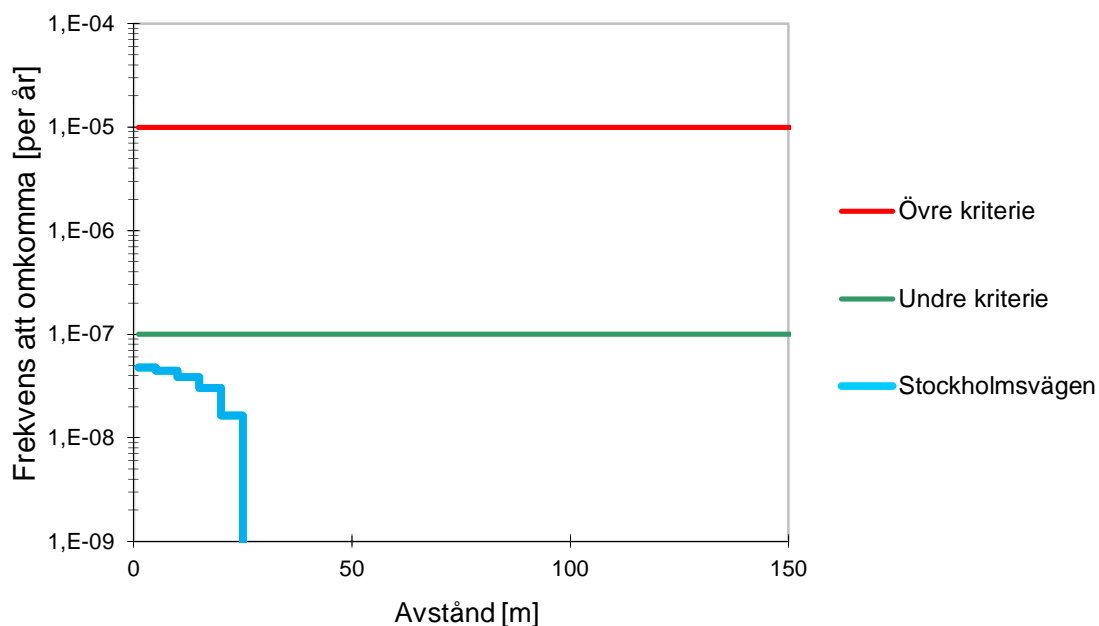
## 6 Kvantitativ riskuppskattning och riskvärdering

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods och urspårning på Mäljarbanan och farligt gods på Stockholmsvägen. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.5. Underlag för beräkningar återfinns i Bilaga A & B.

### 6.1 Individrisk

Då individrisken är platsspecifik ser den likadan ut oavsett om befolkningstätheten ändras. Individrisken redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan. Övre gräns för område där risker endast under vissa förutsättningar kan tolereras markeras med röd linje, övre gräns för område där risker kan kategoriseras som små markeras med grön linje. Området där emellan är det s.k. ALARP-området, där en risk kan värderas som acceptabel om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas, se vidare i avsnitt 3.5.

#### 6.1.1 Individrisknivå orsakad av Stockholmsvägen

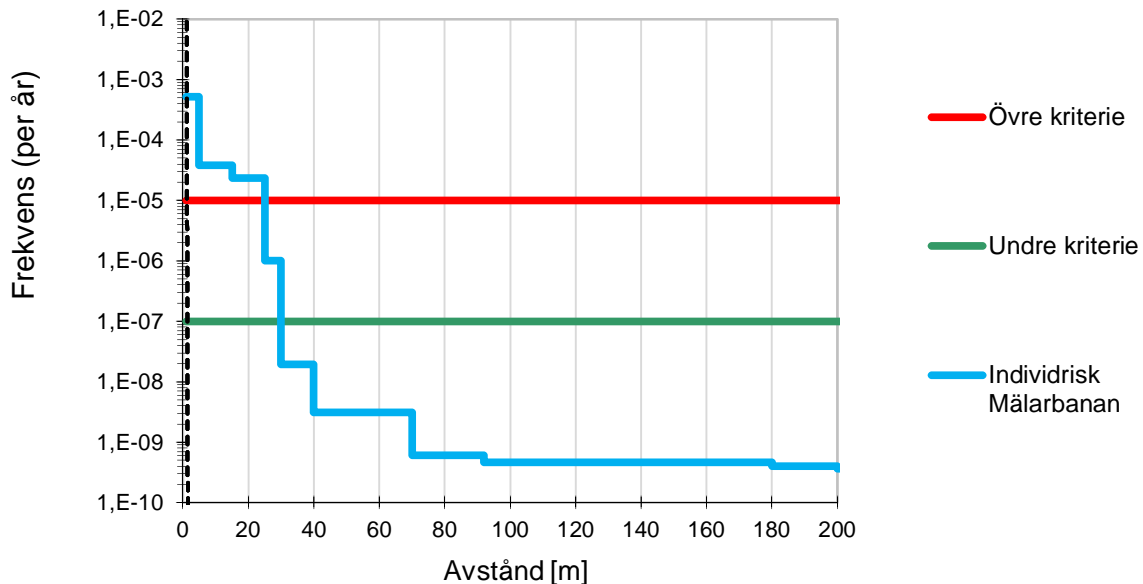


**Figur 9. Individriskprofil som visar den ackumulerade risknivån på givet avstånd från väggkant.**

Individriskprofilen visar den ackumulerade risken från samtliga undersökta olyckskonsekvenser på Stockholmsvägen.

Individriskkonturen går aldrig över undre kriteriet och risknivån kan därmed anses vara acceptabelt låg.

### 6.1.2 Individrisknivå orsakad av Mälarbanan



Individriskprofilen visar den ackumulerade risken från samtliga undersökta olyckskonsekvenser på Mälarbanan.

Individrisknivån på området ligger över ALARP-området fram till omkring 25 meter från järnvägen. Mellan 25-30 meter befinner sig individrisknivån inom ALARP-området. Bortom 30 meter är individrisknivån enligt valda riskkriterier att betrakta som acceptabelt låg. ALARP-området innebär enligt värderingskriterierna att risker där kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna. I enlighet med riskvärderingskriterierna måste riskreducerande åtgärder övervägas för detta område om människor ska kunna vistas där mer än tillfälligt.

## 6.2 Samhällsrisk

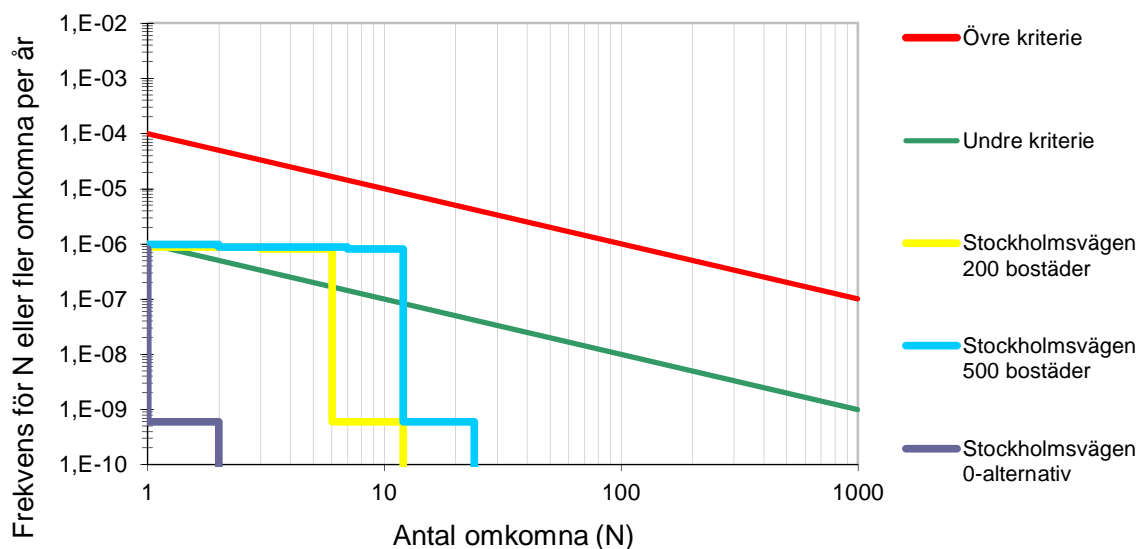
Samhällsriskens redovisas i form av en F/N-kurva. Precis som för individriskan markeras övre och nedre gräns för ALARP-området med röd respektive mörkgrön linje. Beräkningarna har genomförts för tre olika scenarier, dessa beskrivs här nedan:

- 0-alternativet där ingen exploatering av området antas ske och persontätheten för området år 2030 antas vara samma som i dagsläget dvs. ca 500 personer/km<sup>2</sup> (beräkning av persontäthet i området för de olika scenarierna redovisas i bilaga C).

- Scenario ”200 bostäder” där området år 2030 antas ha exploaterats med 200 bostäder och lika många arbetsplatser vilket leder till en persontäthet på ca 3500 personer/km<sup>2</sup>.
- Scenario ”500 bostäder” där området år 2030 antas ha exploaterats med 500 bostäder och lika många arbetsplatser vilket leder till en persontäthet på ca 7100 personer/km<sup>2</sup>.

Ett avstånd på 5 meter från väggkant och 15meter från järnväggkant har i beräkningarna ansatts som personfritt.

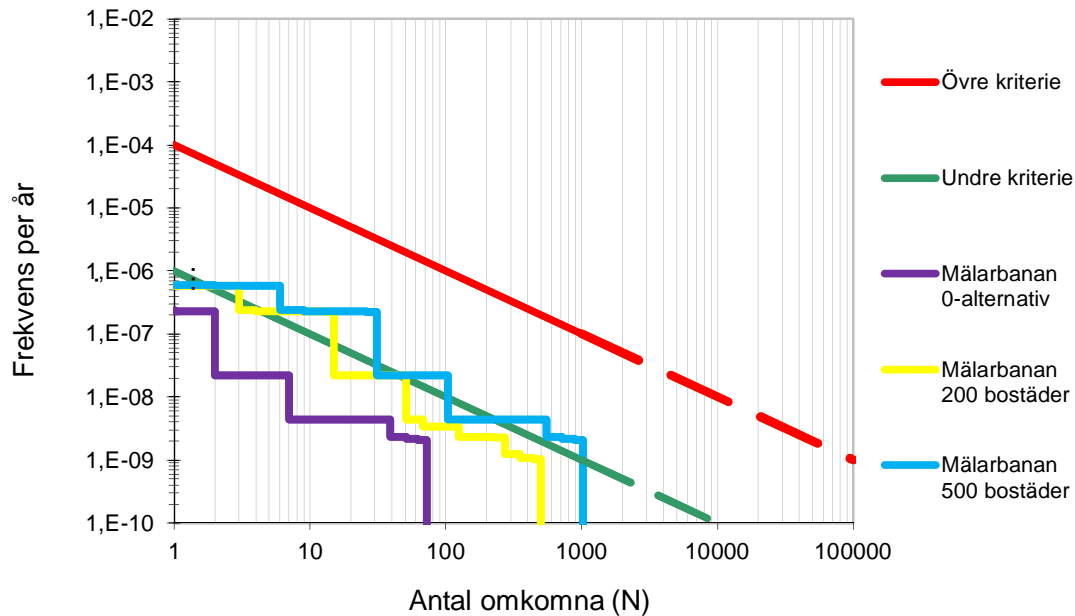
### 6.2.1 Samhällsrisiknivå orsakad av Stockholmsvägen



Den beräknade samhällsrisiknivån för 0-alternativet går aldrig över undre kriteriet och risknivån kan därmed anses vara acceptabelt låg.

För scenario ”200 bostäder” och ”500 bostäder” hamnar samhällsrisiknivån delvis inom det så kallade ALARP-området. Detta innebär enligt värderingskriterierna att risker där kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna. I den lägre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda som i de övre, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall likväl beaktas.

## 6.2.2 Samhällsriskenivå orsakad av Mäljarbanan



Den beräknade samhällsriskenivån för 0-alternativet går aldrig över undre kriteriet och riskenivån kan därmed anses vara acceptabelt låg.

För scenario "500 bostäder" och scenario "200 bostäder" hamnar samhällsriskenivån delvis inom den lägre delen det så kallade ALARP-området. Detta innebär enligt värderingskriterierna att risker där kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna. I den lägre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda som i de övre, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall likväl beaktas.

## 7 Osäkerheter och känslighetsanalys

### 7.1 Osäkerheter

Riskbedömningar är alltid förknippade med osäkerheter, i större eller mindre utsträckning. Kunskaps-osäkerheter, förknippade med bl.a. underlagsmaterial och beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på kan reduceras med t.ex. tillgång till mer detaljerad data. De antaganden och förutsättningar som främst är belagda med osäkerheter är:

- Information om flödet av farligt gods på järnvägen
- Konsekvensområden för farligt gods-klasser
- Framtida förändringar av farligt gods-trafiken i området
- Persontätheten i området

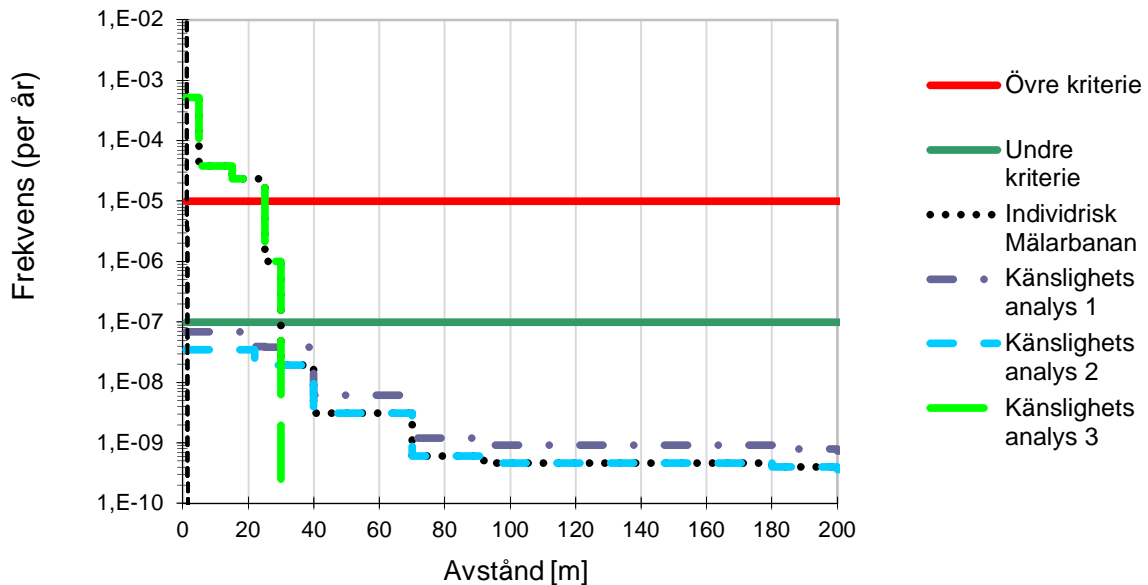
Det har gjorts ett antal antaganden p.g.a. avsaknad av data. De antaganden som gjorts har därför konsekvent varit konservativa, för att säkerställa att riskerna inte underskattas. På grund av att de antaganden som gjorts är konservativa bedöms osäkerheterna i analysen åtminstone inte påverka värderingen av riskerna så att de undervärderas.

### 7.2 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys genomförs för att verifiera hur stor inverkan gjorda antaganden ger på resultatet. Känslighetsanalys genomförs endast på Mäljarbanan.

I den första analysen avseende individrisken fördubblades antalet transporter med farligt gods på Mäljarbanan (Känslighetsanalys 1 i figur 10). I den andra analysen minskades konsekvensavstånden (till noll) för samtliga scenarier som innefattar urspårning, och endast riskbidraget från olyckor med farligt gods behålls (Känslighetsanalys 2 i figur 10). I den tredje (Känslighetsanalys 3) minskades alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods till noll, för att endast visa riskbidraget från urspårningsolyckor.



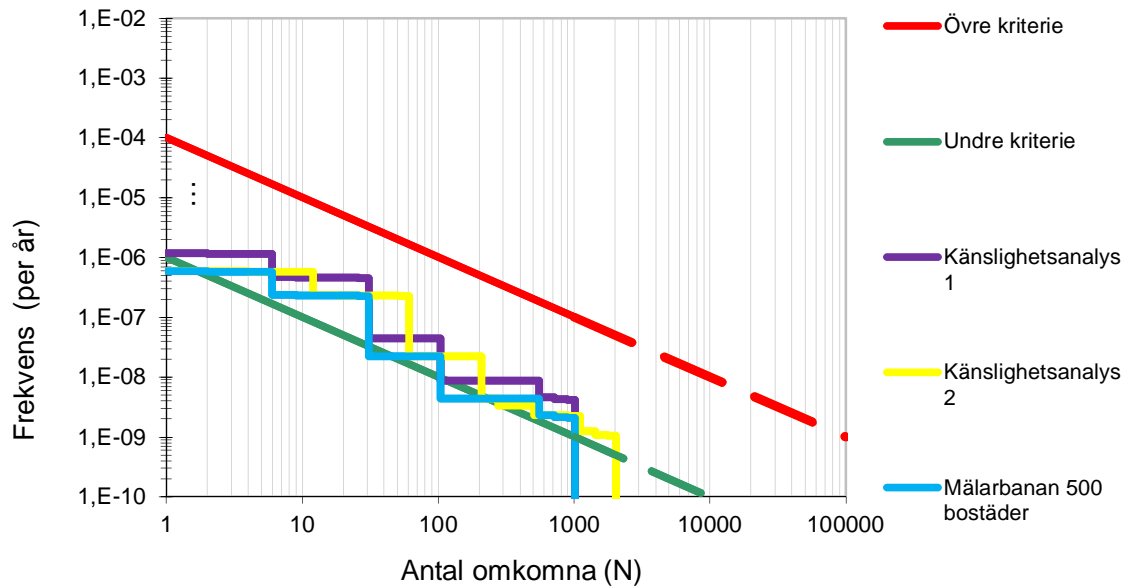


**Figur 10. Resultat av känslighetsanalys, individrisk.**

Resultaten visar att beräkningarna är robusta mot en ökning i antalet transporter med farligt gods. Ingen principiell förändring i individrisknivån uppkom i känslighetsanalys 1, även om individrisken överlag ökade något.

Känslighetsanalys 2 och 3 visar att det inom 30 meter från järnvägen i huvudsak är urspårning som bidrar till risknivån. Bortom 30 meter är det olyckor med farligt gods som ger ett riskbidrag.

Gällande samhällsrisken fördubblades först antalet transporter med farligt gods (Känslighetsanalys 1 i figur 11). I den andra antogs den genomsnittliga befolkningstäthet bli dubbelt så stor som för "scenario 500 bostäder" (Känslighetsanalys 2 i figur 11).



**Figur 11. Resultat av känslighetsanalys, samhällsrisk.**

Resultaten visar att beräkningarna är relativt robusta både mot en ökning i antalet transporter med farligt gods och mot en högre persontäthet. Ingen principiell förändring i samhällsrisknivån uppkom varken i känslighetsanalys 1 eller 2. Samhällsrisknivån hamnar precis som för ”500 bostäder” inom den lägre delen det så kallade ALARP-området.

## 8 Riskreducerande åtgärder

I detta kapitel redogörs för de åtgärder som föreslås för att sänka risknivån för det aktuella området. Resultatet visar att med hänsyn till samhällsrisknivån bör riskreducerande åtgärder i området övervägas. Avseende den beräknade individrisknivån krävs riskreducerande åtgärder inom 25 meter från järnvägen och det måste övervägas upp till 30 meter från järnvägen, om personer kommer vistas där mer än tillfälligt. För OKQ8s bensinstation bör riskreducerande åtgärder genomföras om bostäder planeras inom ett avstånd av 50 meter från bensinstation.

För att reducera riskerna för planområdet kan antingen sannolikheten för att en olycka med potential att påverka området inträffar minskas och/eller konsekvenserna av en sådan olycka minskas.

De kostnader som är förknippade med de olika åtgärderna varierar kraftigt liksom dess riskreducerande effekt. Det är därför viktigt att rimligheten mellan kostnaden för åtgärden och hur mycket åtgärden verkligen påverkar risken utreds. Vid val av riskreducerande åtgärd bör man dessutom beakta riskbidraget för de skadescenarier som åtgärden syftar till att reducera. De skadescenarier som främst bör beaktas vid vidtagande av åtgärder är de scenarier som utgör den huvudsakliga orsaken till att risknivån ligger högt.

### 8.1 WSP:s förslag på åtgärder

Störst bidrag till risknivån på området ger OKQ8s bensinstation. För att minimera risken från denna föreslås följande åtgärder:

- **Flytt av bensinstationen-** Bensinstationen ligger mitt i planområdet och en flytt av stationen skulle både innebära mer plats för bostadsetablering och en minskning av risknivån i området. All transport av farligt gods på Stockholmsvägen förbi planområdet skulle försvinna tillsammans med alla risker förknippade med bensinstationen. Lämplig plats att flytta stationen till måste utredas vidare tillsammans med bensinstationens ägare. Efter eventuell flytt kommer sanering av marken behöva genomföras.
- **Skyddsbarriär-** En annan åtgärd kan vara att uppföra en barriär mellan bensinstationen och omgivningen. Denna barriär kan vara i form av en jordvall eller plank. Beträffande risker är det dock viktigt att påpeka att planket måste vara utfört i brandtåligt material så att de upprätthåller den riskreducerande effekten med avseende på värmestrålningen från en brand. Med hjälp av barriären kommer värmestrålningen på baksidan av barriären att minska så att skyddsområdet kan kortas. Att ange ett exakt skyddsavstånd skulle kräva omfattande detaljerade beräkningar men generellt kan sägas att med en två meter hög barriär kommer oacceptabla strålningsnivåer inte att överstiga 30 m. Ju närmre den eventuella branden barriären placeras desto större blir den riskreducerande effekten.

Det huvudsakliga riskbidraget på planområdet från Mäljarbanan orsakas av urspårat tåg. Det är alltså främst kollision av ett urspårande tåg som kan ge upphov till påverkan nära järnvägen. Följande riskreducerande åtgärder föreslås för att reducera denna risk:

- **Skyddsavstånd-** Eftersom planerna på nyetablering befinner sig i ett tidigt stadium kan skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd. 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. Risknivån är inom ALARP-området till och med 30 meter från järnvägs kant. Om skyddsavstånd används som riskreducerande åtgärd

bör hela detta område behållas bebyggelsefritt och utformas så att ytan inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

- **Skyddsbarriär:** Som alternativ till skyddsavstånd kan en vall eller mur mellan Mäljarbanan och planområdet. En vall eller mur innebär en fysisk barriär som skyddar byggnaderna vid urspårning av tåg. Skyddsbarriär är en robust lösning med hög tillförlitlighet och lång livslängd. Den ska dimensioneras efter de krafter som ett urspårat tåg ger och utformas så att den på ett mjukt sätt fångar upp urspårade fordon. Vallen/muren bör förläggas längs hela planområdet där det frekvent antas vistas människor inom 30 meter från järnvägsspåret.

För de risker som orsakas av farligt gods-transport på Mäljarbanan föreslås följande riskreducerande åtgärder:

- **Skyddsavstånd** – Skyddsavstånd är en effektiv åtgärd även mot farligt gods-olycka. Skyddsavstånd bör utföras i likhet med det som föreslås ovan för urspårning vid Mäljarbanan. Om skyddsavstånd ej är möjlig kan istället nedan nämnda åtgärder genomföras.
- **Fasadkonstruktion** – Fönsterarean på fasader som vetter mot järnvägen bör minimeras för att minska konsekvenser till följd av värmestrålning, explosioner etc. Med färre öppningar minskas den svagaste konstruktionsdelen i fasad och skador till följd av glassplitter undviks i möjligaste mån. En tät fasad minskar även inläckage av giftiga gaser. Konsekvensen för personer som befinner sig inomhus reduceras i det fall då få eller inga fönster vetter mot transportled. WSP föreslår att fasader och tak inom 25 m från järnväg skall utföras i obrännbart material. Berörda fasader utförs utan ventilationsöppningar. Fasader inom detta område som innehåller fönster/glaspartier utförs i lägst brandklass EW 30. Fönster utförs ej öppningsbara.
- **Ventilation** – Då öppningar för tilluft placeras på tak eller oexponerad sida, på minst 8 meters höjd, hindras/avsevärt försvåras spridning av gaser eller rök från järnvägen. Möjlighet att stänga av tilluften helt medför också en riskreducerande åtgärd. Dessa åtgärder reduceras främst konsekvenserna av gasutsläpp och brandgaser.
- **Entréer och nödutgångar** – För att underlätta trygg och säker utrymning av byggnaderna i händelse av olycka på Mäljarbanan kan entréer placeras bort från järnvägen. Av brandtekniska skäl kan byggnaders djup dock innebära att nödutgångar även måste finnas i fasaden mot järnvägen. Dessa antas dock inte användas i händelse av olycka utanför byggnaden, eftersom en sådan olycka inte utlöser något utrymningslarm som manar folk till att använda nödutgångar. Då kan utrymning i stället styras mot kända utgångar med hjälp av personal och räddningstjänst.
- **Områdets utformning** - Området i närmast anslutning till järnvägen kan utformas så att det ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Detta kan exempelvis utföras genom att buskar och träd planteras samt att rabatter anläggs här. Genom att styra var människor befinner/uppehåller sig reduceras konsekvenserna av en olycka.

För de risker som orsakas av farligt gods transport på Stockholmsvägen föreslås följande riskreducerande åtgärder:

- **Flytt av bensinstationen** – All farligt gods transport på Stockholmsvägen orsakas av OKQ8s bensinstation. En flytt av bensinstationen skulle således helt eliminera riskerna orsakade av farligt gods transport på vägen.
- **Fasadkonstruktioner** - Om flytt av bensinstationen ej är möjlig föreslås istället att fasader på byggnaderna närmast vägen utförs i likhet med det som föreslås ovan för fasader närmast Mäljarbanan.

Uppdragsnr: 10150449

Daterad: 2011-08-30

Fördjupad riskbedömning för detaljplan

Väppeby, Håbo



## 9 Slutsatser

Genomförd riskutredningen visar att Chemetall AB endast medför en liten risk för planområdet medan OKQ8s bensinstationen medför en stor risk för planområdet. Ett säkerhetsavstånd på minst 50 meter från bensinstationen till bostadsbebyggelse krävs om inga riskreducerande åtgärder genomförs.

Föreslagna riskreducerande åtgärder innefattar:

- Flytt av bensinstation
- Skyddsbarriär

Beräknade individ- och samhällsrisknivåer visar att riskreducerande åtgärder behövs inom det planerade området. Detta eftersom beräknad individrisk för Mälarbanan och samhällsriskerna för både Mälarbanan och Stockholmsvägen hamnar inom ALARP-området.

Föreslagna riskreducerande åtgärder innefattar:

- Skyddsavstånd
- Skyddsbarriär
- Krav på fasadkonstruktion
- Placering och funktion av ventilationssystemet
- Placering av entréer och nödutgångar
- Områdets utformning
- Flytt av bensinstation



## 10 Referenser

---

- [1] Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag, Faktablad nr 4: 2003, Länsstyrelsen i Stockholms län
- [2] Riskanalyser i detaljplaneprocessen, Rapport 2003:15, Länsstyrelsen i Stockholms län
- [3] Riskhantering i detaljplaneprocessen, länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län, 2006.
- [4] Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill väg och järnväg för transport av farligt gods samt intill bensinstationer. Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- [5] Banverket & Räddningsverket, Säkra järnvägstransporter av farligt gods.
- [6] Kartläggning av farligt godstransporter, Räddningsverket, september 2006.
- [7] Fördjupad översiktsplan för Bålsta tätort 2010, Håbo kommun, 2010-06-15.
- [8] International Electrotechnical Commission (IEC). International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems, Genève, 1995.
- [9] International Organization for Standardization (ISO). Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73, Geneva, 2002.
- [10] Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- [11] SRV. Farligt gods: Riskbedömning vid transport. u.o.: Statens räddningsverk, 1996.
- [12] Värdering av risk, Räddningsverket Karlstad, 1997
- [13] Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner, Boverket och Räddningsverket, 2006.
- [14] RID-S, Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2004:15) om transport av farligt gods på järnväg, Statens Räddningsverk, 2004.
- [15] ADR-S, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (SRVFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [16] Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS, Stadsbyggnadskontoret, 1997.
- [17] Handbok för riskanalys, Statens Räddningsverk, 2003.
- [18] Förvaring av explosiva varor, Statens Räddningsverk, dec 2006, handbok.
- [19] Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [20] Telefonsamtal, OKQ8, 2011-08-15.
- [21] Mailkonversation med Svante Guterstam, Håbo kommun, 2011-05-09.

## Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Banverkets *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [1] och Räddningsverkets *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [2]. 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 olycka (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.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år), vilket är cirka 76 000 tåg.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 811 000 vagnar.
- Antal vagnsaxlar per vagn, vilket antagits till 4 st.

#### A.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 4 [1]:

Tabell 4. 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	$5,00 \cdot 10^{-10}$	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>Totalt</b>		

#### A.1.2 Sammanstötningar/kollisioner

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

### A.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet finns inga plankorsningar.

### A.1.4 Växling/rangering

I höjd med planområdet finns totalt 9 stycken växlar.

### A.1.5 Resultat

Frekvensen för en urspårning på den aktuella sträckningen är  $2,01 \cdot 10^{-2}$  per år.

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

$$\text{Urspårningsfrekvens(per år)} \frac{\text{Godståg}(st)}{\text{Persontågspassager}(st)} = \text{Frekvens, godstågsolycka(per år)}$$

Frekvensen för en olycka med godståg blir enligt formeln ovan  $6,21 \cdot 10^{-4}$  per år.

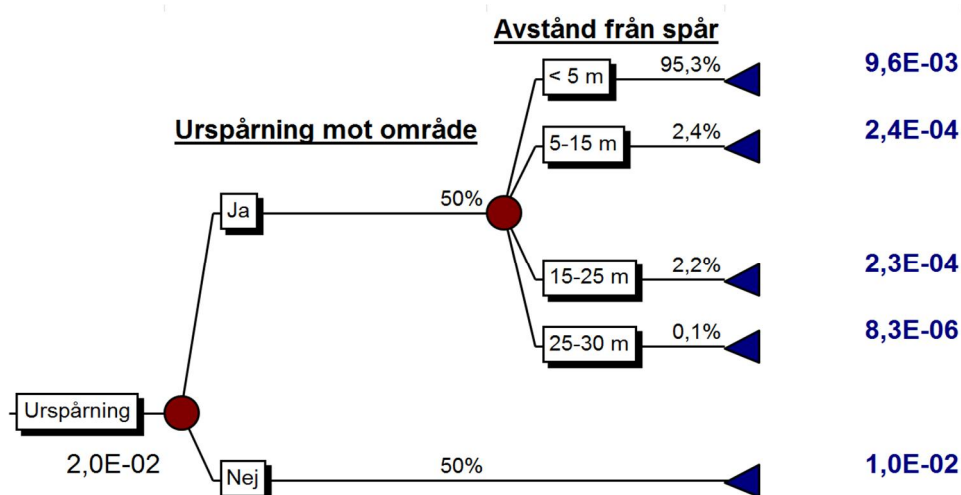
### A.1.6 Avstånd från spår för urspårande vagnar

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 tabellen nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat efter trafikandelar (96 % persontåg och 4 % godståg) [1].

Tabell 5. 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 %
Viktat medel efter andel	77,26%	18,05%	2,37 %	2,25 %	0,08 %

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten [3]. Enligt Tabell 5 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 händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 12.



Figur 12. Händelseträd med sannolikheter för urspårningar.

## A.2 Järnvägsolycka med transport av farligt gods

För att bestämma fördelningen av RID-klasser som transporteras på Mäljarbanan förbi Bålsta har statistik från Räddningsverket[4] och Green Cargo [5] använts.

Räddningsverkets mätningar skedde under en månads tid år 2006 och fördelningen av farligt gods i hela Sverige behandlades. Green Cargos statistik bygger fördelningen av de farliga gods-transporter som Green Cargo körde genom Stockholm år 2005. I denna rapport har medelvärdet av dessa båda mätningar använts.

Fördelningen av farligt gods redovisas i tabell A1 nedan.

Tabell A.1. Fördelning av farligt gods på järnväg, enligt svenskt genomsnitt.

RID-klass	Andel ämnen (%) Enligt statistik från Räddningsverket	Andel ämnen (%) Enligt statistik från Green Cargo	Andel ämnen (%) Medelvärde
Klass 1 Explosiva ämnen och föremål	0,0	0,5	0,25
Klass 2.1 Brandfarliga gaser	11,1	5,1	8,1
Klass 2.2 Inerta gaser	0,4	16,6	8,5
Klass 2.3 Giftiga gaser	3,7	0,0	1,85
Klass 3 Brandfarliga vätskor	53,9	30,7	42,3
Klass 4 Brandfarliga fasta ämnen	1,3	7,2	4,25
Klass 5 Organiska peroxider och oxiderande ämnen	12,1	8,5	10,3
Klass 6 Giftiga ämnen, smittförande ämnen	1,3	1,2	1,25
Klass 7 Radioaktiva ämnen	0,0	0,0	0,0
Klass 8 Frätande ämnen	10,1	13,3	11,7
Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål	6,0	17,0	11,5
Totalt	100	100	100

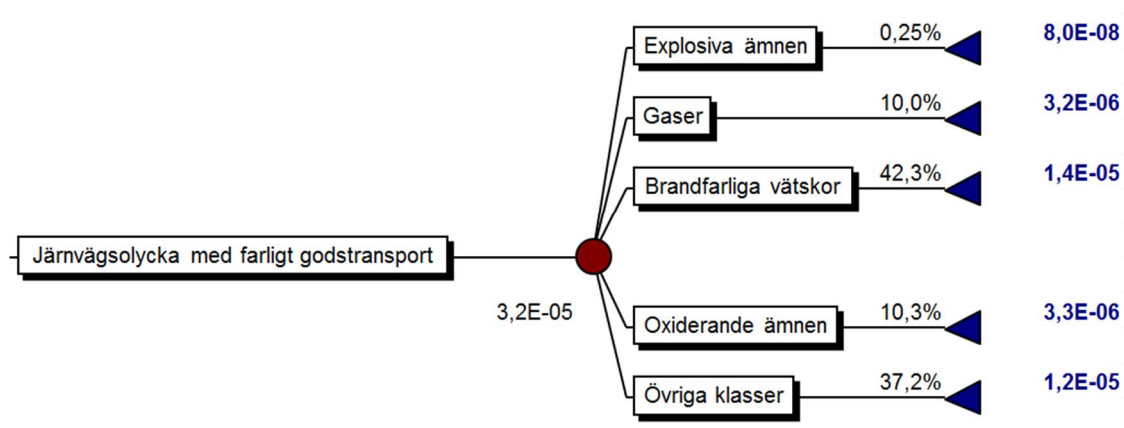
Enligt resonemang i avsnitt 4.2 bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt A.1.5.  $6,21 \cdot 10^{-4}$  per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [6]. Farligt gods-vagnar antas utgöra 1,5 % av det totala antalet godsvagnar. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1 - (1 - 0,015)^{3,5} = 5,15 \cdot 10^{-2}$$

Frekvensen för att en farlig gods-transport spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli ca  $3,2 \cdot 10^{-5}$  per år.

I händelseträdet, se Figur 13, redovisas frekvensen för olycka med transport av respektive aktuell farligt gods-klass inblandad utifrån uppskattad andel av respektive klass.



Figur 13. Händelsetråd med sannolikhet för olycka med farligt gods.

### A.3 Trafikolycka med transport av farligt gods på väg

Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, dels att använda olycksstatistik för sträckan, dels att skatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägavsnittet. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek samvarierar med ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2030.

**Tabell 6 Trafikflöde, indata i VTI modellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för respektive undersökt alternativ.**

Stockholmsvägen 200 bostäder	
ÅDT [fordon per dygn]	12000
Hastighetsgräns [km/h]	50
Antal fordon med FG	0,4
Olyckskvot	1,2
Andel singelolyckor	0,15
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,00
Förväntat tids spann mellan FG olycka [år]	2877,7

### A.3.1 Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna på Stockholmsvägen

Ingen statistik finns på antalet farligt gods-transporter på Stockholmsvägen. Baserat på att vägen är en sekundär transportled av farligt gods och att OKQ8 är enda avnämaren av farligt gods längs vägen bedöms andelen farligt gods transporter på vägen vara begränsad till de transporter som sker till OKQ8 vilket som mest är 3st/vecka [7]. Av dessa antas ca 95 % bestå av brandfarliga vätskor (ADR-klass 3) och resterande 5 % är brännbara gaser (ADR-klass 2.1) [7].

## A.4 Olycksscenarioer – händelseträdsmetodik

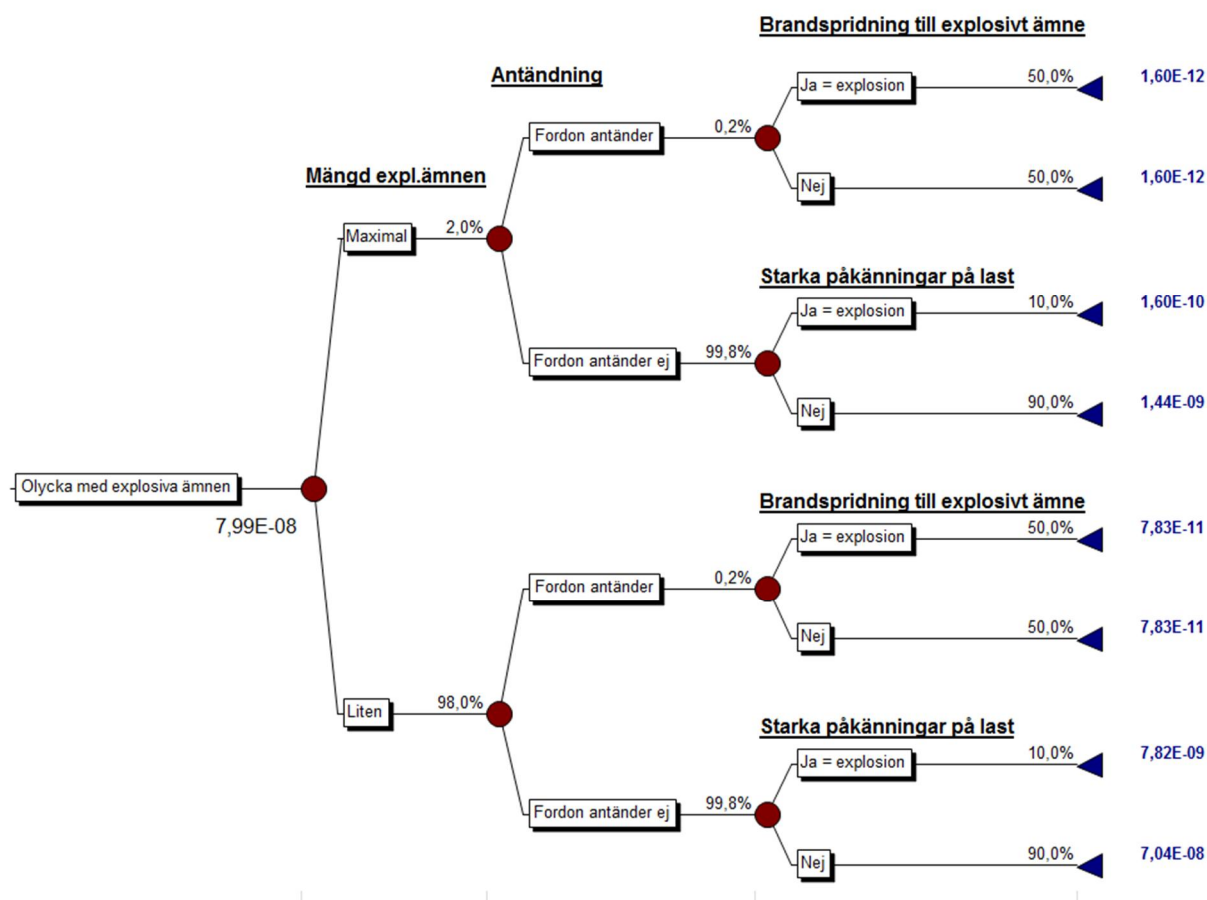
I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik. Endast beräkningar för järnväg redovisas, eftersom beräkningar för väg utförs på liknande sätt.

### A.4.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Grovt uppskattat utgör maximala mängder explosiva ämnen ca 0,5 % av de totala transportererna. 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.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall 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 tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 0,2 % av fallen. Sannolikheten för att en vagn inblandat i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 % och därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 %. I Figur 14 nedan redovisas möjliga scenarion.





Figur 14. Händelseträd för farligt gods-olycka med explosiva ämnen i tanken.

#### A.4.2 RID-klass 2 – 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 0,01 i båda fallen [1]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 0,98.

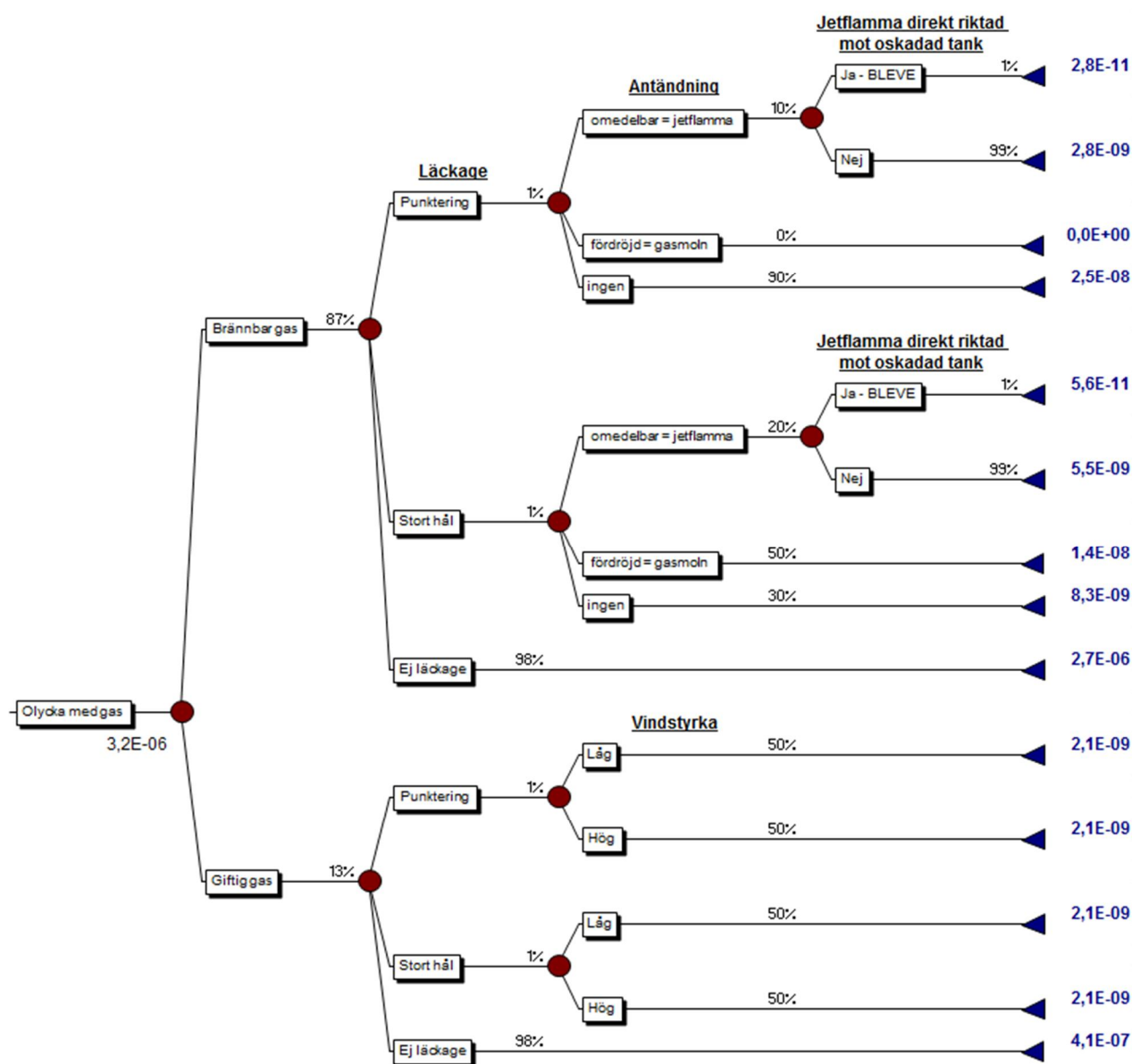
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln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

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [8] för:

- omedelbar antändning (jetflamma): 0,1
- fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- ingen antändning: 0,90

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 0,2, 0,5 och 0,3 [8]. 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 0,01.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar dessutom vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s). I Figur 15 redovisas olika scenarion för en olycka med gas.

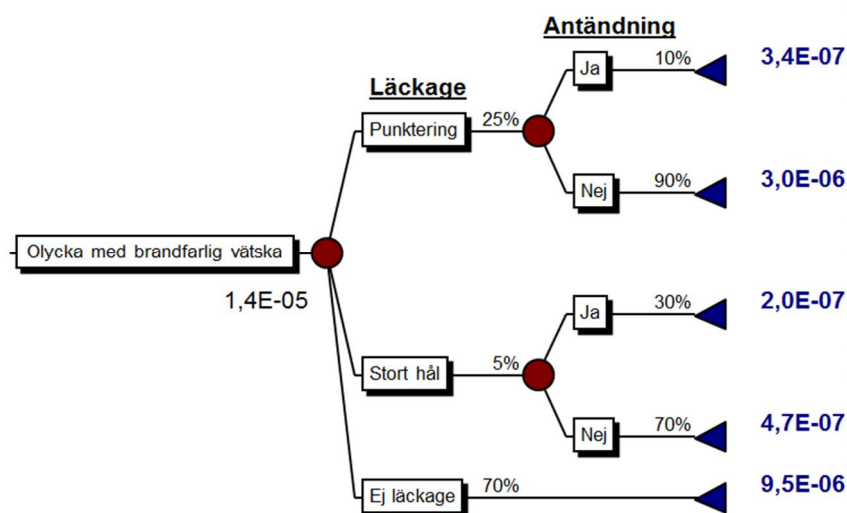


Figur 15. Händelsetråd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

### A.4.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 % [1]. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas antas vara 10 % respektive 30 % [1]. I Figur 16 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt då underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 16. Händelsetråd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

### A.4.4 RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

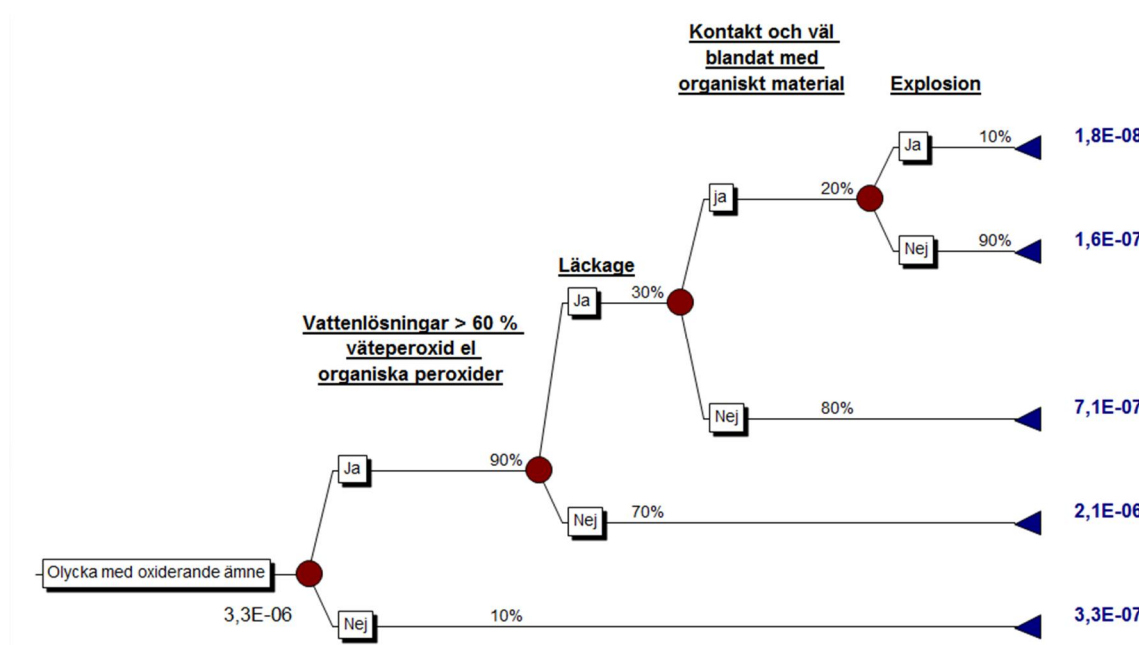
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända.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

Konservativt antas 90 % av transporterna i RID-klass 5 utgöras av oxiderande ämnen, och 10 % 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 0,3 (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 0,2. Sannolikheten för explosion uppskattas därefter till 0,1. I Figur 17 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 17. Händelseträd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

## Referenser Bilaga A

- [1] Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- [2] Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996.
- [3] Säkra järnvägstransporter av farligt gods, Banverket och Räddningsverket, 2004.
- [4] Flödet av farligt gods på järnväg – en översiktlig kartering i GIS-miljö, Statens Räddningsverk, 1997.
- [5] Underlag från Green Cargo, erhållet från Stockholm Brandförsvaret, 2006-10-03.
- [6] Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [7] Telefonsamtal, OKQ8, 2011-08-15.
- [8] Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993.

## Bilaga B – Konsekvensberäkningar

De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilka personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario. Endast beräkningar för järnväg redovisas, eftersom beräkningar för väg utförs på liknande sätt.

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.

### B.1 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.

### B.2 Bedömda konsekvensområden 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 A. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts. Följande kriterier för bedömning av konsekvensområde där personer antas omkomma har använts:

- Explosion: Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck.
- Giftig gas: Gränsvärde för dödliga skador ( $LC_{50}^1$ ) för klor är 250 ppm.
- Värmestrålning: Nivåer över 15 kW/m<sup>2</sup> orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering.

#### B.2.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck. Vid en explosion av 15-25 ton explosiva ämnen kan detta tryck uppnås 60 meter från olycksplatsen. Samtliga personer som vistas utomhus bedöms då omkomma. Denna typ av olycka bedöms även leda till att människor inne i byggnader omkommer. En modern byggnad utförd i betong med sammanhållen stomme klarar av ett tryck på ca 40 kPa. Vid en explosion av 25 ton explosiva ämnen kan detta tryck uppnås på en fasad, som vetter mot en olycksplats, 250 meter bort, och för övriga fasader 150 meter bort. Det senare värdet kan oftast användas för att avgränsa det område där byggnader kan rasa, eftersom explosionen inträffar i en punkt som endast är riktad vinkelrätt mot en liten del av fasaden. En olycka med en liten mängd explosiva ämnen i lasten, exempelvis 50-100 kg ammunition antas endast kunna orsaka en lokal skada, konsekvensområde < 25 meter [1].

#### B.2.2 RID-klass 2 – Gaser

Gaser indelas i brännbara och giftiga.

##### *Brännbar gas*

---

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

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 ca 40 ton [2].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [3]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [4], 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.

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

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

Personer inomhus erhåller ett gott skydd mot strålningspåverkan. En BLEVE som inträffar nattetid då människor i området i huvudsak kan antas befinna sig inomhus, bedöms leda till lindrigare konsekvenser än om den inträffar dagtid då mer människor befinner sig utomhus. Med anledning av detta antas endast hälften av personerna inom konsekvensavståndet nattetid.

### Giftig gas

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Antagande om klor är ett konservativt antagande, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid. Med simuleringsprogrammet *Spridning luft* [5] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [5]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [5].

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 nedan.

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 8. 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

Gällande personer som befinner sig inomhus kommer konsekvenserna att bli lindrigare än för de som befinner sig utomhus. Detta på grund av att koncentrationerna av giftig gas ofta inte når upp till lika höga nivåer inomhus. Utomhusluften strömmar in i en byggnad genom ventilationssystemet relativt långsamt då gasmolnet passerar byggnaden. Det anges att skyddsfaktorn som uppstår då man befinner sig inomhus kan vara mellan en faktor 2 och 10 [6], jämfört med utomhus. Med anledning av detta antas endast ¼ av personerna inom det drabbade området omkomma nattetid då de antas befinna sig inomhus.

### B.2.3 RID-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 fram till där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>, vil-



ket 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 [3].

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Detta antas vara jämförbart med den stora mängd flygbränsle som transporteras på sträckan. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank ca 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. De formler som använts är baserade på den forskning på brandområdet som bedrivits under lång tid. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp [7].

I Tabell 9 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika pölareor. 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 9. 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 (endast utan vall)
Liten pölbrand bensin (100 m <sup>2</sup> )	5,6 m	16,5 m	22 m
Stor pölbrand bensin (400 m <sup>2</sup> )	11 m	29 m	40 m

#### B.2.4 RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Vid olycka med oxiderande ämne antas endast personer inom planområdet omkomma, om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ger upphov till förbränning. Förbränning antas leda till explosionsartade förlopp med 3 ton explosiv blandning.

En explosiv oxidator-bränsleblandning på 3 ton bedöms ge konsekvensavstånd ca 70 meter från olycksplatsen för byggnader.

### B.3 Personantal

I Länsstyrelsen i Skånes riktlinje RIKTSAM [8] föreslås att samhällsriskberäkningar genomförs för 1 km<sup>2</sup>, vilket gjorts i denna riskbedömning med utgångspunkt i grova uppskattningar av persontätheten inom 1 km<sup>2</sup> med planområdet i mitten.

För området har tre olika personantal använts. I 0-alternativet används samma persontäthet som i dagsläget vilket är ca 63 personer utspridda på en yta av 0,14 km<sup>2</sup>. Detta ger en persontäthet på ca 450 personer/km<sup>2</sup>. I alternativ "200 bostäder" antas projektet leda till att 200 nya bostäder byggs i området, varje ny lägenhet antas i genomsnitt inrymma två personer. Tillsammans med de nya bostäderna antas dessutom lika många arbetsplatser etableras i området vilket medför att persontätheten båda dag- och nattetid blir ca 500 stycken, vilket ger en persontäthet på 3500 pers/km<sup>2</sup>. I alternativ "500 bostäder" antas projektet leda till att 500 nya bostäder byggs, varje ny bostad antas i genomsnitt inrymma två personer. Tillsammans med de nya bostäderna antas lika många arbetsplatser etableras i området vilket medför att persontätheten båda dag- och nattetid blir ca 1000 stycken, vilket ger en persontäthet på ca 7100 pers/km<sup>2</sup>.

### B.4 Bedömning av antal omkomna

Vid bedömningen av antal omkomna har personantalet enligt avsnitt B.3 använts, tillsammans med konsekvensavstånden för de olika farligt gods-olyckorna enligt avsnitt B.2. Inga personer har antagits omkomna vid scenarier med konsekvensområden upp till 15 meter från järnväg och 5 meter från väg, eftersom personer inte förväntas vistas närmre järnvägen eller vägen än så mer än tillfälligt.

### B.5 Referenser Bilaga B

---

[1] Översiktplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997.

[2] Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter, Svenska gasföreningen, 2004-04-20.

[3] Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.

[4] Datorprogrammet Gasol, LTH Brandteknik.

[5] Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank, RIB, Statens räddningsverk.

[6] Fischer m.fl. (1997). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd.

[7] Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005.

[8] Länsstyrelsen i Skåne län (2007). Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM). Skåne i utveckling 2007:06.