



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Fördjupad riskbedömning för översiktsplan Svartå Strand, Mjölby

2012-06-21

Leverans

Upprättad av: Wilhelm Sunesson, Jan-Ove Ragnarsson

RAPPORT

Fördjupad riskbedömning för översiktsplan Svartå Strand, Mjölby

Kund

Mjölby Kommun
Tekniska kontoret
595 80 Mjölby

Konsult

WSP
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

Kontaktpersoner

Jan-Ove Ragnarsson
Telefon 013-30 36 25
jan-ove.ragnarsson@wspgroup.se

Sammanfattning

WSP har av Mjölby kommun fått i uppdrag att göra en fördjupad riskbedömning för översiktsplan avseende Svartå Strand.

Syftet med denna riskbedömning är att utreda lämpligheten av bostadsbebyggelse inom planområdet med avseende på järnvägstrafik och transport av farligt gods på järnväg. Målet är att fastställa om riskreducerande åtgärder krävs för att kunna genomföra de markanvändnings förslag som utreds, och vid behov föreslå lämpliga förslag på åtgärder.

Risikanalysen i rapporten genomförs enligt Banverkets rapport, *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. För beräkning av frekvens för respektive skadescenario används händelseträdanalys. Konsekvensen uppskattas utifrån litteraturstudier, datasimuleringar och handberäkningar.

Riskmåttan *individrisk* och *samhällsrisk* används för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker.

Riskinventeringen visar att farligt gods-olyckor med explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) har så långa konsekvensavstånd vid olycka att de utgör risker för Svartå Strand.

Individrisknivån för området är oacceptabelt hög fram till omkring 30 meter från järnvägen. Riskreducerande åtgärder måste därmed genomföras för att få ned risknivån till acceptabla kriterier.

Samhällsrisknivån hamnar inom gränsen för vad som kan anses vara en acceptabel risknivå förutsatt att lämpliga och rimliga riskreducerande åtgärder genomförs (ALARP-området).

Föreslagna riskreducerande åtgärder för att sänka risknivån innefattar:

- Skyddsavstånd på 40 meter
- Placering och funktion av ventilationssystemet
- Placering av entréer och nödutgångar
- Krav på fasadkonstruktion
- Utformning av kvarter och bebyggelse med hänsyn till risksituationen
- Prioriterad exploateringsordning

I den fortsatta översiktsplanprocessen liksom i framtida detaljplanprocesser bör arbete intensifieras med att ytterligare reducera riskerna inom planområdet. Under dessa förutsättningar och med beaktande av de föreslagna riskreducerande åtgärderna kan planförslaget anses godtagbart ur risksynpunkt.

För att slutligt avgöra om den risknivå som farligt gods-transport på Södra Stambanan medför kan accepteras bör en vägning mot samhällsnyttan av exploateringen genomföras.

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	7
1.6	KVALITETSSÄKRING	7
2	OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1	MJÖLBY	8
2.2	SÖDRA STAMBANAN	9
3	OMFATTNING AV RISKHANTERING	10
3.1	BEGREPP OCH DEFINITIONER	10
3.2	METOD FÖR RISKINVENTERING	11
3.3	METOD FÖR RISKUPPSKATTNING	11
3.4	RISKMÅTT	11
3.5	METOD FÖR RISKVÄRDERING	12
3.6	METOD FÖR IDENTIFIERING AV MÖJLIGA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	14
4	RISKIDENTIFIERING	15
4.1	URSPÅRNING	15
4.2	FARLIGT GODS	15
4.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ SÖDRA STAMBANAN	17
5	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	18
5.1	INDIVIDRISK	18
5.2	SAMHÄLLSRISK	19
6	OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS	21
6.1	OSÄKERHETER	21
6.2	KÄNSLIGHETSANALYS	21
7	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	23
8	DISKUSSION	25
9	PLANFÖRSLAGET LÄMPLIGHET UR RISKSYNPUNKT	26
10	SLUTSATSER	27
11	REFERENSER	28
	BILAGA A – FREKVENSS- OCH SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR	29
A.4	OLYCKSSCENARIER – HÄNDELSETRÄDSMETODIK	32
	BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR	37

1 Inledning

WSP har av Mjölby kommun fått i uppdrag att göra en fördjupad riskbedömning för översiktsplan avseende Svartå Strand.

Bedömningen avser belysa riskbilden från järnvägstrafik på Södra Stambanan som ligger 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, samt vid behov ge förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder.

1.1 Bakgrund

Bakgrunden till projektet är att Mjölby kommun påbörjat en fördjupad översiktsplan för att möjliggöra ny bebyggelse för bostäder och verksamheter mellan Södra Stambanan och Svartån i centrala Mjölby.

Krav på hantering av risker i samband med en fördjupad översiktsplan återfinns både i Plan- och Bygglagen och Miljöbalken, vilka kräver redovisning av hur riskaspekterna ska hanteras. Länsstyrelsen i Skånes, Stockholms och Västra Götalands län har tillsammans tagit fram allmänt vedertagna riktlinjer som föreskriver att risker förknippade med farligt gods ska beaktas i framtagande av översiktsplan inom 150 meter från farligt gods-led. Med anledning av detta 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 järnväg.

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. Risker förknippade med oorganisk kemisk industri som finns i området studeras inte i denna riskbedömning.

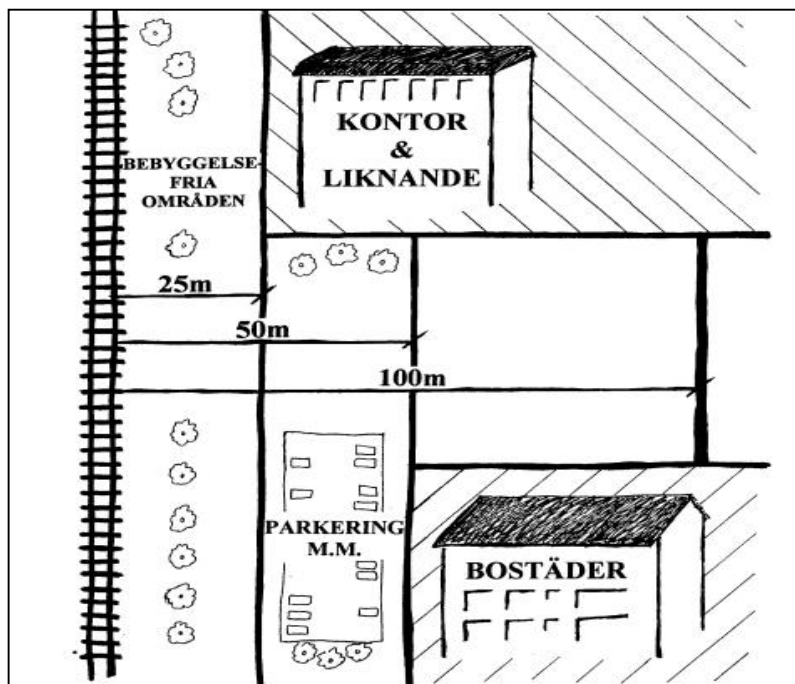
Enbart risker som kan innebära livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personsäkerheten på området beaktas. Detta innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser, buller eller liknande.

1.4 Styrande dokument

Krav på hantering av risker i samband med en fördjupad översiktsplan återfinns både i Plan- och Bygglagen[1] och Miljöbalken[2], vilka kräver redovisning av hur riskaspekterna ska hanteras. 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* [3] och *Riskana-*

lyser i detaljplaneprocessen [4]. 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 [5]. Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer [6] för hur nära transportleder för farligt gods som ny bebyggelse kan planeras ske, se Figur 1.



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. Om önskemål finns att bygga närmare transportled än vad rekommendationerna anger ska en riskanalys genomföras som visar att risknivån kan accepteras.

Banverket (idag en del av Trafikverket) har tillsammans med Räddningsverket (idag en del av Myn-digheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) gett ut skriften *Säkra järnvägstransporter av farligt gods* [7]. 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:

- Förhandskopia av Fördjupning av översiktsplan för del av Mjölby centrum[8].
- Trafikflödesmätningar för Södra Stambanan genom Mjölby kommun[9].

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) med Jan Ove Ragnarsson (Miljöriskkonsult, Civilingenjör Kemiteknik) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSPs 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 i Riskhantering).

2 Områdesbeskrivning

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

2.1 Mjölby

I Figur 2 nedan är det planerade exploateringsområdet markerat. Området är ca 0,31 km² stort och avgränsas av Svartån i väst och järnvägen (Södra stambanan) i öst.



Figur 2. Översiktsbild av planområdet.

I översiktsplanen anges att fullt utbyggt område ska kunna leda till ca 700 nya bostäder och 20 000 m² nya verksamhetslokaler på planområdet. Detta alternativ kallas i rapporten för huvudalternativet.

På planområdet ligger i dagsläget industrin ASM Foods. I huvudalternativet tas höjd för att denna industri i framtiden kan flytta och nya bostäder byggas på dess fastighet. Då inga indikationer finns på att ASM Food kommer flytta sin verksamhet utförs i rapporten en alternativ utredning där ASM Foods verksamhet samt dess inre hänsynszon bibehålls utan bostäder. Detta alternativ kallas i rapporten Alternativ två. I Alternativ två antas exploateringen medföra 500 nya bostäder och 15000 m² nya verksamhetslokaler på planområdet.

Detaljerad beskrivning av planområdet ges i Fördjupning av översiktsplan för del av Mjölby centrum[8].

2.2 Södra Stambanan

Södra Stambanan sträcker sig från Malmö i söder via Mjölby och Linköping upp till Katrineholm i norr. Banan utgörs förbi Mjölby av dubbelspår och trafikeras av både person- och godståg. Den är utpekad som en transportled för farligt gods [10].

Mjölby är en knutpunkt för järnvägstrafik och strax norr om Mjölby ansluter Godsstråket genom Bergsslagen till Södra Stambanan. Detta medför att antalet godståg genom Mjölby är högt.

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.

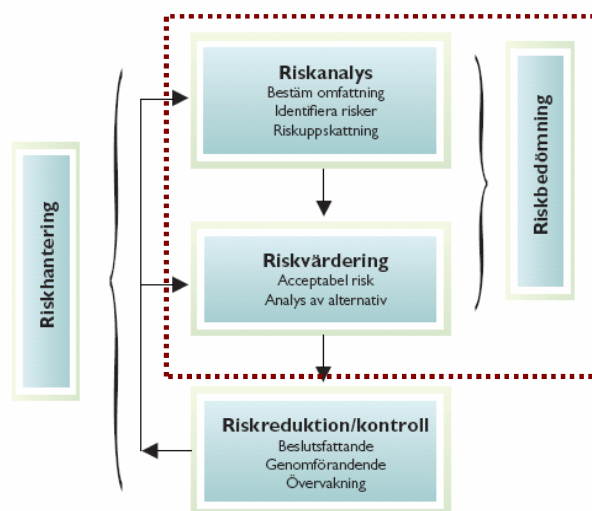
Med *risk* avses kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser.

Risikanalys omfattar, i enlighet med internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [11,12], 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 3, medan *riskbedömning* normalt enbart avser analys och värdering av riskerna.



Figur 3. 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 övergripande bedöma vilka olycksscenarier på Södra Stambanan som kan tänkas påverka personsäkerheten inom programområdet.

3.3 Metod för riskuppskattning

Med hjälp av Banverkets rapport [13] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys. Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga A.

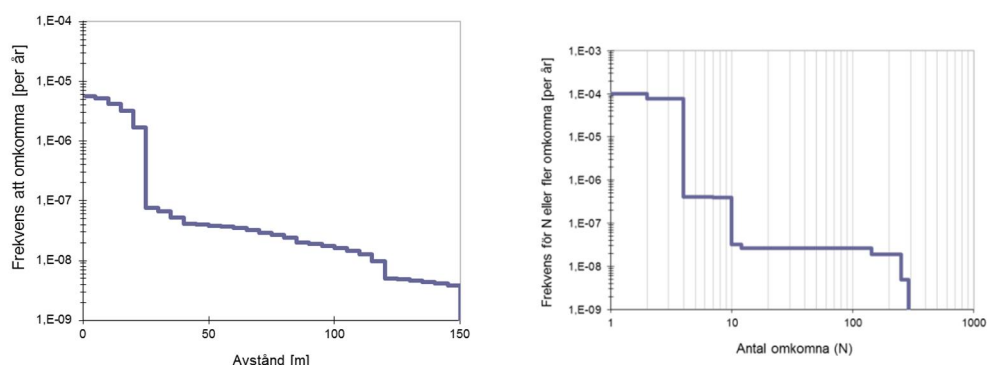
Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga B.

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 4 och en närmare beskrivning följer i avsnitten nedan.



Figur 4. 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 4 (vänster). Om flera riskkällor finns brukar nivåerna adderas och presenteras likt nivåkurvor på en karta.

3.4.2 Samhällsrisk

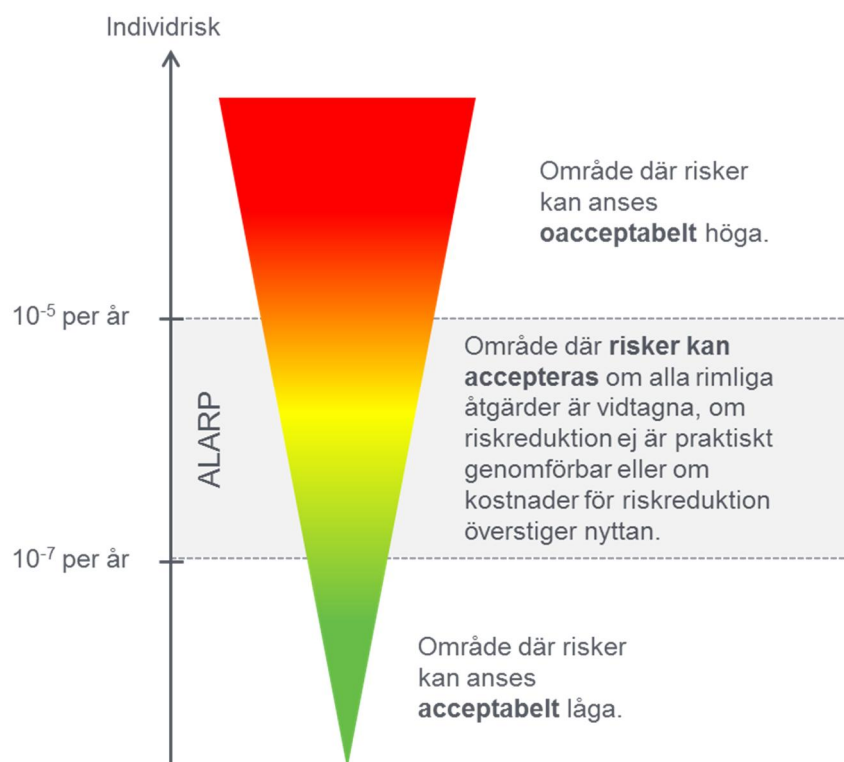
Till skillnad från individrisken, beaktar samhällsrisk antalet personer som skadas/omkommer till följd av de olyckor som kan ske. Då beaktas befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året tas. Samhällsriskens redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se figur 4 (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 samhällsriskens 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 samhällsperspektiv.

För samhällsriskens genomförs tre olika beräkningar för att kunna jämföra risknivån vid olika markanvändning. En beräkning genomförs för nollalternativet då området bibehålls likt befintligt, en beräkning för huvudalternativet med maximal exploatering och en beräkning för alternativ två med begränsad exploatering.

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 [14] 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 5 nedan.



Figur 5. Princip för värdering av risk.

Följande förslag till tolkning rekommenderas[14]. Kriterierna kvantifieras och illustreras grafiskt i figur 6.

- 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.

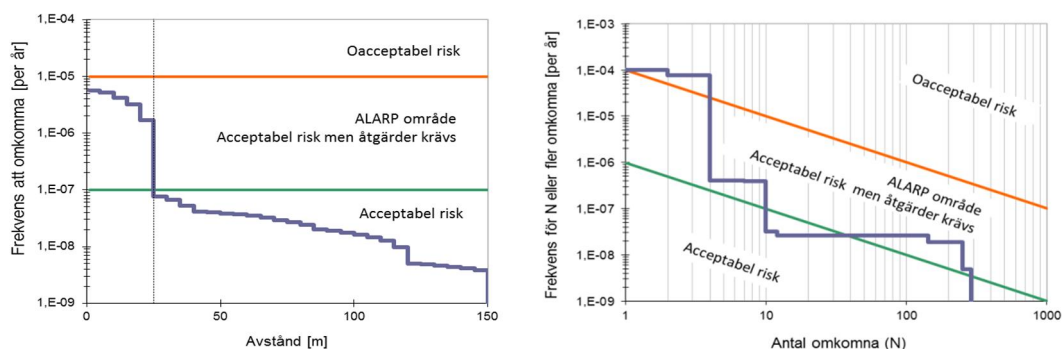
Som acceptanskriterier för individ- och samhällsrisk används i denna rapport de som är framtagna av DNV och föreslås av Räddningsverket[14].

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 [14] 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 6. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk utifrån DNV[10].

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 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* [15]. 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:

- Urspåring av gods- eller persontåg
- Olycka vid transport av farligt gods på järnväg

4.1 Urspåring

Ett urspårande tåg (persontåg eller godståg) kan träffa byggnader eller människor som befinner sig på planområdet. Konsekvenserna av en urspåring 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 järnväg omfattas av regelsamlingar [16] som tagits fram i internationell samverkan. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transporterna 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 RID-systemet [16] 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 [17,18].

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 [19].
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 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 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> [20] (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 Södra Stambanan

Enligt Mjölby kommun [9] transporterades dagligen under 2010 52 persontåg och 41 godståg på Södra Stambanan förbi Mjölby. Enligt Trafikverket antas transporten på järnväg öka med ca 20% fram till år 2030. Horisontåret 2030 antas därmed antalet persontåg bli 63 st och antal godståg bli 49 st på Södra Stambanan förbi Mjölby.

Fördelningen av de RID-klasser som transporteras på den aktuella sträckan har beräknats utifrån statistisk från Trafikverket angående farligt gods transporter förbi området mellan 2009-2010. Sammanställning av fördelningen visas i tabell 2 nedan, beräkningar visas i Bilaga A – Frekvens och Sannolikhetsberäkningar.

Tabell 2. Fördelning av farligt gods, medelvärde av statistik från Trafikverket

RID-klass	Andel ämnen (%)
Klass 1. Explosiva ämnen och föremål	0,06
Klass 2. Brandfarliga gaser	23,32
Klass 3. Brandfarliga vätskor	29,15
Klass 4. Brandfarliga fasta ämnen	4,84
Klass 5. Organiska peroxider och oxiderande ämnen	8,88
Klass 6. Giftiga ämnen, smittförande ämnen	4,37
Klass 7. Radioaktiva ämnen	0,12
Klass 8. Frätande ämnen	17,49
Klass 9. Övriga farliga ämnen och föremål	11,76
Totalt	100

5 Riskuppskattning och riskvärdering

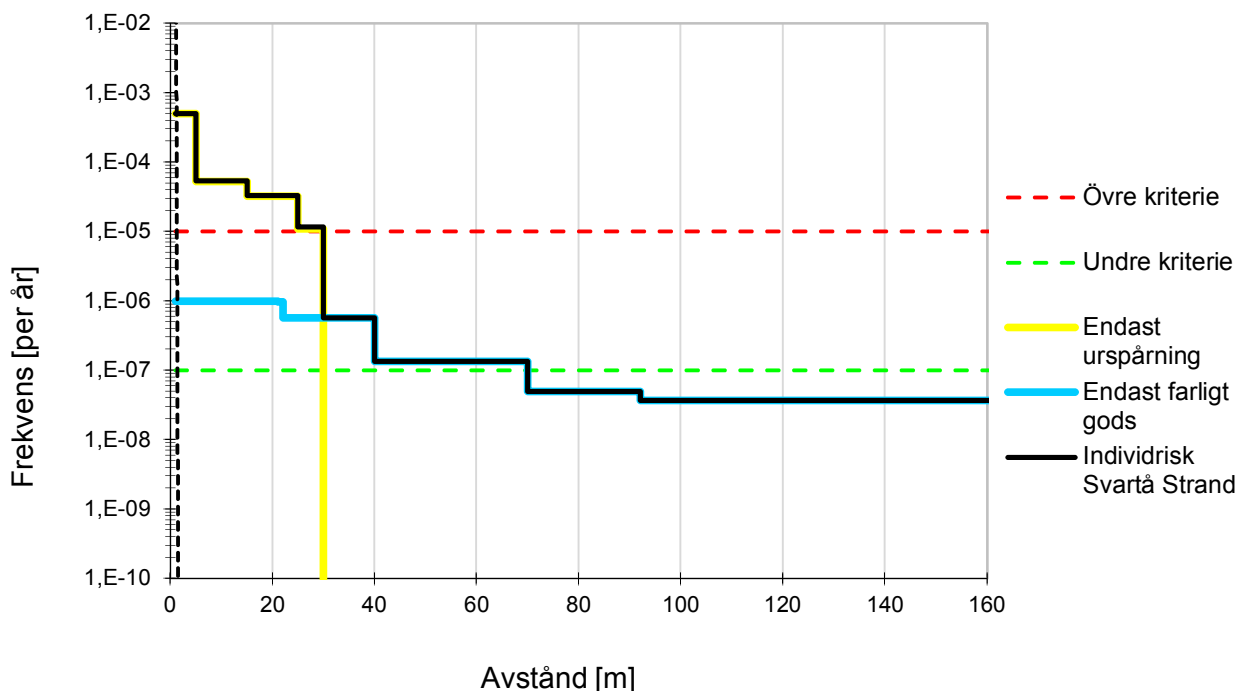
I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods och urspårning på Södra Stambanan. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.5. Underlag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

5.1 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.

5.1.1 Individrisknivå orsakad av Södra Stambanan

Individriskprofilen visar den ackumulerade risken från samtliga undersökta olyckskonsekvenser på Södra Stambanan.



Figur 7. Individriskprofil som visar den ackumulerade risknivån på givet avstånd från yttersta spår.

Individrisknivån för området är oacceptabelt hög fram till omkring 30 meter från järnvägen. Mellan 30-70 meter befinner sig individrisknivån inom ALARP-området. Bortom 70 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.

I den lägre delen av ALARP-området (40-70 meter från spåret) bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda som i de övre, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall likväl beaktas.

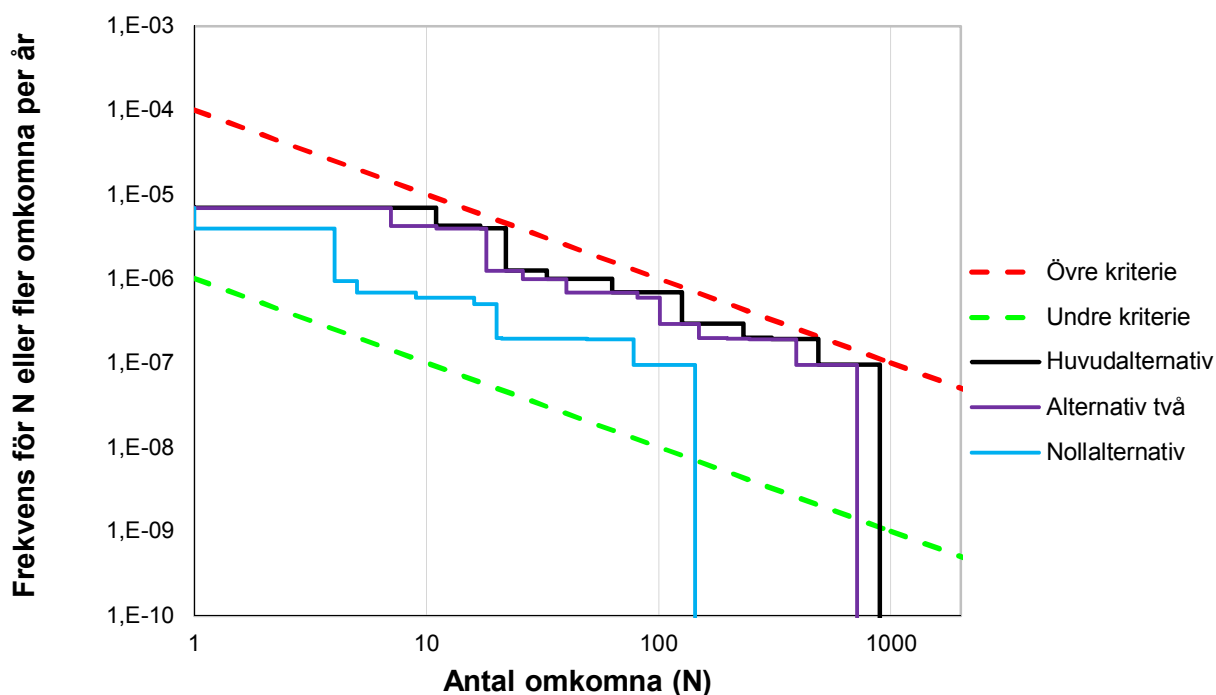
5.2 Samhällsrisk

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

- Nollalternativet där ingen exploatering av området antas ske och persontätheten för området år 2030 antas vara samma som i dagsläget. I dagsläget antas 100 personer bo i området och ca 500 personer arbeta i området. Beräkning av persontäthet i området för de olika scenarierna samt fördelningen mellan dagtid och nattetid redovisas i Bilaga B).
- Huvudalternativet där området år 2030 antas ha exploaterats med 700 bostäder och 20 000 m² verksamhetslokaler vilket leder till en personbelastning på ca 3 000 personer dagtid och 1 500 personer nattetid.
- Alternativ två där området år 2030 antas ha exploaterats med 500 bostäder och 15 000 m² verksamhetslokaler vilket leder till en personbelastning på ca 2 500 personer dagtid och 1 000 personer nattetid.

Ett avstånd på 30 meter från järnvägs kant har i beräkningarna ansatts som personfritt.

5.2.1 Samhällsrisknivå orsakad av Södra Stambanan



Figur 8. Samhällsrisknivå

Samhällsrisknivån går inte över oacceptabla kriterier för något av alternativen.

För nollalternativet ligger samhällsrisknivån inom ALARP-området mellersta del. För huvudalternativet och alternativ två hamnar samhällsrisknivån i den övre delen av ALARP-området. Detta innebär enligt värderingskriterierna att risker där kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna.

6 Osäkerheter och känslighetsanalys

6.1 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:

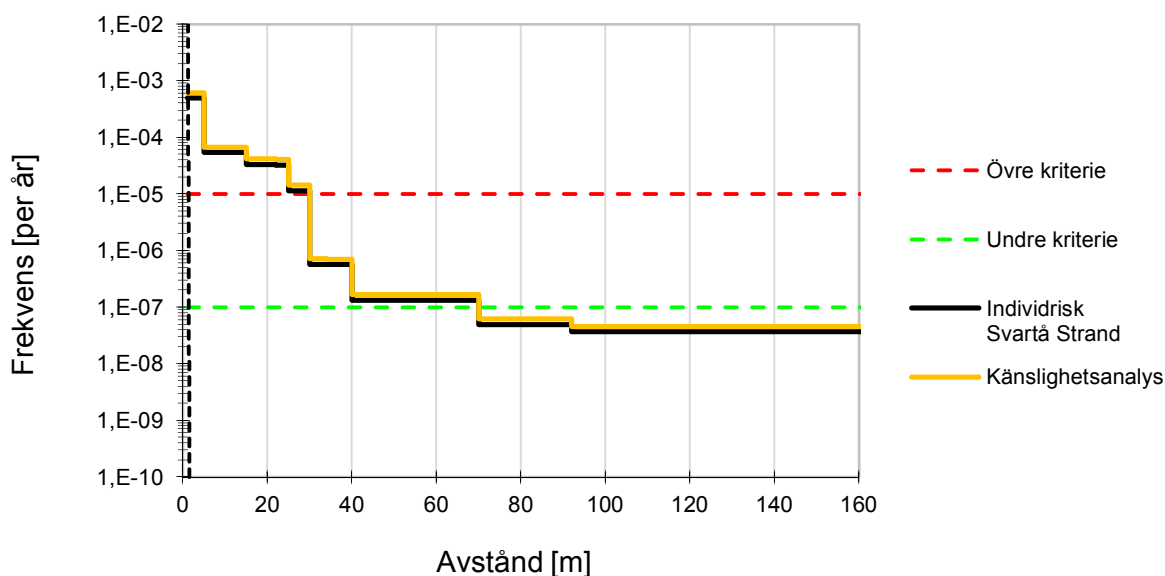
- Information om flödet av farligt gods på järnvägen
- Konsekvensområden för farligt gods-klasser
- Framtida förändringar av farligt gods-trafiken i området
- Persontätheten i området

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.

6.2 Känslighetsanalys

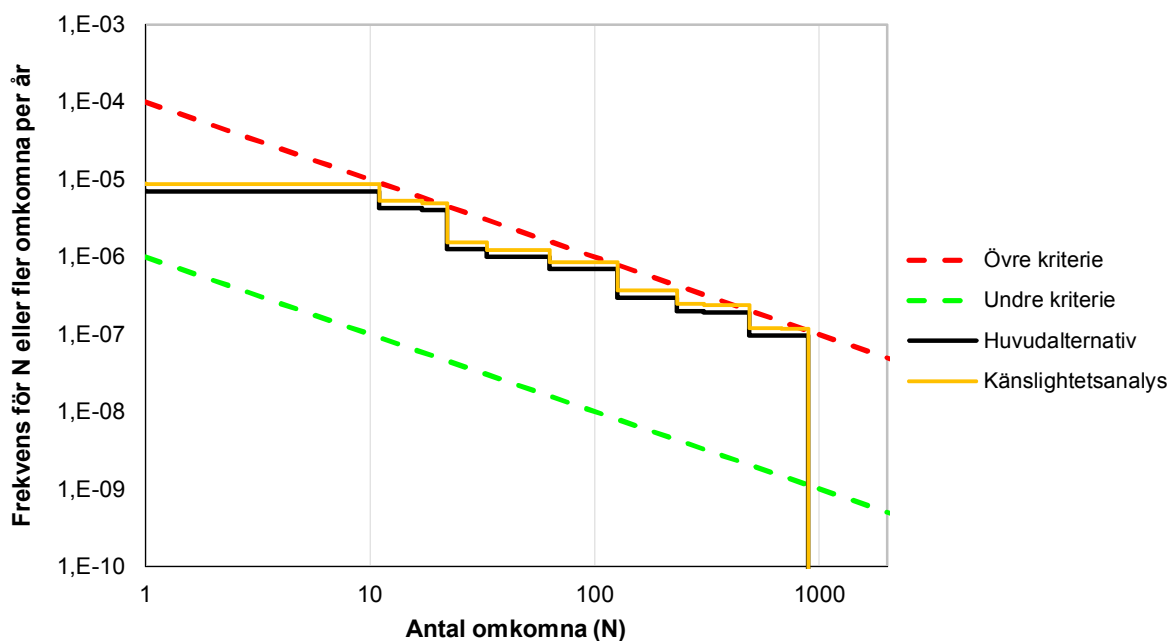
Känslighetsanalys genomförs för att verifiera hur stor inverkan gjorda antaganden ger på resultatet.

I känslighetsanalysen antas antalet transporter år 2030 ha ökat med 50% istället för de 20% som antagits i tidigare beräkningar. Känslighetsanalys genomförs både för individrisk och för samhällsrisk.



Figur 9. Resultat av känslighetsanalys, individrisk.

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



Figur 10. Resultat av känslighetsanalys, samhällsrisk.

Resultaten visar att beräkningarna av samhällsrisk är relativt robusta både mot en ökning i antalet transporter med farligt gods. Ingen principiell förändring i samhällsrisknivån uppkom.

Jämförelse mellan huvudalternativet och alternativ två kan ses som en känslighetsanalys över hur persontätheten påverkar samhällsrisk. Alternativ två medför endast en marginell sänkning av risknivå trots att personantalet kraftigt reducerats.

En sänkning av persontätheten medför därmed endast en marginell förändring av risknivån. En kraftig höjning av personantalet i förhållande till huvudalternativet skulle dock medföra att individrisken hamnar inom oacceptabla kriterier.

7 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 individrisknivån krävs riskreducerande åtgärder inom 30 meter och de måste övervägas upp 70 meter från järnvägen. Även samhällsriskerna i området är sådana att riskreducerande åtgärder måste övervägas.

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. Riskreducerande åtgärder identifieras utifrån Boverkets och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [21].

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.

Följande riskreducerande åtgärder föreslås för att reducera risknivån för planområdet:

- **Skyddsavstånd**- Skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra riskreducerande åtgärder. Åtgärden är mest effektiv på kortare avstånd och effektiviteten avtar med avståndet. Risknivån går under oacceptabel nivå vid 30 meter från spårkant. Minst detta avstånd bör därför behållas bebyggelsefritt. I planförslaget har ett område om 40 meter närmast spåret ansatts som eventuellt skyddsområde. För att sänka risknivån ytterligare föreslår WSP att hela detta område behållas bebyggelsefritt och utformas så att ytan inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- **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. WSP föreslår att friskluftsintag förses med nödstopp och placeras på oexponerad sida från järnvägen.
- **Entréer och nödutgångar** – För att underlätta trygg och säker utrymning av byggnaderna i händelse av olycka på Södra Stambanan 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. WSP föreslår att entréer placeras på oexponerad sida från järnvägen.
- **Fasadåtgärder** – Fönsterarean på fasader som vetter mot järnvägen kan 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 fönster som vetter mot järnvägen bör undvikas fram till 70 meter från spårkant.

- **Områdets utformning** – Områdets kvartersindelning och byggnadsutformning bör utformas med hänsyn till risksituationen i området. För att illustrera skillnader mellan olika alternativ återges nedan förslagen från de parallella skissuppdragen. En relativt tät bebyggelse i hästskoform enligt mittenförslaget i figur 11 nedan i kombination med att huvudentré placeras på innergården skulle innebära att den faktiska exponeringen minskar, främst avseende giftig gas. Byggnaden i sig blir ett skydd och de naturliga ingångarna hamnar bort från spåren. Exemplet syftar enbart till att illustrera hur olika utformningar kan ha betydelse ur risksynpunkt. WSP tar i övrigt ingen ställning till dessa olika alternativ.



Figur 11. Utformningsförslag Svartå Strand

WSP föreslår att planområdet utformas som en tät bebyggelse närmast spåret samt att personbelastningen ökar med ökat avstånd från spåret. Detta kan exempelvis utföras genom att höjden på byggnaderna ökar med ökat avstånd från spåret.

- **Prioriterad exploateringsordning**– Genom att inleda exploateringen i delar av planområdet med stort avstånd från Södra stambanan kommer risknivån att öka långsamt. Exploatering närmast spåret skjuts därmed upp vilket ger förutsättningar för att i framtiden kunna tillämpa nya erfarenheter och lösningar för att reducera risker. Detta möjliggör också nya ställningstaganden i samband med detaljplaneprocesser med hänsyn till då aktuella riskförhållanden avseende farligt gods.

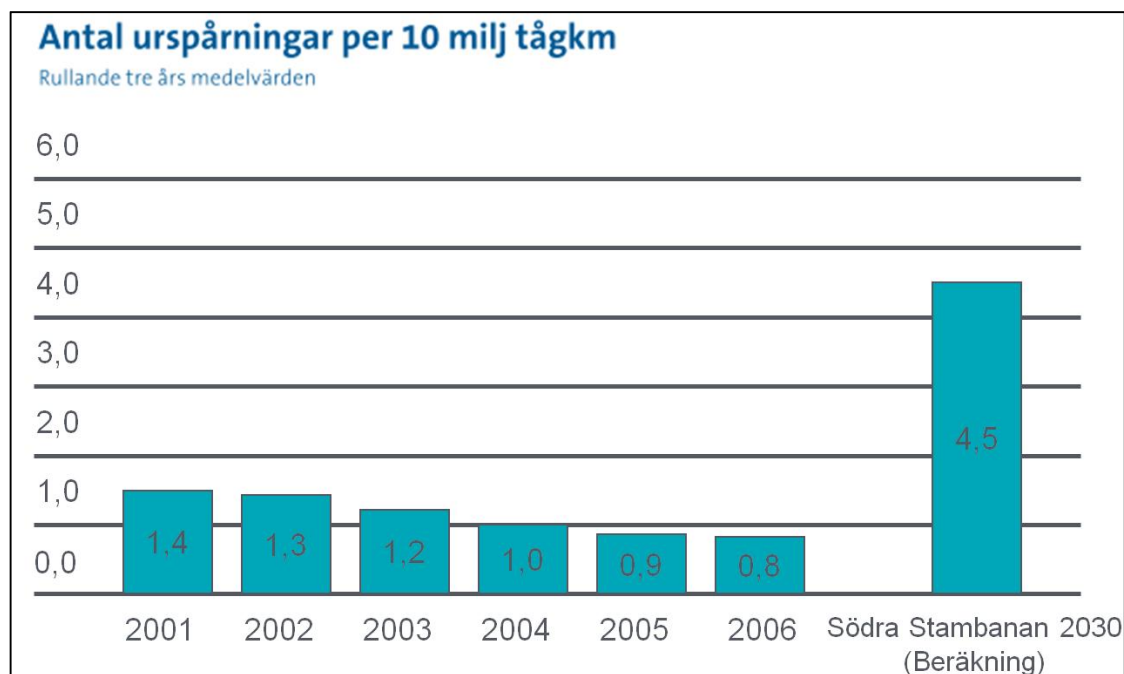
8 Diskussion

Beräkningarna visar att individrisknivån för Svartå Strand ligger över acceptabla kriterier fram till 30 meter från spårkant. Vid nyttjande av skyddsavstånd på minst 30 meter kommer individrisknivån dock komma ner i ALARP området. WSP anser att skyddsavstånd på 40 meter i kombination med fasadåtgärder fram till 70 meter från spårkant medför att individrisknivån i området kan accepteras.

Samhällsriskerna ligger i ALARP-områdets högre del både för huvudalternativet och för alternativ två. Att lyfta ut möjligheten för bostäder på ASM-Foods fastighet anses därmed inte medföra någon större effekt på risknivån.

För nollalternativet där ingen exploatering sker i området hamnar samhällsrisknivån mitt i ALARP-området. Detta indikerar att antalet farligt gods transporter på Södra Stambanan är så stort att risknivån för exploateringsalternativen inte kommer kunna hamna inom acceptabel nivå utan att transportmängden minskar eller att åtgärd som sänker sannolikheten införs. Då transportmängden inte bedöms minska och inga åtgärder för att sänka sannolikheten för olycka identifierats kommer en förhöjd risk att förekomma i området oavsett exploateringsgrad och riskreducerande åtgärder.

Att minska antalet transporter på Södra stambanan bedöms ej rimligt, särskilt med hänsyn till att transporter via järnväg generellt är ett betrakta som både miljövänligare och säkrare en motsvarande transporter via vägnätet. Dessutom finns tydliga indikationer från såväl Trafikverket som operatörer och politiker att järnvägsnätet snarare bör byggas ut. Sannolikheten för en farligt gods-olycka är konservativt skattad eftersom beräkningen av sannolikhet bygger på äldre statistik och generellt sett visar senare års statistik att antalet urspårningar minskar till följd av åtgärder som är av både teknisk och organisatorisk karaktär. I figur 12 nedan visas en jämförelse mellan beräknad frekvens för urspårning och statistik på den faktiska frekvensen för urspårning mellan 2001 och 2006.



Figur 12. Jämförelse av urspårningsfrekvens

Av figuren går det att utläsa sannolikheten för urspårning är konservativt skattat i genomförd beräkning för att säkerställa en erforderlig säkerhetsmarginal. I jämförelsen bör dock beaktas att sträckningen förbi Södra Stambanan som beräkningen baseras på går genom stationsområde med förhöjd urspårningsfrekvens, till följd av tillexempel växelpassager, i förhållande till en medel kilometer på all Sveriges järnväg.

För att avgöra om den samhällsrisknivå som farligt gods-transport på Södra Stambanan medför kan accepteras föreslår WSP att en vägning mot samhällsnyttan av exploateringen genomförs. Denna sammanvägning kan till exempel genomföras med hjälp av Trafikverkets publikation *Risk och nytta* [22] där metod för att värdera risker mot samhällsnyttan ges.

9 Planförslaget lämplighet ur risksynpunkt

Risknivån inom planområdet är redan i dag hög och nära den nivå som normalt betraktas som så hög att åtgärder måste vidtas för att minska riskerna. Detta innebär ändå att riskerna är låga jämfört med många andra risker som finns i samhället. För en enskild person inom planområdet är sannolikheten att omkomma av en olycka med farligt gods ungefär lika hög som att dödas av ett blixtnedslag.

I långsiktig samhällsutveckling har man generellt en hög ambitionsnivå och eftersträvar därför att olycksrisker hålls på en mycket låg nivå, särskilt om dessa kan drabba många människor.

Med det nya förslaget till översiktsplan ökar exploateringen och antalet människor som på olika sätt kommer att vistas inom området. En eventuell olycka kommer då att kunna drabba fler personer. Konsekvensen av en olycka blir alltså större och därmed blir den beräknade risknivån högre. Risknivån, som är en kombination av sannolikhet och konsekvens, ökar därmed med planförslaget även med oförändrat antal olyckor.

Mjölby kommun kan inte ensamma påverka transporterna av farligt gods och de olycksrisker som är förknippade med dessa. Olycksfrekvens och typ av olyckor på Södra stambanan kommer att vara oförändrade, oberoende av markanvändning och exploateringsgrad. För att begränsa konsekvenserna (och därmed risknivån) återstår därför enbart möjligheter i form av utformningar och åtgärder inom planområdet.

Vid bedömning av lämpligheten av planförslaget finns det många aspekter att väga in. Vid värdering av lämpligheten av ett projekt brukar olika riskprinciper vara vägledande. Nedan kommenteras kortfattat på vilket sätt som planförslaget kan anses beakta dessa riskprinciper. För ytterligare förklaring av dessa riskprinciper hänvisas till *Värdering av risk* [14].

- Rimlighetsprincipen: Planförslaget tillsammans med de förslag som lämnas i denna rapport bedöms inte medföra några risker som med rimliga medel kan undvikas.
- Proportionalitetsprincipen: Riskerna inom planområdet bedöms stå i rimlig proportion till nytan, fördelarna och syftet med projektet.
- Fördelningsprincipen: De som utsätts för risker inom planområdet har i hög grad också fördelar av projektet i form av sysselsättning, hög boendekvalitet, närhet till kommunikationer och service m.m.
- Principen om undvikande av katastrofer: Planförslaget innebär ökad persontäthet vilket medför att betydligt fler personer kan komma att drabbas i händelse av en olycka med farligt gods. I denna del kan planförslaget möjligen anses motverka denna riskprincip. Planförslaget utgörs dock av sedvanlig bebyggelse med bostäder och verksamheter som inte innebär någon extremt hög persontäthet (jämfört med exempelvis samlingssalar, arenor etc) där en olycka skulle kunna medföra orimligt många drabbade människor. Sammantaget bedöms planförslaget stå i rimlig överensstämmelse med principen om undvikande av katastrofer.

Denna utredning har inte omfattat någon värdering mellan olycksrisker och andra hälsoaspekter. Inför ett ställningstagande till planförslaget bör även sådana avvägningar göras. Ökade olycksrisker avseende farligt gods kan i någon mån kompenseras av att andra olycksrisker blir lägre (exempelvis säkrare transporter) eller av att hälsoriskerna minskar (exempelvis bättre luftkvalitet genom ökad användning av kollektivtrafik). Även miljö-, resurs- och hållbarhetsaspekter bör ingå sådana avvägningar. Detta omfattas av de kommande samråds- och beslutsprocesserna för planförslaget.

Den beräknade risknivån är hög men överstiger inte gränsen för vad som ej bör accepteras enligt vedertagna riskkriterier. Planförslaget bedöms därmed inte som direkt olämpligt trots att den beräknade risknivån är hög. Risknivån inom planområdet ökar från en redan hög nivå idag. Det är alltså planområdets lokalisering nära Södra stambanan som orsakar den höga risknivån och inte planförslagets utformning som sådant.

Riskenivån ligger inom det område där riskreducerande åtgärder bör vidtas så långt dessa är rimliga utifrån ekonomiska och andra aspekter. I den fortsatta översiktsplanprocessen liksom i framtida detaljplaneprocesser bör detta arbete intensifieras. Därmed skapas möjligheter för att på olika sätt uppnå utformningar och lösningar som bidrar till att begränsa riskerna. Under dessa förutsättningar kan planförslaget anses godtagbart ur risksynpunkt.

10 Slutsatser

Riskeninventeringen visar att farligt gods-olyckor med explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) har så långa konsekvensavstånd vid olycka att de utgör risker för Svartå Strand.

Individrisknivån för området är oacceptabelt hög fram till omkring 30 meter från järnvägen. Riskreducerande åtgärder måste därmed genomföras för att få ned risknivån till acceptabla kriterier.

Samhällsrisknivån hamnar inom gränsen för vad som kan anses vara en acceptabel risknivå förutsatt att lämpliga och rimliga riskreducerande åtgärder genomförs (ALARP-området).

Föreslagna riskreducerande åtgärder för att sänka risknivån innefattar:

- Skyddsavstånd på 40 meter
- Placering och funktion av ventilationssystemet
- Placering av entréer och nödutgångar
- Krav på fasadkonstruktion
- Utformning av kvarter och bebyggelse med hänsyn till risksituationen
- Prioriterad exploateringsordning

För att slutligt avgöra om den risknivå som farligt gods-transport på Södra Stambanan medför kan accepteras bör en vägning mot samhällsnyttan av exploateringen genomföras.

11 Referenser

- [1] Plan och Bygglagen (1987:10) Utfärdad 1987-01-08 med ändringar till och med SFS 2005:1212
- [2] Miljöbalken
- [3] Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag, Faktablad nr 4: 2003, Länsstyrelsen i Stockholms län
- [4] Riskanalyser i detaljplaneprocessen, Rapport 2003:15, Länsstyrelsen i Stockholms län
- [5] Riskhantering i detaljplaneprocessen, länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län, 2006.
- [6] Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill väg och järnväg för transport av farligt gods samt intill bensinstationer. Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- [7] Banverket & Räddningsverket, Säkra järnvägstransporter av farligt gods.
- [8] Förhandskopia av Fördjupning av översiktsplan för del av Mjölby centrum. Mjölby Kommun, Xx-xx-2012
- [9] Trafikflödes mätningar för Södra Stambanan genom Mjölby kommun. Mjölby Kommun, 2010
- [10] Kartläggning av farligt godstransporter, Räddningsverket, september 2006.
- [11] International Electrotechnical Commission (IEC). International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems, Genève, 1995.
- [12] International Organization for Standardization (ISO). Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73, Geneva, 2002.
- [13] Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- [14] Värdering av risk, Räddningsverket Karlstad, 1997
- [15] Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner, Boverket och Räddningsverket, 2006.
- [16] RID-S, Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2004:15) om transport av farligt gods på järnväg, Statens Räddningsverk, 2004.
- [17] Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS, Stadsbyggnadskontoret, 1997.
- [18] Handbok för riskanalys, Statens Räddningsverk, 2003.
- [19] Förvaring av explosiva varor, Statens Räddningsverk, dec 2006, handbok.
- [20] Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [21] Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner, Boverket och Räddningsverket, 2006.
- [22] Risk och Nyttä- Kan man väga riskerna med stationära byggande mot samhällsnyttan, Trafikverket, 2010.

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 händelseträds metodik 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 40 909 tåg.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 468 923 vagnar.
- Antal vagnsaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar som varje tåg passerar på sträckan, vilket antagits till 2 st.

A.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 3 [1]:

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

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Växel sliten, trasig	$5,00 \cdot 10^{-9}$	antal tågpassager
Växel ur kontroll	$7,00 \cdot 10^{-8}$	antal tågpassager
Vagnfel		
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
Totalt	$1,91 \cdot 10^{-2}$	

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 Resultat

Frekvensen för en urspårning på den aktuella sträckningen är $1,91 \cdot 10^{-2}$ per år.

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

$$\text{Urspårning sfrekvens (per år)} \frac{\text{Godståg (st)}}{\text{Persontågs passager (st)}} = \text{Frekvens, godstågsolycka (per år)}$$

Frekvensen för en olycka med godståg blir enligt formeln ovan $8,37 \cdot 10^{-3}$ per år.

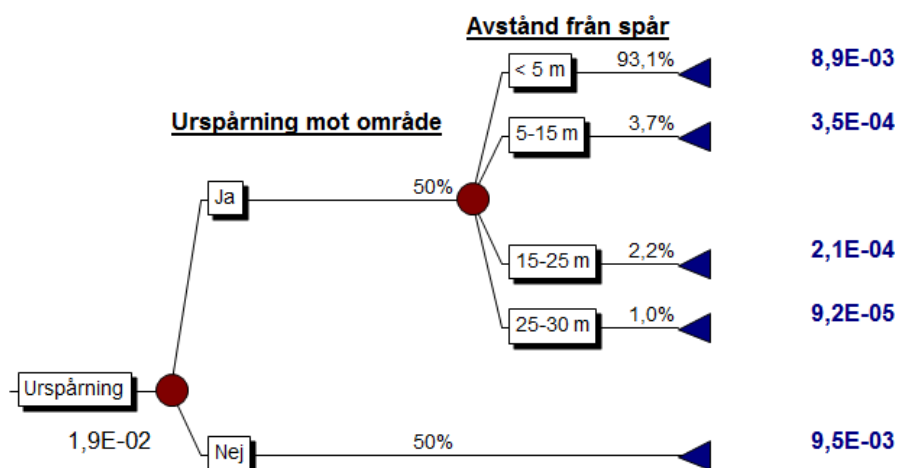
A.1.5 Avstånd från spår för urspårande vagnar

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 (56 % persontåg och 44 % godståg) [1].

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

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25 %	2,25 %	0,00 %
Godståg	70,33%	19,78%	5,49 %	2,20 %	2,20 %
Viktat medel efter andel	74,37%	18,77%	3,67 %	2,23 %	0,96 %

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten [3]. 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 händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 11.



Figur 13. Händelseträd med sannolikheter för urspårningar.

A.2 Järnvägsolycka med transport av farligt gods

För att bestämma fördelningen av RID-klasser som transporteras på Södra Stambanan förbi Mjölby har beräknats utifrån statistiskt från Trafikverket angående farligt gods transporter förbi området mellan 2009-2010. Sammanställning av fördelningen visas i tabell 3 nedan.

Tabell 5. Fördelning av farligt gods, medelvärde av statistik från Trafikverket

RID-klass	Min	Max	Andel ämnen (%)
Klass 1. Explosiva ämnen och föremål	8	10	0,06
Klass 2. Brandfarliga gaser	2001	4000	23,32
Klass 3. Brandfarliga gaser	2001	5000	29,15
Klass 4. Brandfarliga fasta ämnen	463	830	4,84
Klass 5. Organiska peroxider och oxiderande ämnen	1219	1523	8,88
Klass 6. Giftiga ämnen, smittförande ämnen	501	750	4,37
Klass 7. Radioaktiva ämnen	20	21	0,12
Klass 8. Frätande ämnen	1501	3000	17,49
Klass 9. Övriga farliga ämnen och föremål	1444	2016	11,76
Totalt	9158	17150	100

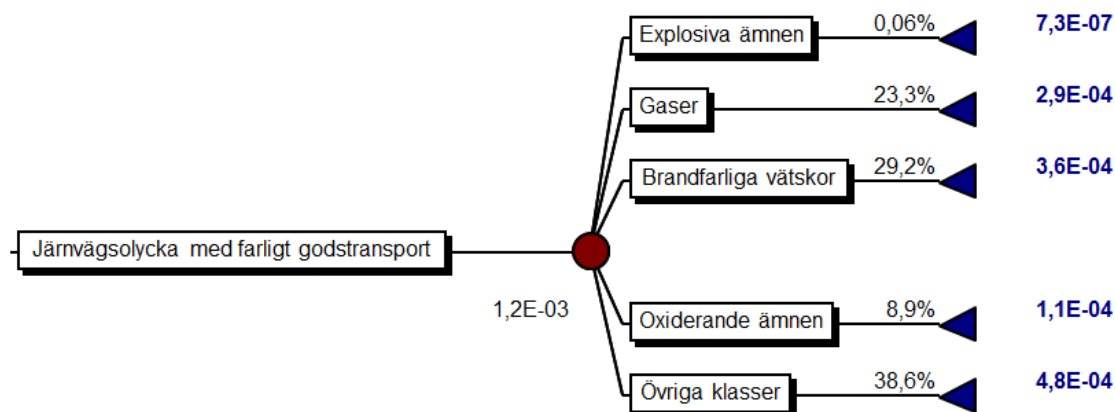
Enligt resonemang i avsnitt 4.2 bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande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

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt A.1.5. $8,37 \cdot 10^{-3}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [4]. Farligt gods-vagnar antas utgöra 4,5 % av det totala antalet godsvagnar. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1 - (1 - 0,045)^{3,5} = 0,15$$

Frekvensen för att en farlig gods-transport spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli ca $1,25 \cdot 10^{-3}$ per år.

I händelseträdet, se Figur 14, redovisas frekvensen för olycka med transport av respektive aktuell farligt gods-klass inblandad utifrån uppskattad andel av respektive klass.



Figur 14. Händelseträd med sannolikhet för olycka med farligt gods.

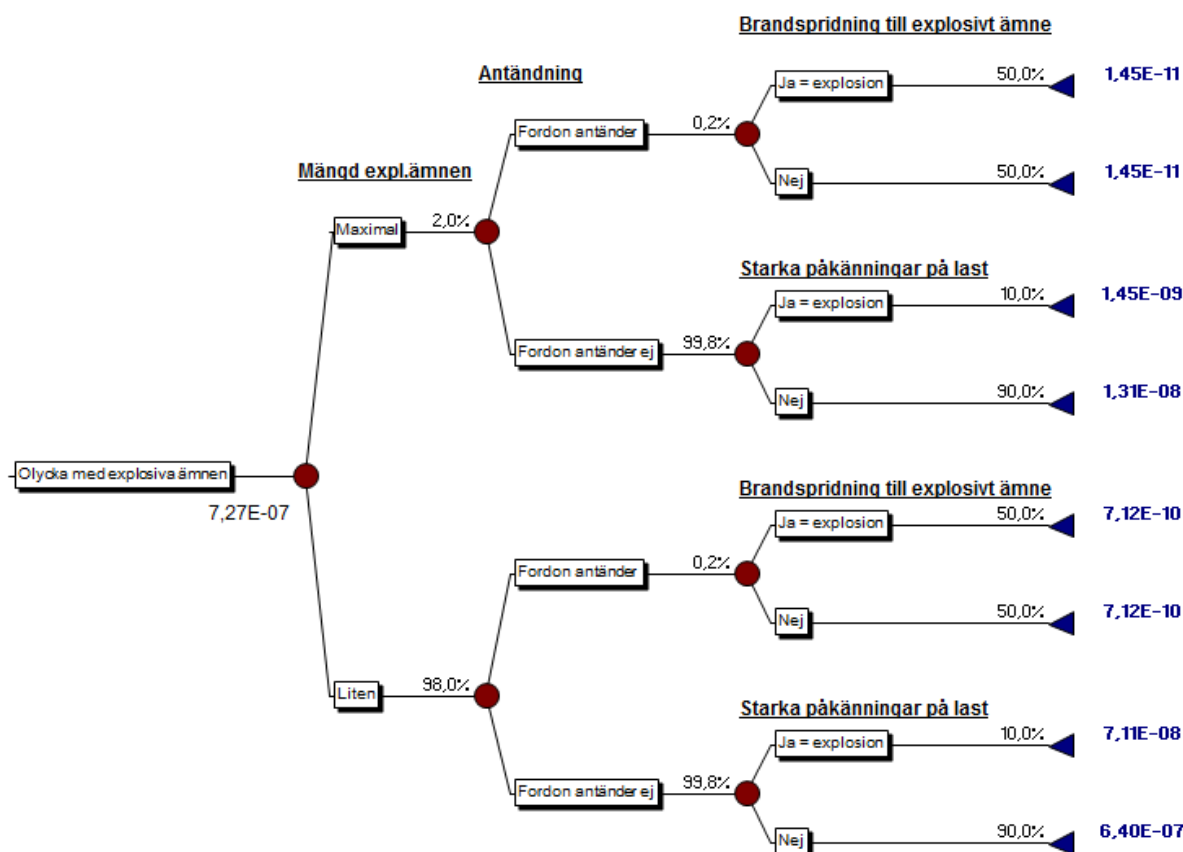
A.4 Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

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

A.4.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Grovt uppskattat utgör maximala mängder explosiva ämnen ca 0,5 % av de totala transporterna. 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 inblandad 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 15. 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.

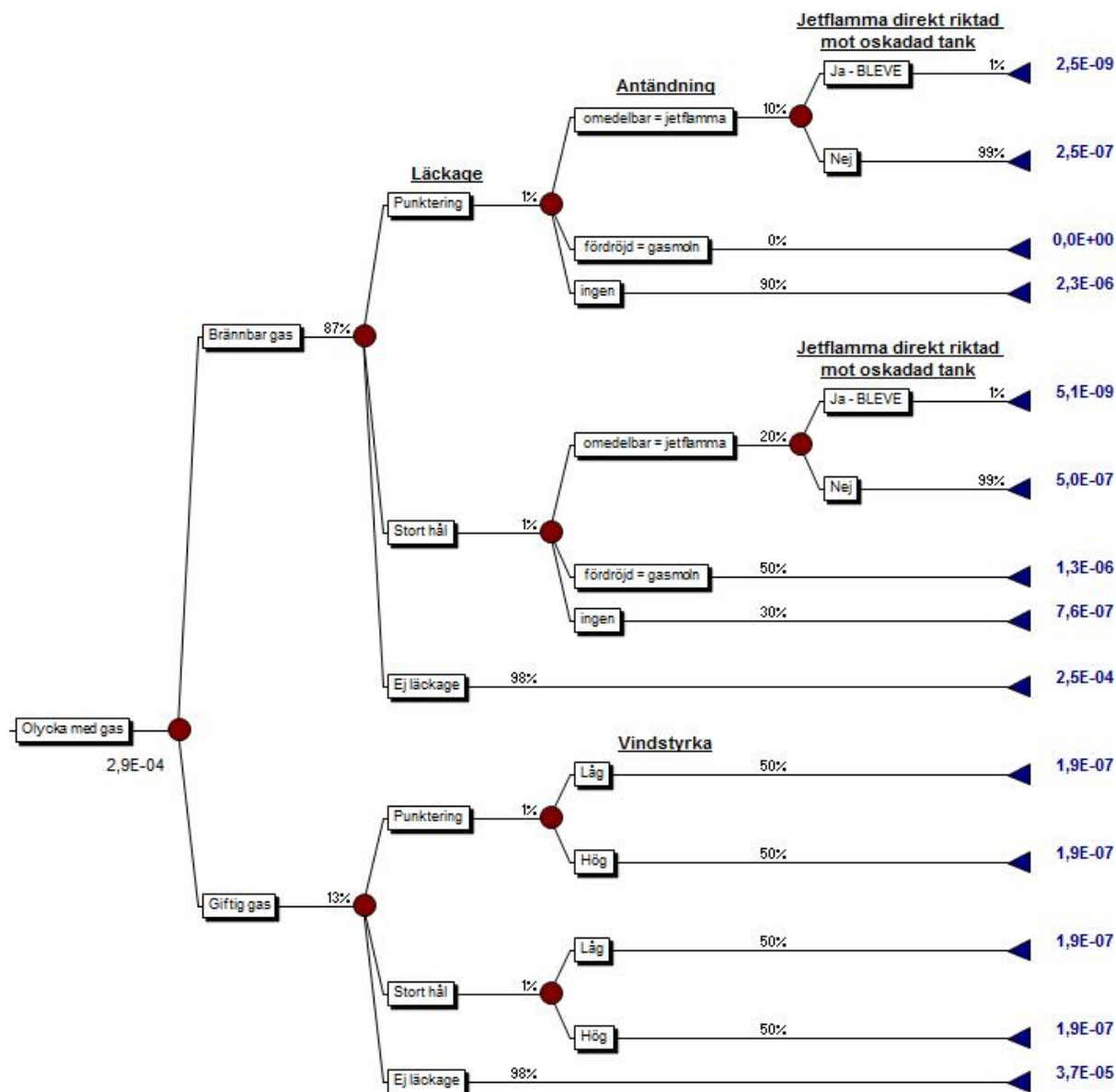
För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [5] för:

- 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 för-

dröjd 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 16 redovisas olika scenarion för en olycka med gas.

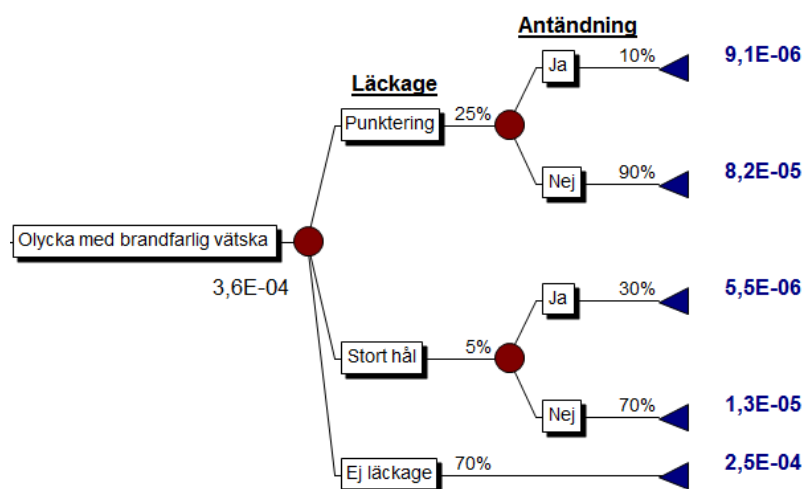


Figur 16. Händelseträd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

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 17 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 17. Händelse-träd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

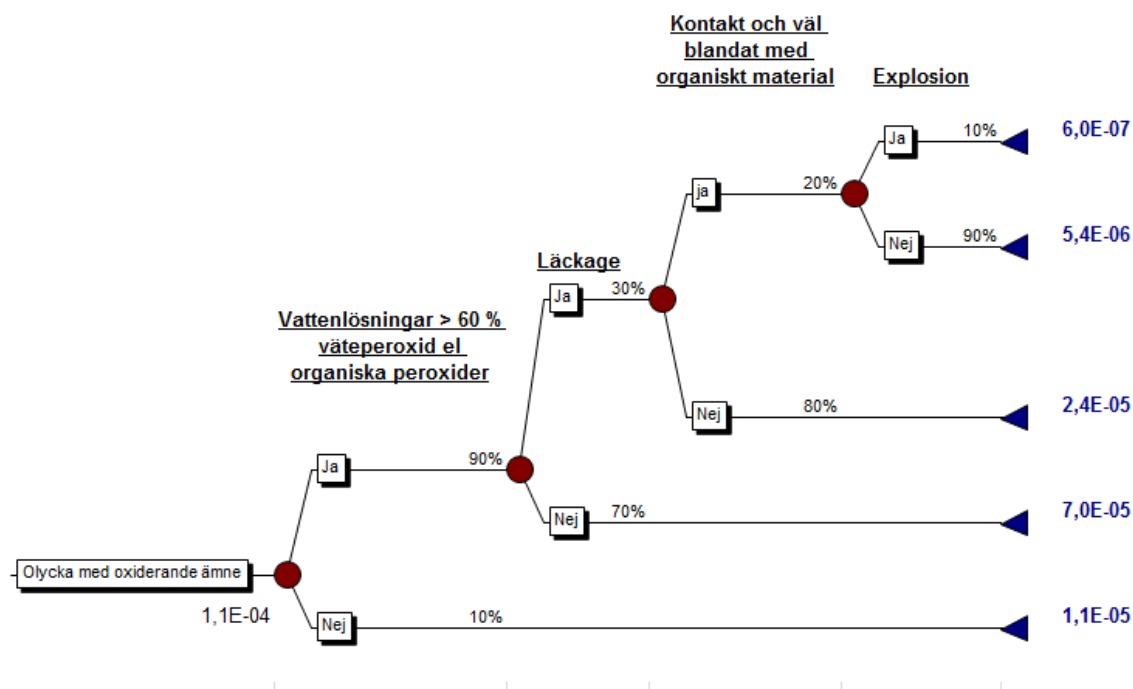
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända.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



Figur 18. 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] Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [5] 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.

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/m² 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

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].

¹ Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

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 mm Hg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 6 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt, runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 6. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier 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	18
		Gasmoln	18
	Stort hål (60 kg/s)	Jetflamma	91
		Gasmoln	21

En BLEVE inträffar inte plötsligt. En tank måste värmas under en längre tid för att BLEVE ska kunna inträffa. Med anledning av detta antas trefjärdedelar av de personer som befinner sig på området under dagtid att ha evakuerats innan en BLEVE inträffar. Nattetid är det svårare att evakuera personer. Nattetid antas endast hälften av personerna i området ha evakuerat innan en BLEVE inträffar.

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 7. 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 som befinna sig inomhus omkomma. Konservativt antas 90% av personerna på området vara inomhus nattetid och 50% av personerna antas vara inomhus under dagtid.

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/m², 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 [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 m² pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m² 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 8 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 8. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradie	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde (endast utan vall)
Liten pölbrand bensin (100 m ²)	5,6 m	16,5 m	22 m
Stor pölbrand bensin (400 m ²)	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 km². I denna riskbedömning har därför samma persontäthet som anges i översiktsplanen för det 0,31km² stora planområdet använts för hela kvadratkilometern. Personantalet som anges för planområdet har således multiplicerats med 3,22 för att få fram personantalet för en kvadratkilometer.

Följande personbelastning har antagits i de olika scenarierna:

- I Nollalternativet antas persontätheten för området år 2030 vara samma som i dagsläget. I dagsläget antas 100 personer bo i området och ca 500 personer arbeta i området. De som bor i området antas endast vara i området på nattetid medan de som arbetar i området endast bedöms vara i området på dagtid. Personbelastningen för nollalternativet blir därmed ca 1600 personer/km² dagtid och 350 personer/km² nattetid.
- I huvudalternativet antas området år 2030 ha exploaterats med 700 bostäder och 20000 m² verksamhetslokaler. I snitt antas två personer bo i varje lägenhet och 1 person/5 m² antas som mest finnas i verksamhetslokalerna. De som bor i området antas endast vara i området på nattetid medan de som befinner sig i verksamhetslokalerna endast bedöms vara i området på dagtid. Personbelastningen för huvudalternativet blir därmed ca 10000 personer/km² dagtid och 5000 personer/km² nattetid.
- I alternativ två antas området år 2030 ha exploaterats med 500 bostäder och 15 000 m² verksamhetslokaler. I snitt antas två personer bo i varje lägenhet och 1 person/6 m² antas som mest finnas i verksamhetslokalerna. De som bor i området antas endast vara i området på nattetid medan de som befinner sig i verksamhetslokalerna endast bedöms vara i området på dagtid. Personbelastningen för huvudalternativet blir därmed ca 8000 personer/km² dagtid och 3200 personer/km² nattetid.

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. I Samhällsriskberäkningen har inga personer antagits omkomma vid scenarier med konsekvensområden upp till 30 meter från järnväg.

B.5 Referenser Bilaga B

-
- [1] Översiktsplan 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.