

DETALJERAD RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN

Stationsområdet, Växjö

Granskningshandling

2009-12-21 rev. 2010-01-20

Upprättad av: Katarina Malmkvist

Kontrollerad av: Kim Wikberg

Godkänd av:

Dokumentinformation

Process:	Fysisk planering			
Skede:	Detaljplan			
Uppdragsgivare:	Växjö kommun			
Uppdragsnummer:	1012 7102			
Upprättad av:	Katarina Malmkvist			
Kontrollerad av:	Kim Wikberg			
Godkänd av:	Johan Lundin (uppdragsansvarig)			
Datum	Rev	Status	Upprättad av	Kontrollerad av
09-12-21	10-01-20	Granskningshandling	KM	KW

Konsult

WSP Brand & Risk
Box 574
201 25 Malmö
Besök: Jungmansgatan 10
Tel: +46 40 35 42 00
Fax: +46 40 35 43 99
WSP Sverige AB-org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Sammanfattning

WSP Brand & Risk har av Växjö kommun fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning för att belysa riskbilden och bedöma förslag till riskreducerande åtgärder för två detaljplaner i samband med exploateringen av norra och södra delen av Stationsområdet i Växjö.

I den totala riskbedömningen (för norra och södra området) beaktas de riskreducerande åtgärder som Växjö kommun har satt som en förutsättning för planområdet:

- Avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna av utsläpp av främst giftiga gaser.
- Utformning av fasad i obrännbart material som skydd mot värmestrålning.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen för att underlätta trygg och säker utrymning av huset i händelse av olycka.

Syftet med riskbedömningen är att undersöka möjligheten att ur risksynpunkt genomföra planerad bebyggelse. Riskbedömningen syftar även till att utgöra underlag för samråd med Länsstyrelsen och Räddningstjänsten. Målet med riskbedömningen är att identifiera risker inom området, uppskatta riskernas storlek och värdera riskerna. I målsättningen ingår även att bedöma relevansen av tidigare föreslagna riskreducerande åtgärder samt ge förslag på ytterligare åtgärder vid behov.

Södra och norra området delas in enligt följande:

- Område 1: Bebyggelse, norra delen (handel, ev. kontor, bostäder).
- Område 2: Buss- och tågresenärer inklusive resenärer i resecentrum inomhus.
- Område 3: Bebyggelse södra delen, utredd i tidigare genomförd riskbedömning.

Transport av farligt gods på järnvägen förbi planområdena har identifierats som huvudsaklig riskkälla för planområdena. Scenarier med farligt gods-transport av gaser, brandfarliga vätskor samt oxiderande ämnen analyseras.

Sammanlagd risknivå för områdena 1, 2 och 3 ligger under eller inom ALARP-området, och om rimliga riskreducerande åtgärder vidtagits, ska risknivån per definition av ALARP-området betraktas som tolerabel.

Följande åtgärder föreslås för område 3:

- Placering av öppningar för tilluft bör ske på oexponerad sida, bort från järnvägen, så att spridning av gaser eller rök från järnvägen hindras/ avsevärt försvåras.
- Skyddsmur föreslås ovanpå garaget i västra delen av område 3.

Följande åtgärder föreslås för område 1, liksom för område 2 där så är möjligt:

- Lätta konstruktioner undviks för att förbättra skyddet mot explosion.
- Lager i handelslokalerna placeras närmst järnvägen. Butiksyta bör inte placeras mot järnvägen.
- Kommunikationsstråk planeras så att publika entréer till handels- och kontorslokalerna i område 1 inte placeras i fasad mot järnvägen, utan mot centrum eller på gavlar. Restriktioner för personalentréer anges inte. Resecentrum omfattas inte av krav om placering av kommunikationsstråk, eftersom personer i resecentrum måste ha tillgång till tåg och bussar.
- Fönsterarean i resecentrums fasad mot järnvägen ska begränsas, eftersom höga persontätheter inte kan uteslutas
- Glas i kontors- och handelslokalerna (de två nedersta planen) utförs i brandteknisk klass (E 30).
- Perrongerna dimensioneras för att klara påkörning (t.ex. genom jord eller betongfyllning)
- Lokalt VMA ska installeras med hörbarhet inom hela området. Detta kräver särskilda åtgärder eller förhandlingar för område 2 eftersom Banverkets medverkan krävs. Eventuellt kan deras befintliga PA-system användas men det krävs att rutiner utarbetas. För område 1 och 3 kan särskilda exploateringsavtal behöva tecknas med exploitören.

Följande åtgärder föreslås med avseende på plankorsningen på Liedbergsgatan:

- Parkeringsgaraget i västra delen av område 3 utförs med en eftergivande konstruktion.
- Tung trafik bör förbjudas över korsningen för att minska konsekvenserna av en eventuell olycka.

WSP anser att planerad bebyggelse är genomförbar, ur risksynpunkt, under förutsättning att specificerade riskreducerande åtgärder genomförs.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE	5
1.3	MÅL	5
1.4	AVGRÄNSNINGAR.....	5
1.5	STYRANDE DOKUMENT	6
1.6	UNDERLAGSMATERIAL	7
1.7	KVALITETSSÄKRING	7
2	OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1	PLANOMRÅDET	8
2.2	KUST TILL KUSTBANAN	9
2.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS	10
3	RISKBEDÖMNINGSMETODIK	13
3.1	BEGREPP OCH DEFINITIONER	13
3.2	OMFATTNING AV RISKHANTERING I PROJEKTET	14
3.3	METOD FÖR RISKINVENTERING	14
3.4	METOD FÖR RISKUPPSKATTNING	14
3.5	METOD FÖR RISKVÄRDERING	16
4	RISKINVENTERING	18
5	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	19
5.1	OMRÅDE 1	19
5.2	OMRÅDE 2	20
5.3	OMRÅDE 3	22
5.4	OMRÅDEN 1, 2 OCH 3.....	23
5.5	PLANKORSNINGEN LIEDBERGSGATAN	24
6	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	26
6.1	FÖRUTSÄTTA ÅTGÄRDER	26
6.2	TIDIGARE REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER FÖR OMRÅDE 3.....	26
6.3	FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER FÖR OMRÅDE 1	26
6.4	ÅTGÄRDER LIEDBERGSGATAN	27
7	DISKUSSION	28
7.1	HANTERING AV OSÄKERHETER.....	28
7.2	FÖRÄNDRADE ANTAGANDEN.....	28
8	SLUTSATSER	30
	REFERENSER	31
	BILAGOR	



1 Inledning

WSP Brand & Risk har av Växjö kommun fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning och vid behov ta fram förslag till riskreducerande åtgärder för två detaljplaner i samband med exploateringen av norra och södra delen av Stationsområdet i Växjö. I detta kapitel ges en beskrivning av uppdraget och dess omfattning.

1.1 Bakgrund

Denna riskbedömning baseras på en analys av den södra delen av området [1] kombinerat med en kompletterande riskbedömning för norra området, vilket redogörs för i planprogrammet Växjö stationsområde [2]. Den tidigare upprättade detaljerade riskbedömning för den södra delen [1], utgör grunden även för denna handling och huvudsaklig informationskälla avseende den södra delen.

För analysarbetet för den södra delen var utgångspunkten tidigare analyser över området, *Riskanalys Södra Stationsområdet Växjö* [3], *Riskanalys – Beräkning av samhällsrisk* [4], och *PM – nytt utredningsalternativ för Södra Stationsområdet* [5]. Olycksfrekvenser uppdaterades utifrån trafikprognoser och farligt godsmängder från tidigare analys *Riskanalys Elverket 2 Växjö* [6] och Banverkets kapacitetsstudie [7].

1.2 Syfte

Syftet med riskbedömningen är att undersöka möjligheten att ur risksynpunkt genomföra planerad bebyggelse. Riskbedömningen syftar även till att utgöra underlag för samråd med Länsstyrelsen och Räddningstjänsten.

1.3 Mål

Målet med riskbedömningen är att identifiera risker inom området, uppskatta riskernas storlek och värdera riskerna. I målsättningen ingår även att bedöma relevansen av tidigare föreslagna riskreducerande åtgärder samt ge förslag på ytterligare åtgärder vid behov.

1.4 Avgränsningar

De risker som har studerats är uteslutande sådana som är förknippade med plötsligt inträffade händelser (olyckor) i och utanför planområdet. Enbart risker som kan innebära konsekvenser ur ett personsäkerhetsperspektiv beaktas. Det innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis eventuella skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering.

I denna analys studeras enbart risknivån för ny exploatering inom detaljplaner för södra och norra Stationsområdet i Växjö.

I riskbedömningen för södra delen av områden beaktas ett huvudalternativ (alternativ 3c för Växjö bangård). Några utredningsalternativ har ej analyserats. För den norra delen analyseras det alternativ som beskrivs i planprogram för Växjö stationsområde [2].

Resultatet av riskbedömningen gäller under, i denna rapport, angivna förutsättningar. Om någon förutsättning betydligt förändras kan en ny riskbedömning bli nödvändig.

1.5 Styrande dokument

Det finns styrande dokument i form av lagar och förordningar som anger att riskanalys (eller motsvarande) ska genomföras. Däremot anges inte i detalj hur riskanalyser ska utföras eller vad de ska innehålla. För att möta behovet av mer detaljerade specifikationer på innehållet i riskanalyser, har det under senare tid kommit ut en del riktlinjer på området som ger rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras i vilka sammanhang och vilka krav som bör ställas på dessa analyser. Det finns i dagsläget inga specifika riktlinjer för det aktuella området i Växjö. Däremot har Länsstyrelsen i Stockholms Län tagit fram rekommendationerna *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag* och *Riskanalyser i detaljplaneprocessen* [8,9]. Dessa utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser för bland annat planärenden.

Utöver ovan nämnda rekommendationer och riktlinjer för innehållet i en riskanalys finns det ett antal dokument som anger hur riskhänsyn kan tas i olika sammanhang. Beträffande ny bebyggelse har både Länsstyrelsen i Stockholms län och Stadsbyggnadskontoret i Göteborg gett ut rekommendationer beträffande hur nära transportleder ny bebyggelse kan planeras [10,11]. I dessa dokument anges skyddsavstånd från transportlederna inom vilka bebyggelse endast kan tillåtas om riskanalys visar på att risknivån är acceptabel med hjälp av riskreducerande åtgärder.

Kortfattat innebär rekommendationerna att i Stockholm bör 25 meter kring järnvägar med farligt gods lämnas bebyggelsefritt. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 25 meter medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 50 meter. Vidare anges att vid exploatering av ett område inom 100 meter från en transportled för farligt gods bör en riskanalys alltid finnas med i beslutsunderlaget. Motsvarande rekommendationer i Göteborg är 30 meter bebyggelsefritt, 30 meter till kontorsbebyggelse och 80 meter till bostadsbebyggelse och att riskanalys krävs om önskemål uppstår om att uppföra ny bebyggelse inom det bebyggelsefria området. Det anges dock inga krav, varken för Stockholm eller för Göteborg, på innehållet i riskanalysen. Länsstyrelserna i Skåne, Västra Götalands och Stockholms län har nyligen gett ut en riskpolicy [12] gällande riskhantering i detaljplaneprocessen som anger att riskhanteringsprocessen skall beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt gods-led.

Planerad bebyggelse för Stationsområdet i Växjö ligger mellan 10 och 40 meter från järnväg med transport av farligt gods och en riskanalys skall därför utföras.

Samtliga ovan nämnda dokument har beaktats vid genomförandet av riskbedömningen.

1.6 Underlagsmaterial

Tillhandahållet underlagsmaterial utgörs av:

- Planprogram, Södra Stationsområdet, Växjö centrum, 2006-02-02 [13].
- Växjö stationsområde, planprogram 2009-02-23, Växjö kommun [2].
- Riskanalys Södra Stationsområdet Växjö, WSP Brand- och Riskteknik, 2004-11-05 [3].
- Riskanalys Elverket 2 Växjö, WSP Brand- och Riskteknik, 2006-05-16 [6].
- Riskanalys – Beräkning av samhällsrisk, WSP Brand- och Riskteknik, 2006-12-13 [4].
- PM – nytt utredningsalternativ för Södra Stationsområdet, WSP Brand- och Riskteknik, 2007-02-06 [5].
- Trafikutredning för Växjö stad/Väster, Tyréns, 2007-04-04 [14].
- Samrådshandlingar för VÄXJÖ 10:15 m.fl. Södra Stationsområdet, Centrum i Växjö, Dnr 2003BN0593, utkast mars 2008 [15].
- Kust till kustbanan kapacitetsstudier, Banverket, 2007-04-24 [7].
- Växjö bangårdsområden – avgränsningar och disposition, utredning 2007-12-19 [16].
- Karta till planprogram WTC, 2009-02-10 [17].
- Yttrande från Länsstyrelsen, 2008-05-23 [18].
- Yttrande från Räddningstjänsten, 2008-05-21 [19].

1.7 Kvalitetssäkring

Rapporten är utförd av Katarina Malmkvist (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering) och med Johan Lundin (Brandingenjör och teknologie doktor) som uppdragsledare. 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 Kim Wikberg (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering).

1.8 Revideringar

Reviderade stycken markeras med ett vertikalt streck i vänstermarginalen.

2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av aktuella områden med omgivning.

2.1 Planområdet

Området delas, för överskådlighet och tydliga resultat, in enligt följande:

- Område 1: Bebyggelse, norra delen (handel, ev. kontor, bostäder).
- Område 2: Buss- och tågresenärer inklusive resenärer inomhus i resecentrum.
- Område 3: Bebyggelse södra delen, utredd i tidigare genomförd riskbedömning [1].

2.1.1 Område 1

Planerad bebyggelse i norra delen utgörs av handel och resecentrum i plan 1, handel och kontor i plan 2 samt bostäder i plan 3, 4 och 5 [1], se Figur 1. Området är knappt 400 meter långt och avgränsas av Norra Järnvägsgatan i norr och järnvägen i söder. Avstånd mellan bebyggelse och godsspåret är minst ca 40 meter vilket medför att urspårning inte antas medföra något riskbidrag för personer inomhus i område 1.



Figur 1. Norra delen av området, benämnda område 1 och 2 i riskbedömningen [2].

2.1.2 Område 2

Detta område avgränsas inte i huvudsak med avseende på sin geografiska utbredning, utan för att särskilja resenärer från övriga personer i området i delar av riskbedömningens resultat. Detta område inkluderar således buss- och tågresenärer inklusive resecentrum, liksom perronger invid spår och hållplats för regionbussar i anslutning inom 40 meter samt lokalbusstation på andra sidan planerad bebyggelse, se Figur 1.

2.1.3 Område 3

I Figur 2 är det planerade exploateringsområdet, kallat område 3, markerat. Området är ca 400 meter långt och avgränsas av Södra Järnvägsgatan i söder och järnvägen i norr. Området omges söder om Södra Järnvägsgatan av bostadsbebyggelse. Cirka 200 meter sydost om området ligger Växjö lasarett och ytterligare 200 meter österut längs Södra Järnvägsgatan ligger Växjösjön. Hela exploateringsområdet är plant och inga större höjdskillnader finns.

Planerad bebyggelse utgörs av parkeringsgarage i bottenplanet och lägenheter i de ovanliggande planen. Det som i föregående riskbedömning [1] benämndes publik byggnad är nu fastställt som kontor. Kvartersindelningen enligt föregående riskbedömning kvarstår vid beräkningar, såtillvida att olika personantal antas vistas i de olika bebyggelsetyperna, och olika delar av området ligger på olika avstånd från järnvägsspåren. I övrigt betraktas område 3 som ett område i denna riskbedömning.



Figur 2. Planskiss av södra området (område 3).

2.1.4 Förutsättningar

I beräkningarna för norra och södra områdena beaktas de riskreducerande åtgärder som Växjö kommun har satt som en förutsättning för planområdet:

- Avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna av utsläpp av främst giftiga gaser.
- Begräsning av fönsterarean på fasaden som vetter mot järnvägen som skydd mot värmestrålning.
- Utformning av fasad i obrännbart material som skydd mot värmestrålning.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen för att underlätta trygg och säker utrymning av huset i händelse av olycka.


2.2 Kust till Kustbanan

Kust till Kustbanan sträcker sig från Kalmar och Karlskrona (de båda sträckningarna sammanstrålar i Emmaboda) till Göteborg. Banan utgörs av enkelspår och trafikeras av både person- och godståg. Tågtrafiken genom Växjö är begränsad. Statistik från Banverket [13] redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Tågtrafik och beräknad framtida tågtrafik för Växjö station.

Tågtyp: godståg	Tågantal/dygn		Kommentar
	År 2004	År 2010	
RM/RC4 (el ca 550 m)	6	6	Varav 4 fortsätter öster om Växjö
Z70 (diesel 200 m)	3	3	Inga fortsätter öster om Växjö

Tågtyp: persontåg	Tågantal/dygn		Kommentar
	År 2004	År 2010	
Itinotåg ITI3 (diesel 55 m)	10	14	Inga av dessa fortsätter öster om Växjö
Öresundståg X31/X32(el 80 m)	29	46	År 2004 fortsätter alla österut, 6 tåg har längden 160 meter. År 2010 fortsätter 30 tåg österut.



Banverket genomförde under 2007 en kapacitetsstudie [7] där det framgår att trafiken är mer omfattande än den som redovisas i Tabell 1. Kapacitetsstudien redovisar 72 persontåg och 14 godståg år 2007 och i framtiden. Det finns ett nationellt mål om att godstrafiken på Sveriges järnvägar ska öka ca 18 % fram till år 2020. Enligt uppgifter från Växjö Kommun bedöms denna ökning vara något optimistisk för Kust till Kustbanan, men det uppskattas att en ökning av godstrafiken på järnvägen ändå blir ca 15 % av antalet godståg som prognostiserats för år 2010 [20] denna ökning har antagits gälla även för persontåg.

Antalet tåg som passerar planområdet år 2020 bedöms därför vara ca 88 persontåg och 16 godståg per vardagsmedeldygn, vilket motsvarar ca 32 120 persontåg och 4 000 godståg per år (enligt Banverket skall dygnsprognoser för godståg multipliceras med 250 dygn för att erhålla årsvärdet då godstrafik vanligtvis inte förekommer under helger).

Enligt tidigare genomförd riskbedömning [1] finns planer på att bygga ut Kust till Kustbanan till dubbelspår och Växjö kommunfullmäktige har beslutat att all planering längs järnvägen ska ta hänsyn till denna utbyggnad. I Växjö kommer järnvägen då att kompletteras norr om befintligt spår, vilket innebär att avståndet mellan järnväg och det södra planområdet ej kommer att förändras. Eventuella ökning av tågtrafikmängder p.g.a. dubbelspår beaktas inte i rapporten då det inte finns några prognoser för detta vare sig hos Banverket eller kommunen.

2.3 Transport av 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 omfattas av en omfattande regelsamling 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 och vilka krav som ställs på fordon för 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 på järnväg delas in i nio olika klasser med hjälp av det så kallade RID-systemet som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt [21]. I Tabell 2 redovisas klassindelningen av farligtgods enligt RID.

Tabell 2. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning vid en olycka [22,23].

RID-klass	Kategori ämnen	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning
			L – Liv och hälsa
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier etc. På järnväg är normallasten 25 ton [11].	L – Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med uppemot 200 m radie. Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden.
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, kväveoxider etc.), brännbara gaser (acetylen, gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid, etc.).	L – Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel, industrikemikalier etc. Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	L – Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt eller giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 meter för brännskador. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på utformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	L - Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	L – Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidslösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor uppemot 150 meter.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel, sjukhusavfall, kliniska restprodukter, sjukdomsalstrande mikroorganismer etc.	L - Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligtvis i små mängder.	L - Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	L - Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [24] (LC50). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	L - Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

På Kust till Kustbanan transporteras relativt begränsade mängder farligt gods. Under tre månader (september-november) 1996 utförde Räddningsverket en mätning av mängden farligt gods av respektive klass som transporterades på Sveriges järnvägar och däribland Kust till Kustbanan [25]. I Tabell 3 presenteras resultatet från denna undersökning, tillsammans med statistik över farligt gods som transporterades av Green Cargo (vilka transporterar majoriteten av det farliga godset på Kust till Kustbanan) under perioden december 2003-februari 2004 [26]. Enligt tabellen rör det sig om starkt varierande mängder av farligt gods mellan de tre månaderna 1996 och de tre månaderna 2003-2004. I bilaga A redovisas en mer fördjupad diskussion kring troliga värden där det dessutom tas hänsyn till den förväntade ökningen av godstrafik på Kust till Kustbanan enligt avsnitt 2.2. Den fördjupade diskussionen ligger också till grund för en grov uppskattning av den ungefärliga procentuella andelen av respektive farligt gods-klass, vilket redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Transporterad mängd av olika klasser farligt gods på Kust till Kustbanan sep-nov 1996 [25] samt dec 2003-feb 2004 [26].

Farligt gods-klass	Kategori ämnen	Transporterad godsmängd (nettoton)		Procentuell andel
		sep-nov 1996	dec 03-feb 04	
1	Explosiva ämnen och föremål	Inget flöde	0	0 %
2	Gaser	0-7000	0	26 %
3	Brandfarliga vätskor	0-4000	6915	37 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	Inget flöde	0	0 %
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3000-10000	23	37 %
6	Giftiga ämnen	Inget flöde	0	0 %
7	Radioaktiva ämnen	Inget flöde	0	0 %
8	Frätande ämnen	Inget flöde	0	0 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Inget flöde	0	0 %
	Totalt alla klasser	3 000-21 000	6 940	100 %

3 Riskbedömningsmetodik

Detta kapitel innehåller en utförlig beskrivning av begrepp och metoder som använt. För läsare som inte har för avsikt att fördjupa sig i vald metodik kan detta kapitel förbises.

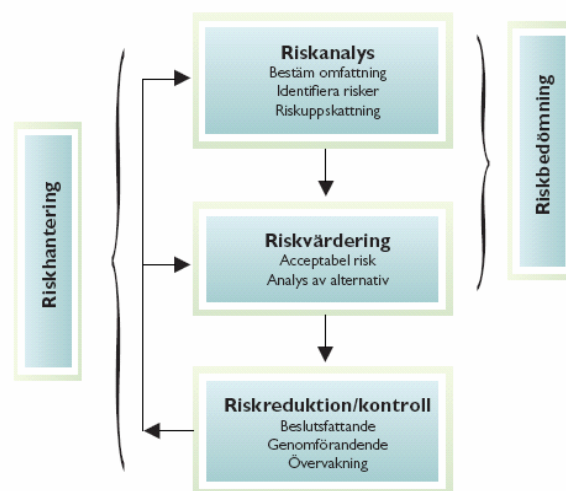
3.1 Begrepp och definitioner

I samband med hantering av risker används en rad olika begrepp. Riskanalys finns omnämnt i ett flertal rekommendationer och riktlinjer utan närmare förtydligande vad begreppet innebär. Nedan görs en genomgång av begrepp som kommer att användas samt vilken innebörd de kommer att ha i detta dokument.

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

Riskanalys omfattar i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [27,28] dels *riskidentifiering*, 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.

Begreppen *sannolikhet* och *frekvens* används ofta synonymt trots att det finns en skillnad mellan dem. 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 1,0. Sannolikheten anger istället hur *troligt* det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan noll och ett. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 3. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en *riskvärdering* för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan även ingå att ge 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 skall 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.

3.2 Omfattning av riskhantering i projektet

För att göra en bedömning av vilka risker som kan påverka det aktuella planområdet genomförs en detaljerad riskbedömning omfattandes följande moment:

Riskanalys

- Identifiering av riskerna
- Kvantitativ uppskattning av riskernas sannolikhet
- Kvantitativ uppskattning av riskernas konsekvens
- Verifiering av föreslagna riskreducerande åtgärders effekt

Riskvärdering

- Värdering av riskerna

3.3 Metod för riskinventering

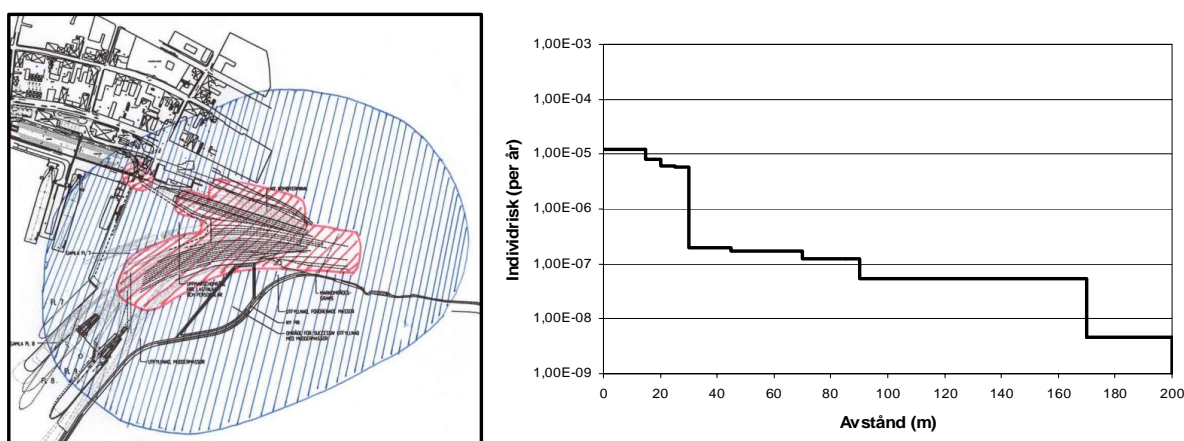
För att ta reda på vilka risker som finns i området har området och närliggande områden studerats.

3.4 Metod för riskuppskattning

I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttan *individrisk* och *samhällsrisk* använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker.

Med *individrisk* avses sannolikheten (frekvensen) att enskilda individer ska omkomma inom eller i närheten av ett system, d.v.s. frekvensen för att en person som befinner sig på en specifik plats omkommer eller skadas. Individrisken är platsspecifik och tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmättet är att se till så att enskilda individer inte utsätts för icke tolerabla risker. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas i området.

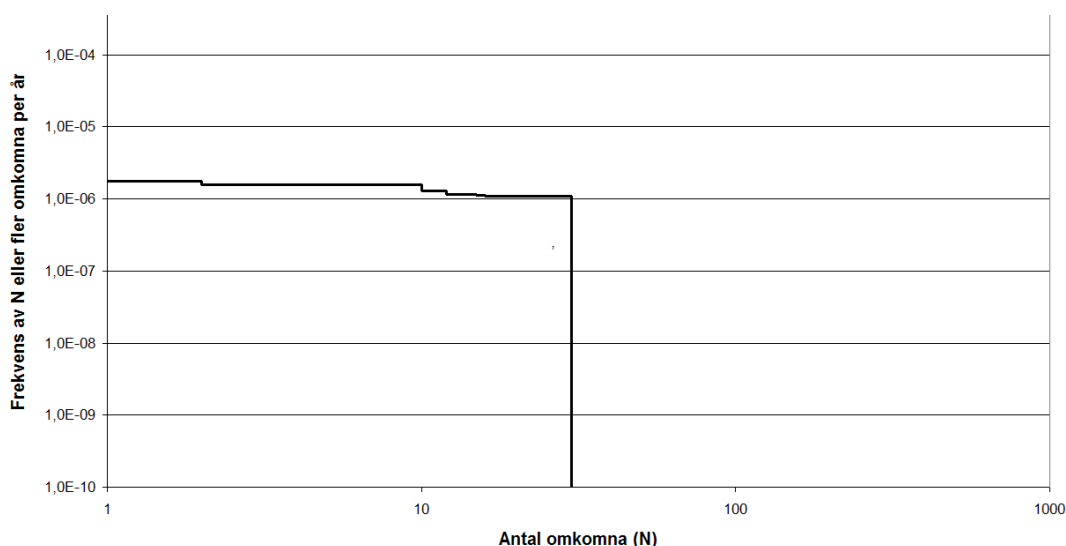
Individrisken kan redovisas i form av så kallade riskkonturer som visar den förväntade frekvensen för en händelse som orsakar en viss nivå av skada i ett specifikt område eller i form av individriskprofil som visar individrisken som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 4.



Figur 4. T.v. Exempel på individriskkonturer, t.h. exempel på individriskprofil.

Vid användande av riskmättet *samhällsrisk* beaktas även hur stora konsekvenserna kan bli för ett skadescenario med avseende på antalet personer som påverkas. Beaktande tas då till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Till skillnad från individrisk tas även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året.

Samhällsriskens redovisas ofta med en F/N-kurva, se Figur 5, som visar den ackumulerade frekvensen för ett visst utfall, t.ex. antal omkomna p.g.a. en eller flera olyckor.



Figur 5. Exempel på F/N-kurva.

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 beaktas hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas. Vanligtvis bedöms det dock endast vara lämpligt att nyttja samhällsrisk för områden där bebyggelsestrukturen är relativt bestämd då det i och med detta finns en relativt god uppfattning om befolkningens mängd och persontäthet i det aktuella området. Att använda samhällsrisk för ett område som är i ett tidigt skede av planeringsstadiet kan vara svårt och det kan medföra omfattande osäkerheter i bedömningen av konsekvenser (d.v.s. antal omkomna) till följd av respektive skadescenario då det oftast enbart är möjligt att utföra en grov uppskattning av befolkningssituationen.

För uppskattning av individrisk och samhällsrisk avseende tågtrafiken har det använts ett antal metoder. Med hjälp av värden på antalet tågrörelser på aktuellt vägavsnitt och *Banverkets Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [29] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuell järnvägssträcka där den passerar området. Identifierade scenarier och frekvensberäkningar redovisas i bilaga A. För beräkning av frekvenser för respektive skadescenario används händelseträdsanalys.

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

Individ- och samhällsrisk beräknas utifrån frekvenser och konsekvenser av respektive scenario. Hänsyn tas till de olika scenariernas konsekvensutbredning, geografiska spridning och vindpåverkan. Riskberäkningarna redovisas mer omfattande i bilaga C.

3.5 Metod för riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur risker upplevs. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

1. *Rimlighetsprincipen*: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
2. *Proportionalitetsprincipen*: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
3. *Fördelningsprincipen*: Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
4. *Principen om undvikande av katastrofer*: Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

3.5.1 Riskkriterier

Det finns i Sverige inget beslut om vilka kriterier som skall tillämpas vid riskvärdering. Det Norske Veritas har på uppdrag av Räddningsverket tagit fram förslag på riskkriterier [30] gällande individ- och samhälls-risk som kan användas vid riskvärdering. Dessa kriterier skall enligt Växjö kommun användas vid värdering av uppskattad risknivå i planområdet för Södra Stationsområdet. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens skall inträffa. Risker kan kategoriskt placeras i tre fack. De kan vara acceptabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 6.



Figur 6. Princip för värdering av risk.

Följande förslag till tolkning rekommenderas:

- De risker som hamnar inom område med oacceptabla risker värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- Området i mitten kallas ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). De risker som hamnar inom detta område värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. 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.

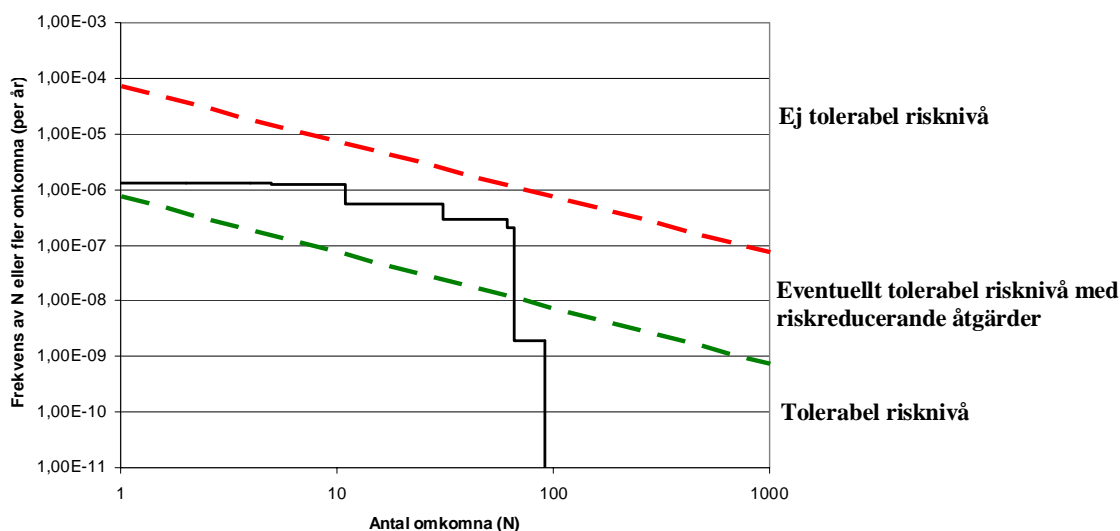
- De risker som hamnar inom område där risker kan anses små värderas som acceptabla. Dock skall möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra skall genomföras.

För individrisk föreslog DNV [30] 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 föreslog DNV [30] 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
(Röd linje i Figur 7 nedan)
- 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 nedan)



Figur 7. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk med riskkriterier.

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen vid jämförelse med resultatet av riskanalysen för planområdet, för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön. Kriterierna för samhällsrisk är avpassade för sträckor på 1 km, och det antas att det område som studeras täcker en sådan sträckning.



4 Riskinventering

Enligt en tidigare utförd analys [3] är det enbart järnvägen som, med avseende på personsäkerhet, bedöms kunna påverka norra och södra delen av Stationsområdet.

Den tidigare analysen [3] gjordes utan detaljerad information om vilka farligt gods-klasser som transporteras förbi planområdet. I den analysen studerades därför även olyckor med klass 1 (explosiva ämnen). Med nuvarande information som redovisas i avsnitt 2.3 framgår det att det inte förekommer någon transport av farligt gods-klass 1 och det är således inte aktuellt att analysera riskerna med detta scenario. Följande risker analyseras i detalj:

- Olycka vid farligt gods-transport klass 2 (gaser)
- Olycka vid farligt gods-transport klass 3 (brandfarliga vätskor)
- Olycka vid farligt gods-transport klass 5 (oxiderande ämnen)

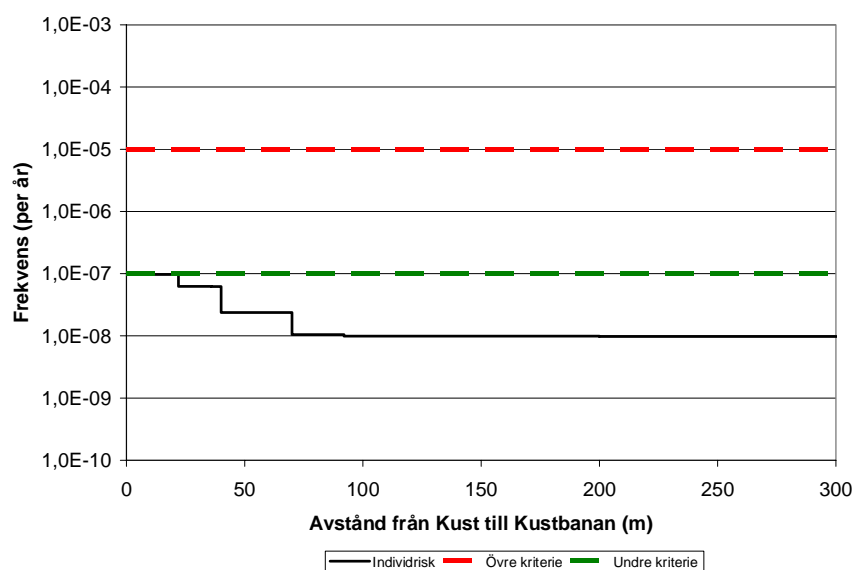
Urspåringar, som inte leder till läckage av farligt gods, bedöms orsaka endast någon enstaka förolyckad, förutsatt att perronger utförs så att de bromsar en eventuellt urspårande vagn, se vidare kapitel om riskreducerande åtgärder.

5 Riskuppskattning och riskvärdering

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för planområdet med avseende på identifierade scenarier förknippade med farligt gods. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.5.1. Dessutom uppskattas riskerna med plankorsningen vid Liedbergsgatan. Underlag för beräkningar återfinns i Bilagorna A-C. Slutligen redovisas resultat av känslighetsanalys, vilken återfinns i Bilaga D.

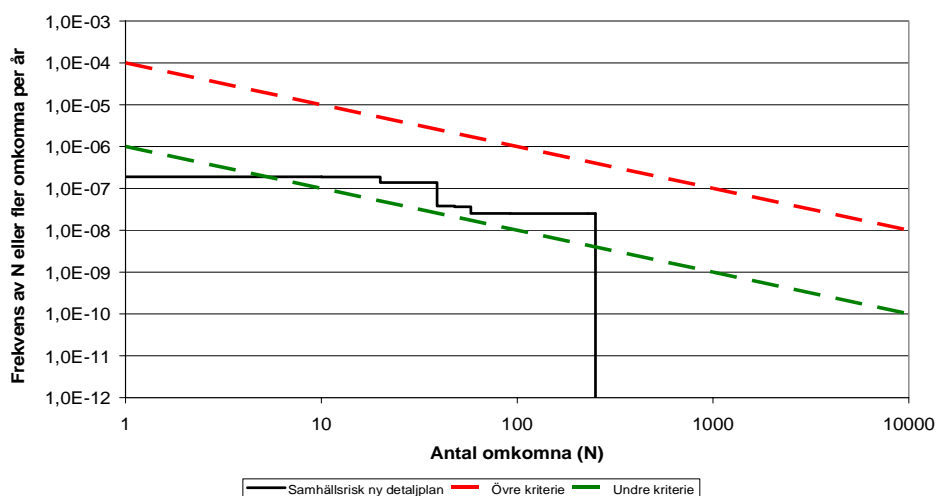
5.1 Område 1

Bebyggelse, norra delen (handel, ev. kontor, bostäder). Avstånd mellan bebyggelse och godsspåret är minst ca 40 meter vilket medför att urspårning inte antas medföra något riskbidrag.



Figur 8. Individriskprofil för område 1.

Individrisken för område 1 ligger under ALARP-området och är enskilt att betrakta som acceptabel.

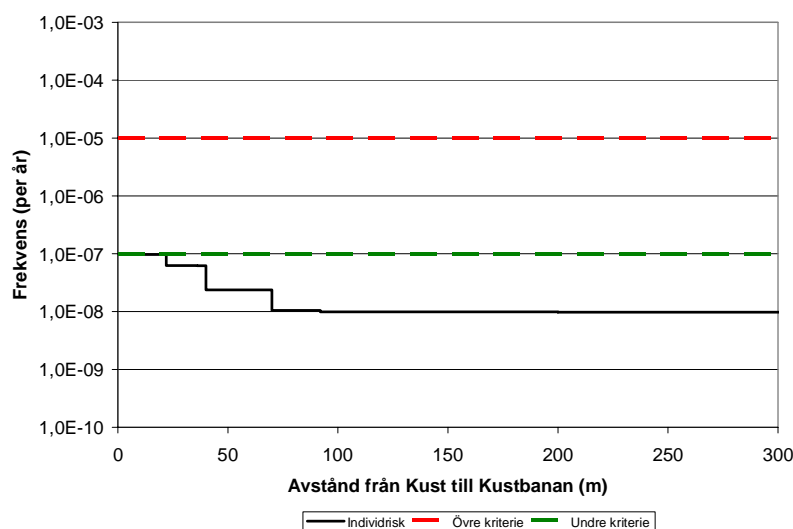


Figur 9. Samhällsrisiknivå för område 1.

Samhällsrisiken för område 1 ligger relativt lågt inom ALARP-området. Vid beräkningar har tidigare nämnda riskreducerande åtgärder förutsatts, vilka bedöms reducera risken avsevärt, exempelvis för scenarier med giftig gas.

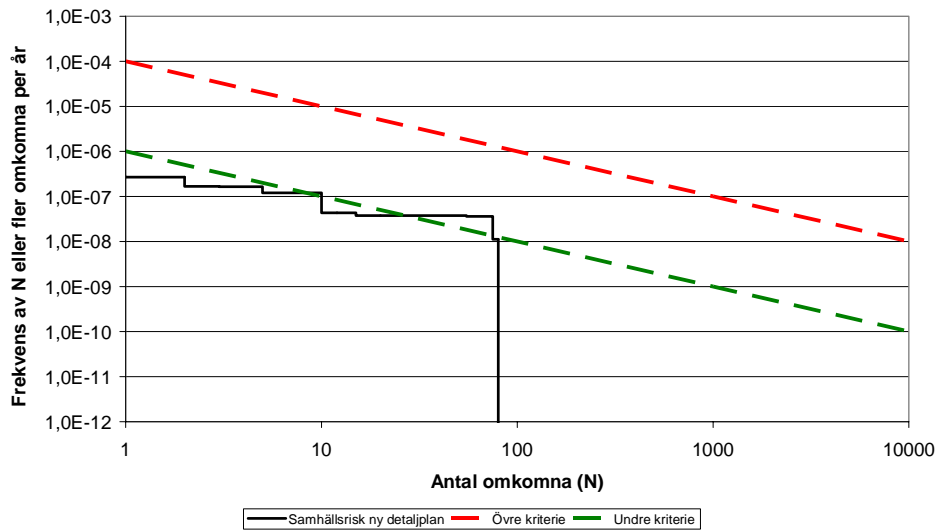
5.2 Område 2

Buss- och tågresenärer inklusive resecentrum. Perronger invid spår och hållplats för regionbussar i anslutning inom 40 meter.



Figur 10. Individriskprofil för område 2.

Individrisken för område 2 ligger under ALARP-området och är enskilt att betrakta som acceptabel.



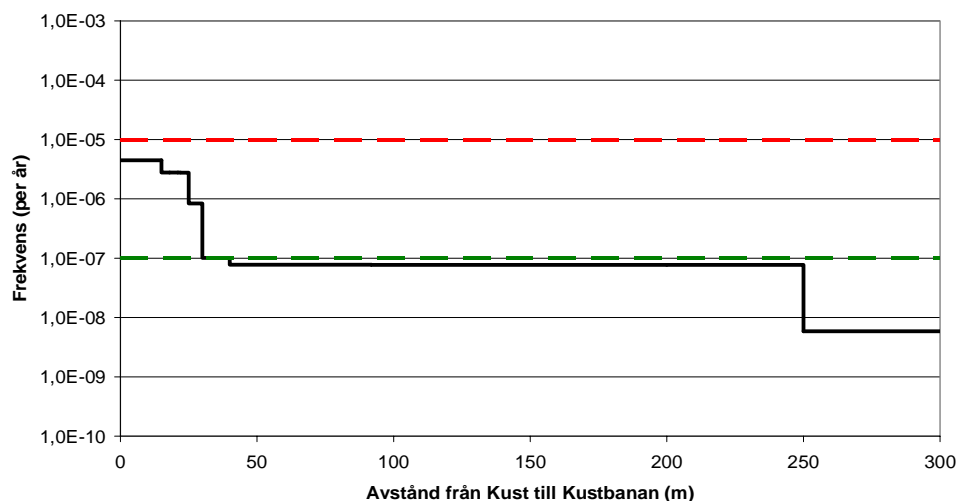
Figur 11. Samhällsrisiknivå för område 2.

Samhällsrisiken för område 2 ligger precis i eller under ALARP-området, huvudsakligen för att antal omkomna är relativt lågt i de flesta fall, och för att resecentrum inomhus omfattas av förutsatta riskreducerande åtgärder. Dessutom antas få personer vistas inom området nattetid.

5.3 Område 3

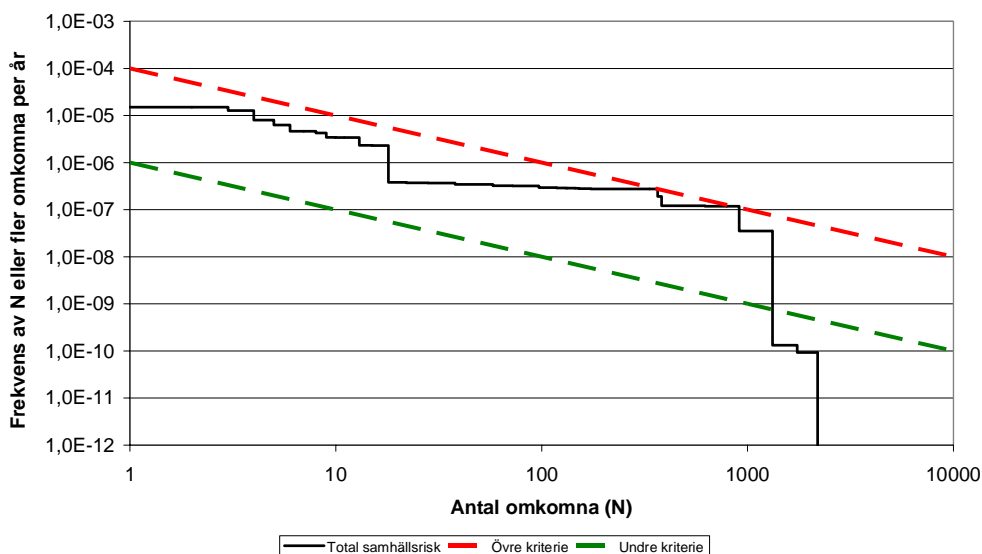
Bebyggelse södra delen, utredd i tidigare genomförd riskbedömning [1]. Parkeringshus som närmst 20 meter från spåret och övriga byggnader, i form av lägenheter och kontor, mellan 20 och 50 meter från spåret.

Genomförda beräkningar baseras på förslaget med byggnader i 5 våningsplan samt vissa punkthus med 9 våningsplan enligt alternativ II i samrådshandlingarna [15]. Att utföra byggnaderna med 6 våningsplan och punkthus i 18 våningsplan innebär en avsevärd ökning av personantalet vilket i sin tur medför en ökning av samhällsriskerna i området. Risknivån kommer således att öka till följd av att fler våningar tillåts.



Figur 12. Individriskprofil för område 3 från föregående riskbedömning.

Individrisknivån ligger relativt högt inom ALARP-området fram till ca 30 meter från spåret, framför allt för att urspårningar inkluderades vid beräkningar i föregående riskbedömning. Från och med ca 30 meter från spåret ligger risknivån under gränsen till ALARP-området och är att betrakta som acceptabel.

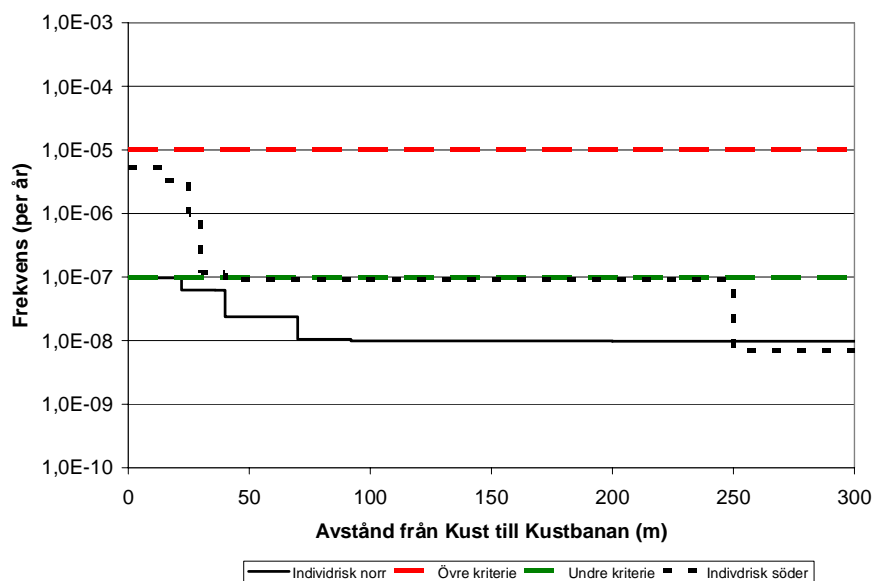


Figur 13. Samhällsriskenivå för område 3 från föregående riskbedömning.

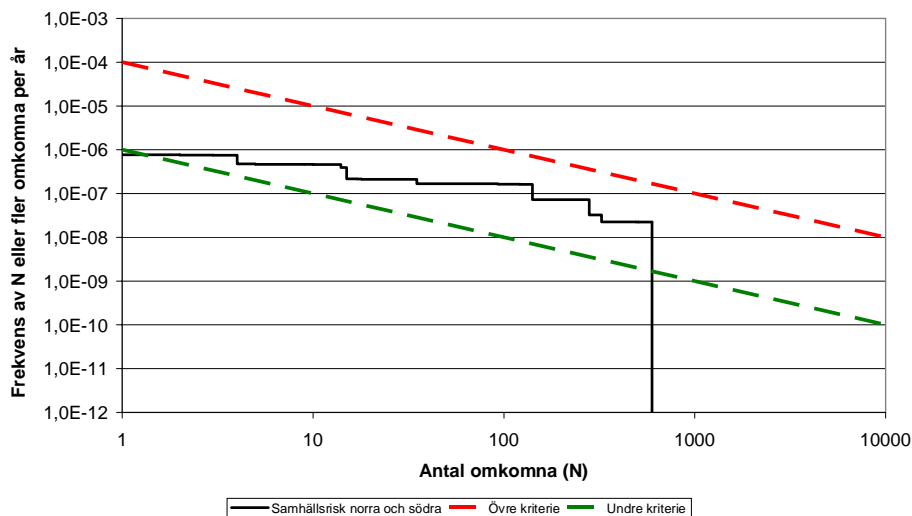
Figur 13 visar att den totala samhällsrisken som beräknades för område 3 i föregående riskbedömning [1]. Risknivån har inte enskilt räknats om i detta skede, utan fokus har legat på att göra en rimlig uppskattning av den gemensamma risknivån för södra och norra området.

En betydande anledning till den då höga risknivån är att ett mycket stort personantal i den publika byggnaden antogs, och att inga riskreducerande åtgärder beaktades. Vid nya beräkningar, där risknivån för områdena 1, 2 och 3 adderats beaktas samma riskreducerande åtgärder för den publika byggnaden, som nu är kontor, som för övrig bebyggelse. För övriga förändrade antaganden, se avsnitt 7.2.

5.4 Områdena 1, 2 och 3



Figur 14. Individriskprofil med avseende på Kust till Kust-banan för område 1, 2 och 3 (streckad linje).



Figur 15. Samhällsrisik med avseende på Kust till Kust-banan för område 1, 2 och 3.

Riskenivåer inom området mellan röd och grön linje, se Figur 15, 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. [30]

Den sammanlagda riskenivån ligger under eller inom ALARP-området, och om rimliga riskreducerande åtgärder vidtagits, ska riskenivån således per definition betraktas som tolerabel. Se vidare kapitel 6 riskreducerande åtgärder.

5.5 Plankorsningen Liedbergsgatan

Bebyggelsen i västra delen av område 3 som planeras närmast plankorsningen med Liedbergsgatan är som närmast placerad ca 5 meter från närmsta järnvägsspår och ca 10 meter från genomfartsspåret. Banverket har belyst att detta medför en ökad risk för resenärer p.g.a. att byggnaderna kan skada tåg, och därmed resenärer, i händelse av urspårning. Olycksrisken ökar dels p.g.a. att konsekvenserna blir värre till följd av att byggnaderna placeras så nära järnvägen samt p.g.a. att sannolikheten för en olycka i plankorsningen ökar, eftersom biltrafiken ökar med exploateringen av Stationsområdet.

I bilaga C redovisas beräkningar för olycksrisken i plankorsningen. Trafikanalysen [14] anger att dagens trafik på Liedbergsgatan är ca 8 000 bilrörelser och prognosen för framtiden varierar till uppemot 10 000 bilrörelser/dygn. Enligt den beräkningsmodell [31] som använts för att beräkna olycksfrekvensen i plankorsningen kan vägtrafikflödet (bilrörelser/dygn) maximalt antas till 2 000 bilrörelser/dygn, oavsett verkligt vägtrafikflöde. Detta motiveras med att risken per passerande fordon minskar till följd av sannolikhet för köbildning i samband med bomfällning/tågpassager. Tågtantalet bedöms enligt tidigare öka från 53 till 76 per dygn.

Med dagens trafikmängder gällande tågantal och vägtrafik bedöms en olycka på 47 år ske. Med motsvarande värden för år 2020 bedöms en olycka på 33 år ske. Riskökningen beror således på den ökade tågtrafiken.



5.5.1 Reducering av konsekvenser

För att minska konsekvenserna vid en urspårning, där tåget når så pass långt från spåret att det kolliderar med planerad bebyggelse i västra delen av område 3, utförs parkeringsgaraget med en eftergivande konstruktion. Således bedöms planerad bebyggelse inte innebära någon riskökning med avseende på konsekvenser för resenärer.

5.5.2 Reducering av sannolikheter

Olycksrisken i en plankorsning är beroende på skyddstyp (bom/ljus/ljud/m.m.), antal tåg på järnvägen, antal fordon på vägen samt tågens hastighet. Riskreducerande åtgärder som är kopplade till järnvägen och dess skyddsanordningar utformas av Banverket. Således är det enbart antal fordon på vägen som kan hanteras inom ramen för detaljplanarbetet. Med en planskild korsning skulle olycksrisken helt försvinna. Detta har utretts av Växjö kommun och är inte genomförbart. Att begränsa personbilstrafiken bedöms inte heller som en möjlig åtgärd.

Däremot skulle en möjlig åtgärd vara att förbjuda tung trafik förbi plankorsningen. Denna åtgärd innebär endast en marginell reduktion av sannolikheten för en olycka i plankorsningen men har stor betydelse för hur en olycka i plankorsningen påverkar omgivningen. I plankorsningar är det endast olyckor med tungt fordon (minst 10 ton) som kan leda till att omgivningen kan skadas [29]. Med att omgivningen skadas menas här att byggnader och människor som vistas i närheten av plankorsningen skadas till följd av urspårningar eller farligt gods-olyckor. Att förbjuda tung trafik skulle därmed innebära att risken för urspårning till följd av olycka vid plankorsningen avsevärt begränsas.

6 Riskreducerande åtgärder

I detta kapitel diskuteras rekommenderade riskreducerande åtgärder. I de genomförda beräkningarna har de åtgärder som Växjö kommun satt som en förutsättning, se avsnitt 6.1, för planområdet beaktats för både södra och norra området.

6.1 Förutsatta åtgärder

De åtgärder som antagits som förutsättningar för både södra och norra området i beräkningarna, enligt Växjö kommun är följande:

- Avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna av utsläpp av främst giftiga gaser.
- Utformning av fasad i obrännbart material som skydd mot värmestrålning.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen för att underlätta trygg och säker utrymning av huset i händelse av olycka.

Åtgärd om begränsning av fönsterarean i bostadsfasaden som vetter mot järnvägen som skydd mot värme-strålning bedömdes i den föregående riskbedömningen [1] som mindre effektiv och har därför exkluderats. Samtliga åtgärder i ovanstående punktlista har förutsatts vid beräkningar, och risknivån bedöms bli väsentligt mycket högre om någon av åtgärderna inte skulle genomföras.

6.2 Tidigare rekommenderade åtgärder för område 3

Utöver de åtgärder, som angavs som förutsättning av Växjö kommun, föreslogs i föregående riskbedömning [1] för område 3 följande åtgärder:

- Placering av öppningar för tilluft bör ske på oexponerad sida, bort från järnvägen, så att spridning av gaser eller rök från järnvägen hindras/avsevärt försvåras.
- Skyddsmur föreslås ovanpå garaget i kvarter 1.

6.3 Föreslagna åtgärder för område 1

Utöver de åtgärder, som angavs som förutsättning av Växjö kommun, föreslås för område 1, liksom för område 2 där så är möjligt, följande åtgärder:

- Lätta konstruktioner undviks för att förbättra skyddet mot explosion.
- Lager i handelslokalerna, och andra utrymmen med låg persontäthet, placeras närmst järnvägen. Butiksyta bör inte placeras mot järnvägen.
- Kommunikationsstråk planeras så att publika entréer till handels- och kontorslokalerna i område 1 inte placeras i fasad mot järnvägen, utan mot centrum eller på gavlar. Ett sätt är exempelvis att placera kassorna i norra delen av område 1. Några restriktioner för personalentréer anges inte. Resecentrum omfattas inte heller av ovanstående krav om placering av kommunikationsstråk, eftersom personer i resecentrum måste ha tillgång till tåg och bussar. Generellt gäller dock att ju längre från järnvägen en entré placeras desto bättre ur risksynpunkt.
- Fönsterarean i resecentrums fasad mot järnvägen ska begränsas, eftersom höga persontätheter inte kan uteslutas
- Glas i kontors- och handelslokalerna (de två nedersta planen) utförs i brandteknisk klass (E 30).
- Perrongerna dimensioneras för att klara påkörning (t.ex. genom jord eller betongfyllning)



- Lokalt VMA ska installeras med hörbarhet inom hela området. Detta kräver särskilda åtgärder eller förhandlingar för område 2 eftersom Banverkets medverkan krävs. Eventuellt kan deras befintliga PA-system användas men det krävs att rutiner utarbetas. För område 1 och 3 kan särskilda exploateringsavtal behöva tecknas med exploitören.

6.4 Åtgärder Liedbergsgatan

- Parkeringsgaraget i västra delen av område 3 utförs med en eftergivande konstruktion.
- Tung trafik bör förbjudas över korsningen för att minska konsekvenserna av en eventuell olycka.



7 Diskussion

Nedanstående kapitel omfattar en diskussion kring de resultat och de osäkerheter som finns förknippade med framtagandet av riskbedömningen. Dessutom redogörs för en del av de antaganden som förändrats i förhållande till föregående riskbedömning.

7.1 Hantering av osäkerheter

Osäkerheterna i riskbedömningen är relativt omfattande. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som främst är belagda med osäkerheter är:

- Schablonmodeller har använts vid frekvensberäkningar.
- Konservativt val av antal vagnar i ett godståg.
- Mängden tågtrafik år 2020.
- Mängd farligt gods-transporter och fördelning mellan klasser.
- Antalet personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

Det har gjorts ett flertal antaganden där det saknats fakta. De antaganden som gjorts har därför oftast varit konservativt gjorda för att på så sätt vara på den säkra sidan. Den slutgiltiga omfattningen av planerad bebyggelse och anläggning för området är inte fastlagd. På grund av att de antaganden som gjorts är konservativa bedöms osäkerheterna i analysen åtminstone inte påverka värderingen av riskerna så att de undervärderas.

Slutsatsen av känslighetsanalysen, som återfinns i Bilaga D, är att det bedöms vara mycket osannolikt att risknivån i området är helt oacceptabel. Enligt definitionen av ALARP-området är den gemensamma risknivån tolerabel under förutsättning att rimliga riskreducerande åtgärder vidtas. De åtgärder som angetts som förutsättningar är dessutom nödvändiga för att uppskattad risknivå ska vara giltig.

Osäkerheterna i samband med verifieringen av de föreslagna riskreducerande åtgärderna är också relativt omfattande. Detta beror till stor del på att det saknas exakta metoder för att studera den effekt en åtgärd medför. De bedömningar som gjorts har varit konservativa, med avseende på effekterna av åtgärderna, och därmed bedöms osäkerheterna i verifieringen åtminstone inte medföra att effekterna överskattas.


7.2 Förändrade antaganden

Riskbedömningen för stationsområdets södra del [1] påbörjades för ca två år sedan, varefter utvecklingen inom området riskhantering har fortskridit och beräkningsmodeller förfinats. Reviderade beräkningar för den södra delen, som gjorts i samband med addering av områdena 1, 2 och 3 har således resulterat i något modifierade, och i vissa fall, lägre, risknivåer.

Sedan beräkningarna gjordes kan även ny information ha gjorts tillgänglig, och ny information kan innebära att beräkningar kan ha reviderats med mindre konservativa antaganden, som tidigare gjordes i brist på information. Reviderade beräkningar kan i ett sådant fall medföra lägre risknivåer.

Nedan följer exempel på ingångsparametrar och antaganden som förändrats vid revideringen.

- Inga riskreducerande åtgärder beaktades vid beräkningar för den publika byggnaden i område 3. Den publika byggnaden är nu fastställd som kontor och antas omfattas av samma riskreducerande åtgärder som övrig bebyggelse.
- Tidsvariationer har nu beaktats vid beräkningarna, exempelvis att byggnader för handel är stängda efter arbetstid, och att relativt få kan förväntas vara hemma i lägenheter under arbetstid. Beaktande av tidsvariationer sänker risknivån i sådana områden.

- 
- Tidsfördröjning beaktades tidigare inte vid beräkningar för område 3. Exempelvis antas inte en eventuell BLEVE uppstå förrän ca en halv till en timme efter utsläpp, vilket ger utrymme för evakuering av människor i närheten. Möjligheter till evakuering är dock beroende på räddningstjänstens beredskap och insats samt tid på dygnet. Sovande personer måste förväntas ha sämre möjligheter att evakuera än personer som befinner sig utomhus dagtid.
 - Tiden kan också ha betydelse vid scenarier med brandfarlig vätska. Personer inomhus, beroende på tid på dygnet, kan förväntas ha en viss möjlighet att utrymma innan en eventuell vätskebrand sprids till aktuell byggnad. Personer med normal rörlighet utomhus kan också förväntas förflytta sig från platsen innan dödliga strålningsnivåer uppstår.
 - Beaktande av urspårning har varit föremål för diskussion tidigare under projektets gång, men har inte beaktats vid de senaste beräkningarna, eftersom spåren är omgärdade av perronger, som bedöms bromsa ett eventuellt urspårande tåg så att endast någon enstaka eller inga personer förväntas omkomma.
 - Vid beräkningarna för både norra och södra området gemensamt har hänsyn tagits till att 80 % av godstågen går på natten, då inga personer förväntas vistas i kontor eller handelslokaler, men däremot personer förväntas vara hemma i lägenheterna.

Något som inte inkluderats i den kvantitativa riskbedömningen, men som kan bedömas kvalitativt, är att bebyggelsen i område 1 och 3 minskar risken för bakomliggande områden, relativt järnvägen, vid eventuell olycka, och sänker därmed risknivån för dessa områden.

Vid uppskattning av konsekvenser för respektive område antas konservativt att olyckan sker på spår närmast området. Detta görs även när flera områden studeras samtidigt, även om det innebär att händelserna är oförenliga.



8 Slutsatser

WSP anser att planerad bebyggelse är genomförbar, ur risksynpunkt, under förutsättning att specificerade riskreducerande åtgärder genomförs.

Referenser

- [1] Detaljerad riskbedömning för detaljplan, Södra Stationsområdet, Växjö, Slutgiltig handling, Rev B, WSP Brand & Risk, 2009-02-20.
- [2] Växjö stationsområde, Planprogram 2009-02-23, Växjö kommun.
- [3] Riskanalys Södra Stationsområdet Växjö, WSP Brand- och Riskteknik, 2004-11-05.
- [4] Riskanalys – Beräkning av samhällsrisk, WSP Brand- och Riskteknik, 2006-12-13.
- [5] PM – nytt utredningsalternativ för Södra Stationsområdet, WSP Brand- och Riskteknik, 2007-02-06.
- [6] Riskanalys Elverket 2 Växjö, WSP Brand- och Riskteknik, 2006-05-16.
- [7] Kust till kustbanan kapacitetsstudier, Banverket, 2007-04-24.
- [8] Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag, Länsstyrelsen i Stockholms län, Faktablad nr 4:2003.
- [9] Riskanalyser i detaljplanprocessen, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2003:15, 2003.
- [10] Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer, 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000.
- [11] Översiktsplan för Göteborg – Fördjupad för sektorn transport av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, maj 1995.
- [12] Riskhantering i detaljplanprocessen, Länsstyrelserna i Skåne, Västra Götalands och Stockholms länd, 2006.
- [13] Planprogram, Södra Stationsområdet, Växjö centrum, Antagen Kommunstyrelsen 2006-02-02.
- [14] Trafikutredning för Växjö stad/Väster, Tyréns, 2007-04-04.
- [15] Samrådshandlingar för VÄXJÖ 10:15 m.fl. Södra Stationsområdet, Centrum i Växjö, Dnr 2003BN0593, utkast mars 2008.
- [16] Växjö bangårdsområden – avgränsningar och disposition, Växjö kommun och Tyréns, 2007-12-19.
- [17] Karta till planprogram WTC, 2009-02-10.
- [18] Samrådsyttrande, Samråd om förslag till detaljplan för Växjö 10:15 m.fl. - Södra Stationsområdet, Centrum i Växjö, Länsstyrelsen i Kronoberg, 2008-05-23.
- [19] Svar samråd, detaljplan för Växjö 10:15 m.fl. Södra Stationsområdet, Värends Räddningstjänst, 2008-05-21.
- [20] Uppgifter från Kristina Thorvaldsson, Växjö kommun, Planeringsenheten, 2006-04-18.
- [21] RID-S, Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2004:15) om transport av farligt gods på järnväg, Statens Räddningsverk, 2004.
- [22] Översiktplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, bilagor 1-5, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997.
- [23] Handbok för riskanalys, Statens Räddningsverk, 2003.
- [24] Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [25] Flödet av farligt gods på järnväg – en översiktig kartering i GIS-miljö, Statens Räddningsverk, 1997.
- [26] Statistik för farligt godstransporter genom Växjö under tiden 03-12-01 till 04-02-29 utförda av Green Cargo, Jan Pettersson, Green Cargo Safety, 2004-03-31.
- [27] International Electrotechnical Commission (IEC). International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems, Genève, 1995.



-
- [28] International Organization for Standardization (ISO). Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73, Geneva, 2002.
- [29] Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- [30] Värdering av risk, Räddningsverket Karlstad, 1997.
- [31] Beräkningshandledning, Hjälpmedel för samhällsekonomiska bedömningar inom järnvägssektorn, BVH 706, Banverket, 2005.

Bilaga A Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

För att kunna kvantifiera risknivån för personer i planområdet behövs först ett mått på sannolikhet för de skadescenarier som identifierats i närheten av planområdet.

Beräkning av frekvens för järnvägsolycka sker enligt Räddningsverkets *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [1]. De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

A.1 Sannolikhet för järnvägsolycka

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för järnvägsolycka hämtas från *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [2]:

- Den studerade sträckans längd [km] (båda planområdena angränsar till Kust till Kustbanan längs en cirka 400 m lång sträcka, men studerad sträcka är denna inklusive längsta konsekvensavstånd, eftersom olycka någonstans på denna sträcka (ca 2 km) kan påverka planområdet).
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser [tåg/år].
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser [vagnar/år] (Under denna skattning har antagandet gjorts att persontåg består av cirka 10 vagnar per tåg och godståg består av 32 vagnar per tåg [3]).
- Antal vagnaxlar per vagn (vanligtvis fyra vagnaxlar).

A.1.1 Urspåring

I *modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolycka som drabbar omgivningen* [2] finns följande mått angivna för beräkning av sannolikhet för urspåring av tåg:

Identifierade olyckstyper för urspåring	Frekvens [per år]	Enhet	Frekvens [per år]
Rälsbrott	5,00E-11	vagnaxelkm	1,93E-04
Solkurvor	1,00E-05	spårkm	4,29E-05
Spårlägesfel	4,00E-10	vagnaxelkm	1,54E-03
Växel sliten, trasig	5,00E-09	antal tågpassager	
Växel ur kontroll	7,00E-08	antal tågpassager	
Vagnfel			
Persontåg	9,00E-10	vagnaxelkm	2,48E-03
Godståg	3,10E-09	vagnaxelkm	3,40E-03
Lastförskjutning	4,00E-10	vagnaxelkm (godståg, annat)	4,39E-04
Annan orsak	5,70E-08	tågkm	4,42E-03
Okänd orsak	1,40E-07	tågkm	1,08E-02
Totalt			2,34E-02

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

A.1.3 Plankorsningsolyckor

Vid en plankorsning är det endast sammanstötningar med tungt fordon som kan leda till att omgivningen skadas [2]. Beroende på vilken typ av plankorsning som förekommer varierar frekvensen för sammanstötning med t.ex. tungt landsvägsfordon. Då det finns en plankorsning med bommar i västra delarna av Södra Stationsområdet blir förväntat antal plankorsningsolyckor $1,8 \cdot 10^{-3}$ per år.

A.1.4 Växling/ rangering

I planprogrammet [4] anges att rangeringen kommer att upphöra på Södra Stationsområdet. Denna olyckstyp bedöms inte vara aktuell och beaktas därför inte i de fortsatta beräkningarna.

A.1.5 Resultat

Sannolikheten för en urspårning på den aktuella sträckningen är $2,34 \cdot 10^{-2}$ per år.

Total olycksfrekvens blir således summan av sannolikhet för olycka och sannolikhet för plankorsningsolycka: $2,34 \cdot 10^{-2} + 1,81 \cdot 10^{-3} = 2,52 \cdot 10^{-2}$

Sannolikheten för en olycka med godståg beräknas sedan med formeln:

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

Sannolikheten för en olycka med godståg blir enligt formeln ovan:

$$2,52 \cdot 10^{-2}(\text{per år}) \frac{4\,000(st)}{36\,120(st)} = 2,79 \cdot 10^{-3}(\text{per år})$$

A.1.6 Avstånd från spår för urspårande vagnar

Eftersom större delen av området ligger längs spår med perronger på ömse sidor, bedöms perrongerna bromsa ett eventuellt urspårande tåg så att det i princip stannar vid rälsen.

A.1.7 Järnvägsolycka med transport av farligt gods

För att uppskatta antalet vagnar med farligt gods som transporteras på den studerade sträckan används statistik över mängden farligt gods som transporterades på Kust till Kustbanan under september, oktober, november 1996 [5] och statistik för farligt gods-transporter genom Växjö under december 2003 och januari, februari 2004 utförda av Green Cargo [6], samt kapacitetsstudien [7] utförd av Banverket 2007.

A.1.7.1 Farligt gods-transporter under september, oktober, november -96

Den erhållna statistiken är redovisad som ett intervall för respektive farligt gods-klass samt ett intervall för den totala mängden farligt gods, vilket redovisas i Tabell 4. För att erhålla en uppskattad andel av respektive farligt gods-klass antas det mycket konservativt att den största mängden av respektive klass transporteras trots att den sammanlagda mängden överstiger den totala mängden farligt gods som anges i underlaget.

Tabell 4. Transporterad mängd farligt gods på Kust till Kustbanan, sep, okt, nov –96 [5].

Klass	Kategori ämnen	Transporterad godsmängd (nettoton)	Antagen andel av transportererna
1	Explosiva ämnen och föremål	Inget flöde	0,0 %
2	Gaser	0-7 000	33,3 %
3	Brandfarliga vätskor	0-4 000	19,0 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	Inget flöde	0,0 %
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3 000-10 000	47,6 %
6	Giftiga ämnen	Inget flöde	0,0 %
7	Radioaktiva ämnen	Inget flöde	0,0 %
8	Frätande ämnen	Inget flöde	0,0 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Inget flöde	0,0 %
	Totalt	0-14 000	100%


Under september, oktober, november 1996 transporterades det maximalt cirka 14 000 nettoton farligt gods på Kust till Kustbanan på den aktuella sträckan. Uppskattningsvis transporteras liknande mängder under de övriga kvartalen av året och därför antas att den totala mängden farligt gods som transporterades genom Växjö 1996 uppgick till 56 000 nettoton.

A.1.7.2 Farligt gods-transporter under december -03 samt januari, februari -04

Den erhållna statistiken redovisas i Tabell 5 och visar att det nästan enbart rör sig om brandfarliga vätskor som transportereras på järnväg genom Växjö. Statistiken visar att cirka 50 % av samtliga transporter utgörs av tomma vagnar som innehållit farligt gods, men som ännu inte blivit rengjorda. Dessa tomma vagnar redovisas inte.

Tabell 5. Transporterad mängd farligt gods genom Växjö på Kust till Kustbanan, dec -03 och jan, feb -04 [6].

Klass	Kategori ämnen	Transporterad godsmängd (nettoton)	Andel av transportererna
1	Explosiva ämnen och föremål	0	0,0%
2	Gaser	0	0,0%
3	Brandfarliga vätskor	6915	99,7%
4	Brandfarliga fasta ämnen	0	0,0%
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	23	0,3%
6	Giftiga ämnen	0	0,0%
7	Radioaktiva ämnen	0	0,0%
8	Frätande ämnen	0	0,0%
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0	0,0%



Under december 2003 och januari, februari 2004 transporterades cirka 6 940 nettoton farligt gods på Kust till Kustbanan på den aktuella sträckan. Uppskattningsvis transporteras liknande mängder under de övriga kvartalen av året och därför antas att den totala mängden farligt gods som transporterades genom Växjö 2003 uppgick till 27 800 nettoton.

A.1.7.3 Val av statistik

Det är stora skillnader mellan statistiken från de båda åren. Att anta att den mängd farligt gods som transporteras under tre månader är representativ för resterande månader av året är grovt. Statistiken visar att mängderna oxiderande ämnen som transporterades 1996 och 2003 skiljer sig betydligt. Detta kan bero på flera olika faktorer. T.ex. så visar statistiken över transporterad mängd farligt gods 1996 mängderna som transporteras på en längre sträcka (Kust till Kustbanan mellan Kalmar och Alvesta) och det är då möjligt att avnämaren som tar emot de oxiderande ämnena är belägen så att transporten inte går igenom Växjö. En annan förklaring kan vara att den avnämaren som fanns 1996 inte längre får transporter av oxiderande ämnen på järnväg.

Enligt ovan beräknas frekvensen för godstågsolycka på den aktuella järnvägsträckan för ett prognostiserat antal godståg för år 2020. Uppskattningsvis kommer även mängden farligt gods på Kust till Kustbanan att öka fram till år 2020, vilket bör beaktas. Det antas mycket grovt att den procentuella ökningen av mängden farligt gods följer den totala ökningen av godstrafik på Kust till Kustbanan, som enligt ovan bedöms bli ca 15 % mellan år 2010 och 2020.

Ovanstående statistik från Räddningsverket är från 1996. Enligt statistik från Statens Institut för Kommunikationsanalys (SIKA) ökade godstrafiken med ca 12-14 % mellan år 1997 och 2004 [8,9]. Utifrån detta beräknas godstrafiken öka med totalt ca 31 % fram till år 2020, jämfört med godstrafiken år 1996. Enligt ovan bedöms dock utveckling vara relativt oförändrad de närmaste åren. Grovt antaget bedöms därför de mängder farligt gods som Green Cargo transporterar på Kust till Kustbanan öka med ca 15 % fram till år 2020. Detta kommer att beaktas vid val av den statistik över farligt gods-mängder som används i de fortsatta beräkningarna.

Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på järnväg används en sammanställning av ovan angivna statistiska underlag där hänsyn tas till prognostiserade ökning av godstrafiken fram till år 2020. Statistiken från Räddningsverket som anges i Tabell 4 har därför ökat med 31 %, medan statistiken från Green Cargo som anges i Tabell 5 har ökat med 15 %. Antalet farligt gods-transporter på järnväg genom Växjö har sedan uppskattats som ett medeltal av de både beräknade mängderna för respektive farligt gods-klass. I Tabell 6 redovisas dels de prognostiserade mängderna av respektive farligt gods-klass år 2020 utifrån ovanstående statistiska underlag, dels en uppskattning av mängden transporterad farligt gods under ett år.

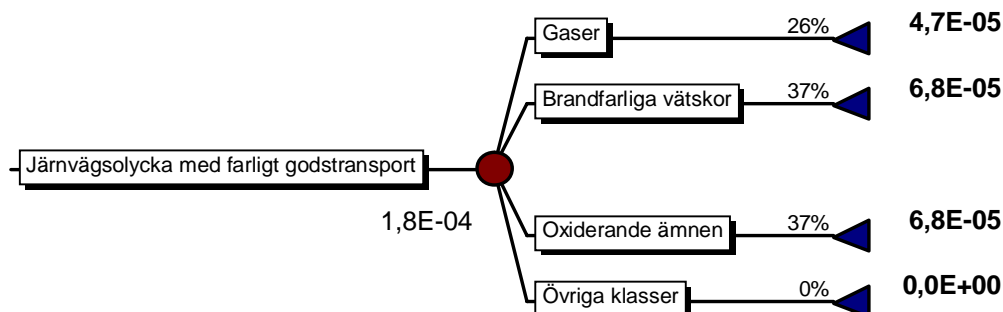
Tabell 6. Uppskattad transporterad mängd farligt godsolycka genom Växjö på Kust till Kustbanan under ett år.

Klass	Kategori ämnen	Räddningsverket (nettoton)	Green Cargo (nettoton)	Uppskattad godsmängd (nettoton)	Andel av transporterarna
1	Explosiva ämnen och föremål	-	0	0	0 %
2	Gaser	0-36 680	0	18 340	26 %
3	Brandfarliga vätskor	0-20 960	31809	26 385	37 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	-	0	0	0 %
5	Oxiderande ämnen	15 720-52 400	106	26 253	37 %
6	Giftiga ämnen	-	0	0	0 %
7	Radioaktiva ämnen	-	0	0	0 %
8	Frätande ämnen	-	0	0	0 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	-	0	0	0 %
	Totalt	15 720-110 040	31 915	70 977	100 %

Under ett år uppskattas enligt ovan cirka 71 000 nettoton farligt gods komma att transporteras på Kust till Kustbanan på den aktuella sträckan. Banverkets kapacitetsstudie [7] redovisar att godstågstrafiken 2007 är 56 % mer än tidigare prognostiserade siffror. Bedömningen görs att transporterarna av farligt gods följer samma ökning, vilket medför att det år 2020 bedöms transporteras ca 110 800 nettoton farligt gods. Uppskattningsvis innehåller vardera vagn ca 45 ton farligt gods. Detta medför att det transporteras 2460 vagnar med farligt gods under ett år. Detta utgör ca 1,9 % av det totala antalet godsvagnar på sträckan (2 460 / 128 000).

I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [3]. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är $1-(1-0,019)^{3,5} = 0,065 = 6,5 \%$. Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur vid Stationsområdet blir då ca $1,8 \cdot 10^{-4}$ per år ($2,8 \cdot 10^{-3} \times 6,5 \%$).

I händelseträdet, se Figur 16 nedan, redovisas frekvensen för olycka med transport av respektive aktuell farligt gods-klass inblandad utifrån uppskattad andel av respektive klass enligt Figur 16.



Figur 16. Händelseträd med sannolikhet för olycka med olika farligt gods-klasser.

A.2 Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

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

A.2.1 Farligt gods-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 [2]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 0,98.

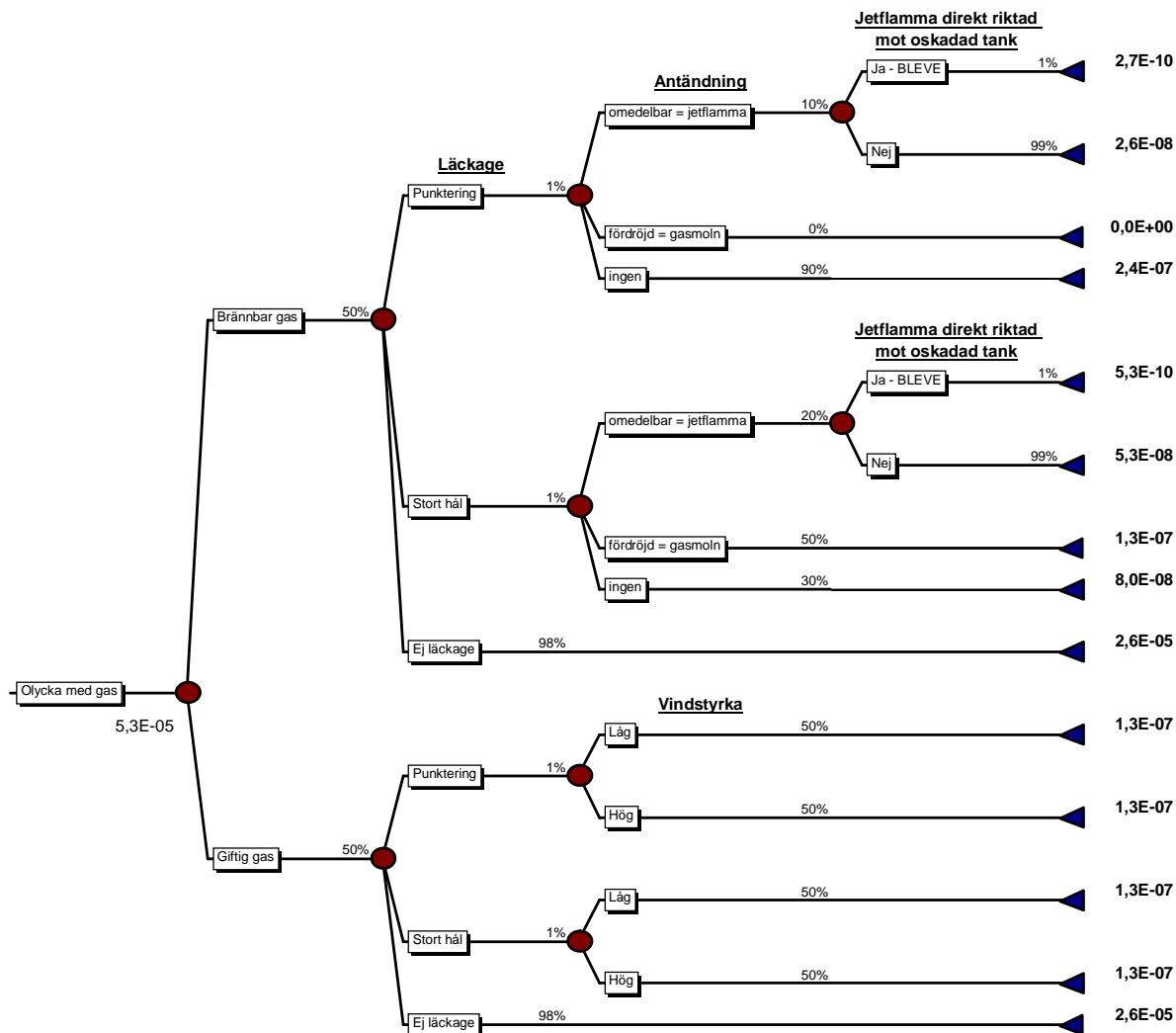
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 [10] för:

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

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 0,2, 0,5 och 0,3 [10]. 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, uppskattningsvis mindre än 0,01.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar dessutom vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög eller låg. I Figur 17 redovisas olika scenarion för en olycka med gas.

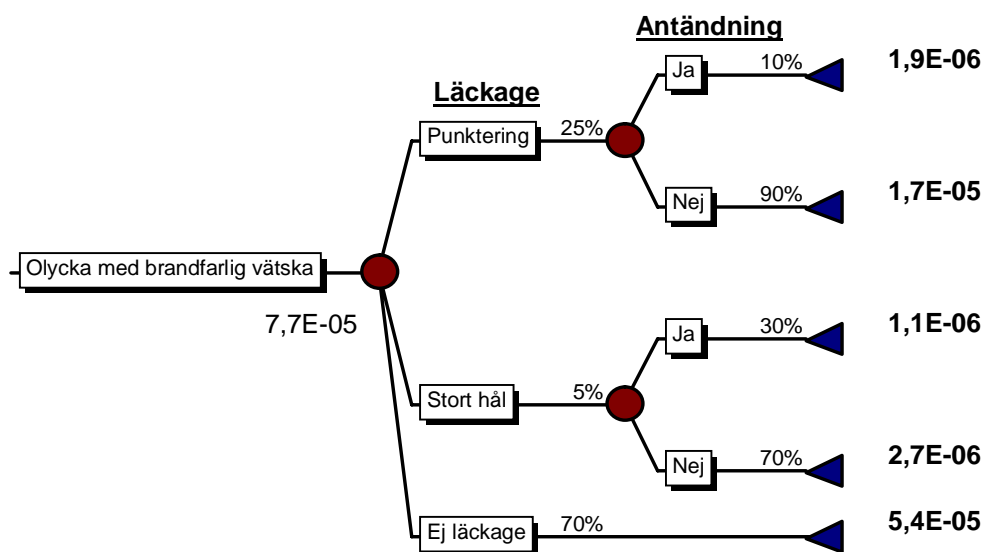


Figur 17. Händelsetråd farligt gods-olycka med gas i lasten.

A.2.2 Farligt gods-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 % [2]. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg ska antändas är 10 % och 30 % [2]. I Figur 18 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt då underlaget vid en järnvägsbank består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 18. Händelsetråd farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

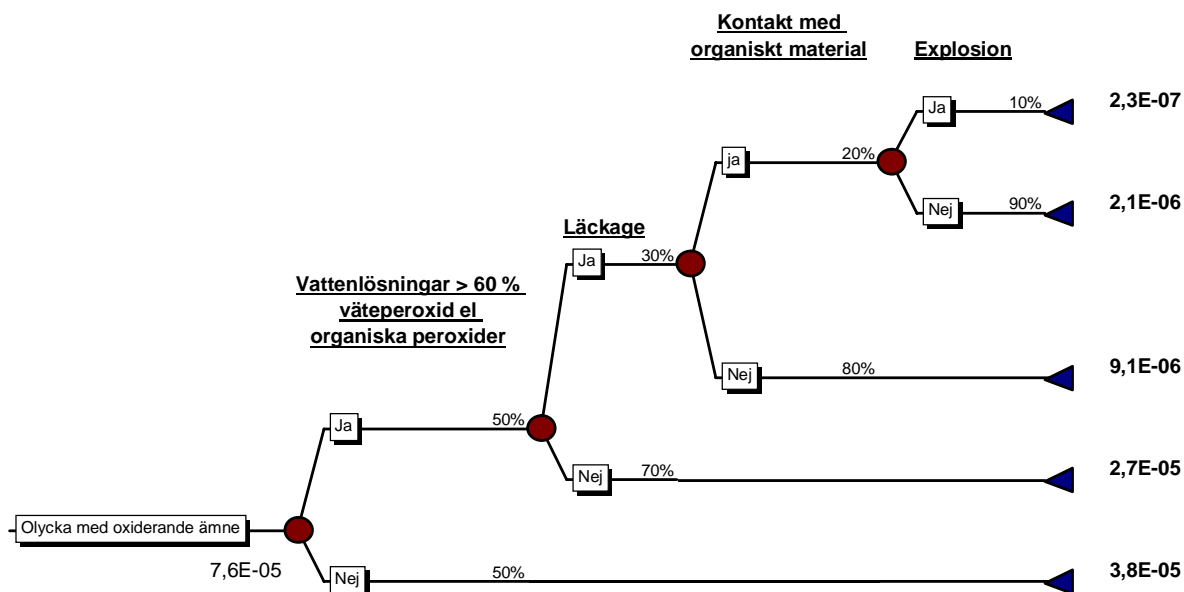
A.2.3 Farligt gods-klass 5 (oxiderande ämnen)

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.

Andelen oxiderande ämnen och organiska peroxider som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas konservativt utgöra 50 % av den totala mängden av farligt gods-klass 5 som transporteras på sträckningen. Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 0,3. 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 19 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 19. Händelsetråd farligt gods-olycka med oxiderande ämne i lasten.



Referenser Bilaga A

- [1] Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996.
- [2] Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- [3] Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [4] Planprogram, Södra Stationsområdet, Växjö centrum, Antagen Kommunstyrelsen 2006-02-02.
- [5] Flödet av farligt gods på järnväg – en översiktig kartering i GIS-miljö, Statens Räddningsverk, 1997.
- [6] Statistik för farligt godstransporter genom Växjö under tiden 03-12-01 till 04-02-29 utförda av Green Cargo, Jan Pettersson, Green Cargo Safety, 2004-03-31.
- [7] Kust till kustbanan kapacitetsstudier, Banverket, 2007-04-24.
- [8] Bantrafik 2000-2001 – Sveriges officiella statistik (rapport), Statistikansvarig myndighet: Statens Institut för KommunikationsAnalys (SIKA), Sammanställd av Banverket, Stockholm 2003.
- [9] Bantrafik 2004 – Sveriges officiella statistik (excel-fil), Statens Institut för KommunikationsAnalys (SIKA), Stockholm 2004.
- [10] Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993.

Bilaga B Konsekvensberäkningar

I denna bilaga redogörs för de antaganden och beräkningar som gjorts för att uppskatta de konsekvenser som identifierade risker kan orsaka. Uppskattningen görs med hjälp av konsekvensområden för respektive scenario och persontätheter på planområdet.

B.1 Mekanisk skada vid urspårning

Enligt A.1.6 ovan bedöms ingen omkomma till följd av urspårning.

B.2 Bedömda konsekvensområden

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:

- 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.
- Explosion: Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck.

B.2.1 Gaser

Gaser indelas i brännbara och giftiga dito.

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 [1].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [4]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [2], 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 utsläppet 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

¹ Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

- 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, varför dess bredder även presenteras. 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

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* [3] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [3]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [3].

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 8.

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

B.2.2 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^2 , 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 [4].

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. 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^2 pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m^2 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 [5].

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, eftersom banvallen troligen består av makadam med god genomsläpplighet, 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 gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradie	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
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.2.3 Oxiderande ämnen

Vid olycka med oxiderande ämne antas inte några personer inom planområdet omkomma, om inte 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.

Vid en explosion eller explosionsartat brandförlopp kan kriteriet för att personer omkommer (alt. skadas allvarligt) delas upp i två faktorer, dels att personen befinner sig utomhus och omkommer direkt av explosionens tryckuppbyggnad eller att personen befinner sig i en byggnad och omkommer då byggnaden rasar på grund av explosionens tryckuppbyggnad. Människor tål tryck förhållandevis bra, och gränsen för direkta dödliga skador går vid 180 kPa tryck. Detta kan jämföras med kritiska tryck för byggnader där gränsen för raserade väggar går vid:

- 10 kPa för träbyggnader och hallbyggnader av plåt
- 20 kPa för tegelbyggnader och äldre betongbyggnader
- 40 kPa för nyare betongbyggnader med väl sammanhållande stomme

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

B.3 Personantal

För att kunna bedöma hur många som kan förväntas omkomma vid de olika scenarierna görs en uppskattning av persontätheten i området.

B.3.1 Område 1

För bedömning av personantal i handelsbyggnaderna i område 1 har samma persontäthet, 0,2 pers/m², som i föregående riskbedömning [6] använts. Nettoyta har antagits till hälften av tillgänglig BTA, för att ta hänsyn till lager och inredning. Även för lägenheter har uppgift från föregående riskbedömning använts, där erhållna uppgifter angav 2,5 personer/lägenhet. Dessa antas vara hemma nattetid, men under arbetstid förväntas endast 1 person vara hemma. För kontor har persontätheten antagits till 0,1 pers/m² enligt Brandskyddshandboken [5] med lika stor nettoyta som för kontor.

För cykelplatser har 1 person per 20 platser antagits befinna sig på platsen vid händelse av olycka. Motsvarande antagande för parkeringsplatser är 1 person per 10 platser.

B.3.2 Område 2

Personantal för område 2, resenärer, har uppskattats med hjälp av mätningar från Länstrafiken Kronoberg [7] av buss- och tågtrafik. För uppskattning av personantal vid platsen för regionbussar har resanderäkning i mätningarna [7] (VL & LB) använts. Under de 20 timmar av det dygn mätningar gjordes reste totalt ca 8 500 personer, på och avstigande. Ett medelvärde under dessa timmar är ca 425 pers/timme. Antag att personer som ska stiga på respektive av bussen vistas i genomsnitt 10 minuter i området. Detta antagande ger ca 70 bussresenärer i området samtidigt. På samma sätt innebär ca 3 000 tågresenärer ca 25 tågresenärer samtidigt i området. För resecentrumbyggnaden har en persontäthet på 0,3 pers/m² antagits på en nettoyta av 2/3 av BTA, således ca 100 personer dagtid.

B.3.3 Område 3

Inom område 3 planeras maximalt 400 lägenheter i planområdet samt en kontorsbyggnad (tidigare publik byggnad). Liksom för område 1 antas 2,5 personer vistas i varje lägenhet [8].

B.4 Riskreducerande åtgärders effekt


I beräkningarna för område 1-3 beaktas de riskreducerande åtgärder som Växjö kommun har satt som en förutsättning för planområdet:

- Avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna av utsläpp av främst giftiga gaser.
- Begränsning av fönsterarean på fasaden som vetter mot järnvägen som skydd mot värmestrålning.
- Utformning av fasad i obrännbart material som skydd mot värmestrålning.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen för att underlätta trygg och säker utrymning av huset i händelse av olycka.

De riskreducerande åtgärderna bedöms ha följande effekter [9]:

Vid ett eventuellt utsläpp av giftig gas eller ett oantänt gasmoln av brännbar gas innebär avstängningsbar ventilation att utsläppet begränsas avsevärt från att ta sig in i byggnaden. Bedömningen görs att endast 10 % av personerna inom konsekvensområdet inomhus omkommer, då det fortfarande kan läcka in gaser genom icke stängd ventilation eller andra öppningar.

Begränsning av fönsterarean på fasaden som vetter mot järnvägen som skydd mot värmestrålning bedöms som en mindre lämplig åtgärd då effekten är mycket låg. Mindre antal eller storlek på fönster utesluter inte att de scenarier som kan uppkomma till följd av olycka med farligt gods kan påverka personer inne i byggnaden.



Att utföra byggnaden med fasader i obrännbart material skyddar mot att bränder inte leder till brand på fasad. Åtgärden bedöms ha effekt mot jetflamnor, brinnande gasmoln och pölbränder. Bedömningen görs att endast 10 % av personerna inom konsekvensområdet inomhus omkommer.

Att placera entréer så att de inte vetter mot järnvägen innebär att vid en olycka på järnvägen så kan personer utrymma bort från olycksplatsen vilket innebär att färre personer förväntas omkomma än om entréer hade varit vända mot järnvägen.

B.5 Bedömning av antal omkomna för beräkning av samhällsrisk

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. Hänsyn har tagits till om scenarierna har sfäriska eller plymformade konsekvensområden. I samtliga fall har olyckorna antagits ske på sämsta tänkbara ställe, med avseende på exponerade personer, längs spåren. Dessutom har ytterligare några antaganden, som beskrivs nedan, gjorts vid olika scenarier.

Vid *jetflamma liten* (18 m) antas endast någon enstaka utomhus omkomma, eftersom endast en liten del av konsekvensområdet tangerar planområdena.

I händelse av en *flashfire* (*flamförbränning av gasmoln*) (21 m) liksom i föregående scenario endast någon enstaka omkomma.

Vid *pölbränderna* (max 40 m) antas ett tiotal personer omkomma på perrongerna och busstationen. Dock antas inte dödlig strålning uppstå momentant vid olycka, utan av de personer som initialt befinner sig inom konsekvensområdet antas ca hälften se olyckan och hinna sätta sig i säkerhet.

Punktering, giftig gas, stark/svag vind (34/38 m) bedöms drabba ett tiotal på perronger och busshållsplatser.

Vid *explosion oxiderande* (70 m) antas i värsta fall, om olycka sker mitt för resecentrum ca 50 personer omkomma där och ungefär lika många i lägenheter och kontor inom område 1. Flera hundra antas omkomma inom område 3 i lägenheter och kontor.

Jetflamma stort hål (92 m) antas, enligt riskreducerande åtgärders effekt, drabba 10 % inom konsekvensområdet inomhus, men samtliga inom konsekvensområdet utomhus på perronger och busshållsplatser till följd av värmestrålning och splitter.

En *BLEVE* (200 m) antas, trots sitt stora konsekvensområde, inte drabba samtliga inom detsamma, med hänvisning till den tid det tar för en eventuell BLEVE att uppstå. Under denna tid kan räddningstjänsten antas hinna utrymma byggnader inom konsekvensområdet, och personer utomhus kan varnas och sätta sig i säkerhet. Således har endast 5 % av personerna utomhus, vilka annars ser olyckan och hinner informeras och sätta sig i säkerhet, antagits bli drabbade. Motsvarande antagande för personer inomhus är 20 %, eftersom dessa inte kan antas varskos lika snabbt. Nattetid antas sovande personer ha sämre möjligheter att hinna evakueras, och 40 % av dessa har antagits drabbas av en eventuell BLEVE. Ovanstående antaganden förutsätter att rutiner och möjligheter för evakuering finns, vilket rekommenderas som riskreducerande åtgärd.

Scenarierna *stort hål giftig gas svag/stark vind* (755/880 m) inbegriper båda hela området och bedöms drabba samtliga utomhus och, enligt riskreducerande åtgärder, ca 10 % inomhus.



Referenser Bilaga B

- [1] Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter, Svenska gasföreningen, 2004-04-20.
- [2] Datorprogrammet Gasol, LTH Brandteknik.
- [3] Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank, RIB, Statens räddningsverk.
- [4] Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [5] Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005.
- [6] Detaljerad riskbedömning för detaljplan, Södra Stationsområdet, Växjö, Slutgiltig handling, Rev B, WSP Brand & Risk, 2009-02-20.
- [7] Växjö Resecentrum, Länstrafiken Kronoberg, 2009-06-26.
- [8] Uppgifter från Plan- och Byggnadskonst, 2007-08-21.
- [9] Utredning av säkerhetsåtgärder i detaljplan, Öresund Safety Advisers, 2003-07-16.

Bilaga C Riskberäkningar

Nedan redovisas utdrag från individriskberäkningar och samhällsriskberäkningar. För somliga skadescenarier, t.ex. gasutsläpp, kan skadeområdet inte förväntas bli cirkulärt. Detta leder till att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt avstånd från järnvägen omkommer vid olycka och den ursprungliga frekvensen för scenariot reduceras därför även med avseende på spridningsvinkeln. Dessutom tas hänsyn till respektive godsklass konsekvensområde genom att aktuell sträcka av järnvägen, där olycka kan inträffa som påverkar ett intilliggande område, skalas om.

Förutom justeringen för andel av cirkulärt område som görs vid individriskberäkningar, tas vid samhällsriskberäkningar även hänsyn till att personer på området inte alltid förväntas vistas där dygnet runt, som i detta fall när handel och eventuellt kontor planeras. Eftersom nya, enskilda beräkningar inte gjorts för område 3, hänvisas till tidigare genomförda riskbedömning för sådana.

C.1 Individrisk

C.1.1 Område 1

Tabell 10. Individriskberäkningar för område 1.

Scenario	Konsekvensområde (m)	Andel av studerad sträcka	Andel av cirkulärt område	Total frekvens [per år]	Reducerad frekvens
Jetflamma, punktering brännbar gas	10	1%	14,1%	2,63E-08	3,46E-11
gasmoln, punktering brännbar gas	10	1%	21,2%	0,00E+00	0,00E+00
Jetflamma, stort hål brännbar gas	92	9%	13,9%	5,27E-08	6,28E-10
gasmoln, stort hål brännbar gas	10	1%	37,9%	1,33E-07	4,70E-10
BLEVE brännbar gas	200	19%	100,0%	7,98E-10	1,49E-10
Punktering giftig gas, svag vind	40	4%	6,4%	1,33E-07	3,17E-10
Punktering giftig gas, stark vind	36	3%	6,7%	1,33E-07	2,99E-10
Stort hål giftig gas, svag vind	900	84%	8,0%	1,33E-07	8,93E-09
Stort hål giftig gas, stark vind	520	48%	3,2%	1,33E-07	2,06E-09
Liten pölbrand	22	2%	100,0%	1,91E-06	3,92E-08
Stor pölbrand	40	4%	100,0%	1,15E-06	4,28E-08
Explosion oxiderande ämnen husras	70	7%	100,0%	2,03E-07	1,33E-08

C.1.2 Område 2

Tabell 11. Individriskberäkningar för område 2.

Scenario	Konsekvensområde (m)	Andel av studerad sträcka	Andel av cirkulärt område	Total frekvens [per år]	Reducerad frekvens
Jetflamma, punktering brännbar gas	10	1%	14,1%	2,63E-08	3,46E-11
Jetflamma, stort hål brännbar gas	92	9%	13,9%	5,27E-08	6,28E-10
gasmoln, stort hål brännbar gas	10	1%	37,9%	1,33E-07	4,70E-10
BLEVE brännbar gas	200	19%	100,0%	7,98E-10	1,49E-10
Punktering giftig gas, svag vind	40	4%	6,4%	1,33E-07	3,17E-10
Punktering giftig gas, stark vind	36	3%	6,7%	1,33E-07	2,99E-10
Stort hål giftig gas, svag vind	900	84%	8,0%	1,33E-07	8,93E-09
Stort hål giftig gas, stark vind	520	48%	3,2%	1,33E-07	2,06E-09
Liten pölbrand	22	2%	100,0%	1,91E-06	3,92E-08
Stor pölbrand	40	4%	100,0%	1,15E-06	4,28E-08
Explosion oxiderande ämnen husras	70	7%	100,0%	2,03E-07	1,33E-08

C.1.3 Område 1, 2 och 3

Samma som för område 1 och 2.

C.2 Samhällsrisk

C.2.1 Område 1

Tabell 12. Samhällsriskberäkningar för område 1.

Scenario	Avstånd från spår (m)	Andel av studerad sträcka	Sida av led	Frekvens [per år]	Reducerad frekvens dagtid	Reducerad frekvens natttid	Omkomna inomhus lgh	Omkomna inomhus köp/kontor	Omkomna utomhus	Totalt omkomna dag	Omkomna inomhus lgh	Totalt antal omkomna övrig
BLEVE	200	37%	100,0%	7,98E-10	5,84E-11	2,34E-10	18	190	23	231	92	92
Jetflamma, punktering	18	20%	50%	2,63E-08	5,17E-10	2,07E-09			10	10		0
Gasmoln, punktering	18	20%	50%	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			10	10		0
Jetflamma, stort hål	92	27%	50%	5,27E-08	1,40E-09	5,59E-09	8	30	10	48	20	20
Gasmoln, stort hål	21	20%	50%	1,33E-07	2,65E-09	1,06E-08				0		0
Punktering giftig gas, svag vind	38	21%	50%	1,33E-07	2,86E-09	1,14E-08				0		0
Punktering giftig gas, stark vind	34	21%	50%	1,33E-07	2,81E-09	1,12E-08				0		0
Stort hål giftig gas, svag vind	755	88%	50%	1,33E-07	1,17E-08	4,70E-08	16	170	65	251	39	39
Stort hål giftig gas, stark vind	880	100%	50%	1,33E-07	1,33E-08	5,32E-08	16	170	65	251	39	39
Liten pölbrand	22	20%	100,0%	1,91E-06	7,65E-08	3,06E-07			0	0		0
Stor pölbrand	40	22%	100,0%	1,15E-06	4,98E-08	1,99E-07			0	0		0
Explosion oxiderande	70	24%	100,0%	2,28E-07	1,12E-08	4,47E-08	8	50	0	58	20	20

C.2.2 Område 2

Tabell 13. Samhällsrisikberäkningar för område 2.

Scenario	Avstånd från spår (m)	Andel av studerad sträcka	Sida av led	Frekvens [per år]	Reducerad frekvens dagtid	Reducerad frekvens natttid	Omkomna inomhus reseC	Omkomna utomhus	Totalt omkomna dag	Omkomna utomhus (1% av dagtid)	Omkomna inomhus reseC (10% av dagtid)	Totalt antal omkomna övrig
BLEVE	200	37%	100,0%	7,98E-10	5,84E-11	2,34E-10	10	4	14	0	1	1
Jetflamma, punktering	18	20%	50%	2,63E-08	5,17E-10	2,07E-09		5	5	0	0	0
Jetflamma, stort hål	92	27%	50%	5,27E-08	1,40E-09	5,59E-09	10	45	55	0	1	1
Gasmoln, stort hål	21	20%	50%	1,33E-07	2,65E-09	1,06E-08		5	5	0	0	0
Punktering giftig gas, svag vind	38	21%	50%	1,33E-07	2,86E-09	1,14E-08		15	15	0	0	0
Punktering giftig gas, stark vind	34	21%	50%	1,33E-07	2,81E-09	1,12E-08		15	15	0	0	0
Stort hål giftig gas, svag vind	755	88%	50%	1,33E-07	1,17E-08	4,70E-08	10	95	105	1	1	2
Stort hål giftig gas, stark vind	880	100%	50%	1,33E-07	1,33E-08	5,32E-08	10	95	105	1	1	2
Liten pölbrand	22	20%	100,0%	1,91E-06	7,65E-08	3,06E-07		10	10	0	0	0
Stor pölbrand	40	22%	100,0%	1,15E-06	4,98E-08	1,99E-07		20	20	0	0	0
Explosion oxiderande	70	24%	100,0%	2,28E-07	1,12E-08	4,47E-08	50	45	95	0	5	5

C.2.3 Område 1, 2 och 3

Tabell 14. Samhällsriskberäkningar för områdena 1, 3 och 3.

Scenario	Avstånd från spår (m)	Andel av studerad sträcka	Sida av led	Frekvens [per år]	Reducerad frekvens dagtid	Reducerad frekvens nattetid	Omkomna inomhus lgh	Omkomna inomhus köp/kontor (reseC)	Omkomna utomhus	Omkomna södra, lägenheter/kontor (kvarter 3)	Omkomna södra, utomhus (10 %) av lgh	Totalt omkomna dag	Omkomna utomhus Rese C (1% av dagtid)	Omkomna inomhus reseC (10% av dagtid)	Omkomna inomhus lgh	Omkomna södra (kvarter 3)	Totalt antal omkomna övrig
BLEVE	200	37%	100,0%	7,09E-10	5,19E-11	2,08E-10	18	200	4	240	44	507	0	1	92	400	493
Jetflamma, punktering	18	20%	50%	2,34E-08	4,59E-10	1,84E-09			5	4		9	0	0		4	4
Gasmoln, punktering	18	20%	50%	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0	0		0	0	0		0	0
Jetflamma, stort hål	92	27%	50%	4,68E-08	1,24E-09	4,97E-09	8	40	45	26	3	122	0	1	20	72	93
Gasmoln, stort hål	21	20%	50%	1,18E-07	2,35E-09	9,41E-09			5	5		10	0	0		5	5
Punktering giftig gas, svag vind	38	21%	50%	1,18E-07	2,54E-09	1,02E-08			15	3		18	0	0		3	3
Punktering giftig gas, stark vind	34	21%	50%	1,18E-07	2,50E-09	9,99E-09			15	2		17	0	0		2	2
Stort hål giftig gas, svag vind	755	88%	50%	1,18E-07	1,04E-08	4,18E-08	16	180	211	150	40	597	1	1	39	100	141
Stort hål giftig gas, stark vind	880	100%	50%	1,18E-07	1,18E-08	4,73E-08	16	180	211	150	40	597	1	1	39	100	141
Liten pölbrand	22	20%	100,0%	1,70E-06	6,80E-08	2,72E-07			10	4		14	0	0		4	4
Stor pölbrand	40	22%	100,0%	1,02E-06	4,43E-08	1,77E-07			20	14	2	35	0	0		15	15
Explosion oxiderrande	70	24%	100,0%	2,03E-07	9,94E-09	3,98E-08	8	170	45	92	36	351	0	5	20	255	280

C.3 Plankorsningen Liedbergsgatan

För beräkning av olycksfrekvensen i plankorsningen används beräkningsgång enligt Banverkets beräkningshandledning [1].

$$R = (Q_t * Q_v) / TFP_{medel} * f(Sth) * O_{mf}$$

R – relativ risk (antal olyckor per år)

Q_t – tågtrafikflöde, årsdygnstrafik (idag 53, år 2020 bedöms värdet vara 76)

Q_v – vägtrafikflöde, årsdygnstrafik

Trafikanalysen [2] anger att dagens trafik på Liedbergsgatan rör sig om ca 8 000 bilrörelser och prognosen varierar till uppemot 10 000 bilrörelser. Enligt ovanstående beräkningshandledning kan dock vägtrafikflödet (bilrörelser/dygn) maximalt sättas till 2 000 bilrörelser/dygn. Detta motiveras med att risken per passerande fordon minskar till följd av sannolikhet för köbildning i samband med bomfällning/tågpassager.

TFP_{medel} – medelvärde för trafikflödesprodukten ($Q_t * Q_v$) för den aktuella skyddstypen (9000)

$f(Sth)$ – korrigeringsfaktor som är en funktion av tåghastighet och skyddstyp (0,505 vid 70 km/h)

O_{mf} - medelvärde för olycksfrekvens för den aktuella skyddstypen (0,0036)

$$R_{idag} = (53 * 2000) / 9000 * 0,505 * 0,0036 = 0,021 \text{ eller } 1 \text{ olycka på } 47 \text{ år}$$

$$R_{2020} = (76 * 2000) / 9000 * 0,505 * 0,0036 = 0,0307 \text{ eller } 1 \text{ olycka på } 33 \text{ år}$$

Referenser Bilaga C

[1] Beräkningshandledning, Hjälpmedel för samhällsekonomiska bedömningar inom järnvägssektorn, BVH 706, Banverket, 2005.

[2] Trafikutredning för Växjö stad/Väster, Tyréns, 2007-04-04.



Bilaga D Känslighetsanalys

D.1 Allmänt om behov av känslighetsanalys

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

- Schablonmodeller har använts vid frekvensberäkningar.
- Konservativt val av antal vagnar i ett godståg.
- Mängden tågtrafik år 2020.
- Mängd farligt gods-transporter.
- Antalet personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

Det har gjorts ett flertal antaganden där det saknats fakta. De antaganden som gjorts har därför oftast varit konservativt gjorda för att vara på den säkra sidan vid exempelvis riskvärdering och effekter av riskreducerande åtgärder. I känslighetsanalysen varierar dock några parametrar för att kontrollera att riskerna inte undervärderats.

D.2 Förändrade parametrar

Samtliga parametrar som valts ut för känslighetsanalys har varierats samtidigt

D.2.1 Fördelningen av godstrafik

Enligt Banverket går endast 20 % av godstrafiken på dagen och således 80 % på natten. I känslighetsanalysen har denna parameter ändrats så att godstrafiken antas gå jämt fördelat över dygnet.

D.2.2 Fördelningen av farligt gods-klasser

Fördelningen av farligt gods-klasser har ändrats till den angiven i Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM) [1] med explosiver, eftersom några sådana inte transporteras på järnvägen, och några informationer om att detta skulle förändras inte erhöles.

D.2.3 Transportarbete

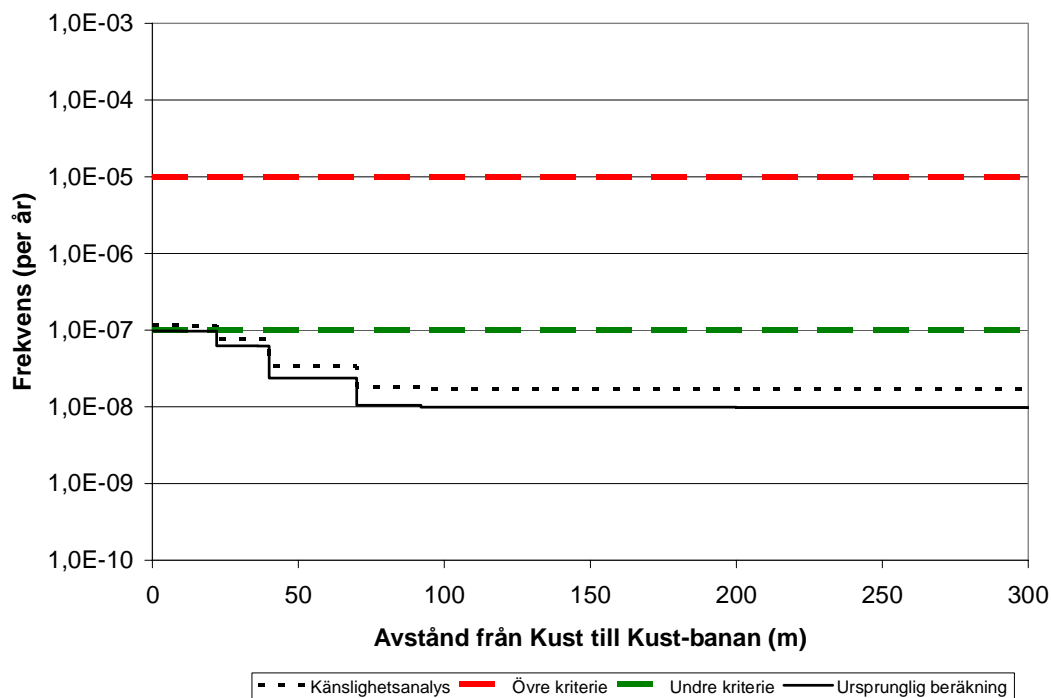
Det totala transportarbetet, antal tåg per år, har fördubblats i känslighetsanalysen. Andel farligt gods-transporter är således oförändrad.

D.2.4 Personantal

Personantalet inom område 2, resenärer, har fördubblats i känslighetsanalysen, främst för att undersöka hur personer utomhus, som är relativt oskyddade vid eventuell olycka, drabbas.

D.3 Resultat av känslighetsanalys

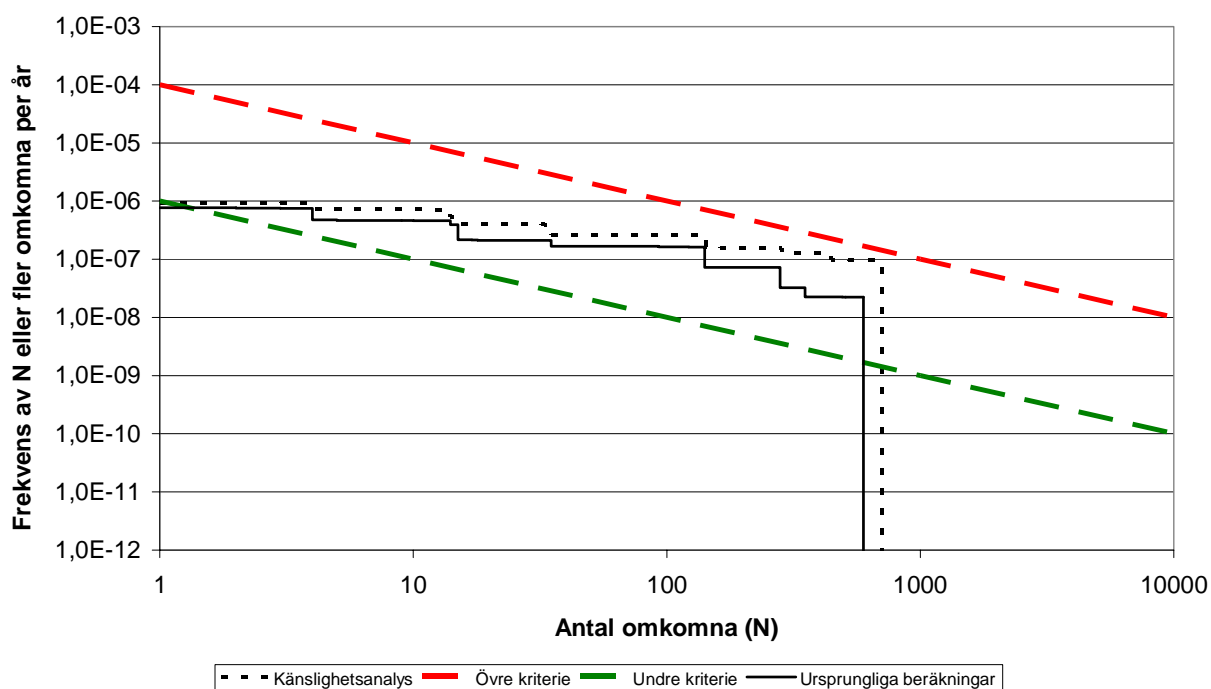
Individrisk



Figur 20. Resultat av känslighetsanalys jämfört med ursprunglig beräkning.

Individrisken påverkas inte märkbart vid känslighetsanalys, eftersom andelen farligt gods är densamma, och sannolikhet för olycka ökats endast marginellt.

Samhällsrisk



Figur 21. Resultat av känslighetsanalys jämfört med ursprunglig beräkning.

Samhällsrisken blir något högre vid känslighetsanalys, jämfört med ordinarie beräkningar. Samhällsrisken ligger dock fortfarande inom ALARP-området. Känslighetsanalysens resultat styrker således de uppskattade risknivåerna enligt ursprungsberäkningarna och behov av riskreducerande åtgärder.

Referenser Bilaga D

[1] Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplanering, - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, Samhällsplanering, Skåne i utveckling 2007:06, Länsstyrelsen i Skåne län.