

VÄXJÖ FASTIGHETSFÖRVALTNING AB

DETALJERAD RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN

Urspårning och transport av farligt gods på järnväg
Kvarteret Fabriken, Växjö

2019-11-07





UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning Växjö 10:35

UPPDRAGSNUMMER
10264785

FÖRFATTARE
Martin Thomasson

DATUM
2019-11-07

Detaljerad riskbedömning för detaljplan

Transport av farligt gods på järnväg

Kvarteret Fabriken

Växjö

KUND

Växjö Fastighetsförvaltning AB

KONSULT

WSP Brand & Risk

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

<https://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Johan Lundin

+46 (0)10 722 85 90

Martin Thomasson

+46 (0)10 722 79 66

UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning Växjö 10:35

UPPDRAGSNUMMER
10264785

FÖRFATTARE
Martin Thomasson

DATUM
2019-11-07

GRANSKAD AV
Katarina Herrström

GODKÄND AV
Johan Lundin

DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Datum	2019-07-04	2019-09-18	2019-10-21	2019-11-07
Handläggare	Martin Thomasson	Martin Thomasson	Martin Thomasson	Martin Thomasson
Signatur	MT	MT	MT	MT
Granskare	Katarina Herrström	Katarina Herrström	Katarina Herrström	Katarina Herrström
Signatur	KH	KH	KH	KH
Godkänd av	Johan Lundin	Johan Lundin	Johan Lundin	Johan Lundin
Signatur	JL	JL	JL	JL
Uppdragsnummer	10264785	10264785	10264785	10264785

Revision 1 Vid den första revideringen utreddes risken för båda utformningsalternativ med respektive utan mur mellan järnväg och byggnader. Muren förutsattes skydda personer vistades inom planområdet mot urspårning. Inom ramen för revideringen användes nya uppgifter om antalet parkeringsplatser och antalet boende personer inom planområdet. Reviderade stycken har markerats med streck i vänstermarginal likt för detta stycke.

Revision 2 *Den kravställda funktionen av föreslagen åtgärd mot urspårning har förtydligats baserat på Eurokod 1 – Laster på bärverk (SS-EN 1991-1-7:2006). Reviderade stycken har markerats med streck i vänstermarginal samt skrivits med kursiv stil likt för detta stycke.*

Revision 3 Antalet parkeringsplatser har ändrats från 702 till cirka 600 för alternativ A. Mening om att anlägga en mindre idrottsplan utan betydande åskådarplatser ovanpå lägre takdel av parkeringshus har utgått för båda alternativ. Reviderade stycken har markerats med streck i vänstermarginal samt skrivits med stil likt för detta stycke.

Sammanfattning

WSP har av Växjö Fastighetsförvaltning AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med uppdaterat detaljplaneförslag för kvarteret Fabriken i Växjö kommun. Uppdaterat förslag baseras på två olika utformningsalternativ som utvärderas ur risksynpunkt. Söder om planområdet löper järnvägen Kust till Kustbanan, vilken är transportled för farligt gods. Förbi planområdet planeras en utbyggnad av befintlig järnväg till dubbelspår.

Planerad bebyggelse intill framtida spårläge för järnvägen utgörs i alternativ A av bostäder placerade 30 meter från närmsta spårmitt och parkeringshus 18,6 meter från närmsta spårmitt. För alternativ B utgörs planerad bebyggelse av bostäder placerade 65 meter från närmsta spårmitt och parkeringshus 18,6 meter från närmsta spårmitt. För båda alternativen utreds riskpåverkan med respektive utan mur mellan järnväg och byggnader. Muren förutsätts skydda personer inom planområdet mot urspärning.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning enligt båda alternativen med avseende på urspärning och närhet till transportled för farligt gods.

För att utreda lämpligheten med planerad markanvändning beräknas individ- och samhällsrisknivåer för planerad exploatering enligt båda alternativ.

Utifrån beräknade risknivåer bedömer WSP att kraven på lämplig markanvändning med hänsyn till risk för olycka vid transport av farligt gods och urspärning uppfylls för båda alternativen under förutsättning att samtliga föreslagna åtgärder vidtas och nyttan med planerad exploatering anses vara mycket stor.

WSP bedömer att följande riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att planerad utformning av planområdet enligt båda alternativen ska vara genomförbar ur risksynpunkt:

- **Utrymningsmöjlighet bort från riskkällan.** Byggnader närmast Kust till kustbanan utformas med möjlighet att utrymma bort från järnvägen.
- **Placering av friskluftsintag.** Friskluftsintag placeras högt på den sida av bostäder som vetter mot Storängsgatan alternativt på takdel närmast Storängsgatan.
- **Brandkyddad konstruktion.** Yttervägg och yttertak till byggnader inom 40 meter från järnväg utformas i lägst brandteknisk klass EI 30 med fönster och takfot i motsvarande klass. Åtgärden förutsätter att ytterväggar utförs enligt gällande föreskrifter från Boverket vad gäller krav på att begränsa risken för brandspridning via fasad. Brandklassade fönster kan vara öppningsbara om de i övrigt uppfyller krav på brandteknisk klass. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas.

Föreslagna åtgärder ovan behöver vidtas oavsett om mur finns eller ej mellan byggnader och järnväg. Muren ska utformas och dimensioneras för att motstå påkörning av urspärande tågagn i samråd med konstruktör och med hänsyn till påverkan på Trafikverkets järnvägsområde.

För att hantera risken för urspärning krävs att nedanstående åtgärd vidtas om inte mur finns mellan byggnader och järnväg:

- **Robusta bärverk för byggnader.** Bärverk inom 30 meter från Kust till kustbanan utformas och dimensioneras för att klara olyckslasten från urspärande tågagn. Då urspärad tågagn kör in i byggnader begränsas lokalt brott på bärverk och fortskridande ras av intilliggande våningsplan förhindras.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	1
1.1	SYFTE OCH MÅL	1
1.2	OMFATTNING	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR	1
1.4	STYRANDE DOKUMENT	2
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	3
1.6	INTERNKONTROLL	3
2	OMRÅDESBESKRIVNING	4
2.1	OMGIVNING	4
2.2	PLANOMRÅDET	4
2.3	INFRASTRUKTUR	6
2.4	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	6
3	RISKIDENTIFIERING	7
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	7
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ KUST TILL KUSTBANAN	7
3.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	8
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	9
4.1	RISKNIVÅER	11
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	13
5.1	BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	13
5.2	FÖRSLAG PÅ RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	14
5.3	UPPSKATTADE RISKNIVÅER MED VIDTAGNA ÅTGÄRDER	16
6	DISKUSSION	17
7	SLUTSATSER	18
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	19
BILAGA B.	FREKVENSBERÄKNINGAR	20
BILAGA C.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	29
BILAGA D.	SKYDDSEFFEKTER	35
BILAGA E.	KÄNSLIGHETSANALYSER	42
BILAGA F.	REFERENSER	44

1 INLEDNING

WSP har av Växjö Fastighetsförvaltning AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med uppdaterat detaljplaneförslag för kvarteret Fabriken i Växjö kommun. Uppdaterat förslag baseras på två olika utformningsalternativ som utvärderas ur risksynpunkt. Söder om planområdet löper järnvägen Kust till Kustbanan, vilken är transportled för farligt gods. Förbi planområdet planeras en utbyggnad av befintlig järnväg till dubbelspår [1].

Planerad bebyggelse intill framtida spårläge för järnvägen utgörs i alternativ A av bostäder placerade 30 meter från närmsta spårmitt och parkeringshus 18,6 meter från närmsta spårmitt. För alternativ B utgörs planerad bebyggelse av bostäder placerade 65 meter från närmsta spårmitt och parkeringshus 18,6 meter från närmsta spårmitt. För båda alternativen utreds riskpåverkan med respektive utan mur mellan järnväg och byggnader. Muren förutsätts skydda personer inom planområdet mot urspårning.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning enligt båda alternativen med avseende på närhet till transportled för farligt gods.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk för olycka vid transport av farligt gods och urspårning.

Målet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan, samt att efter behov ge förslag på riskreducerande åtgärder för båda alternativen.

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av detaljplanens lämplighet med avseende på liv och hälsa i enlighet med kraven på markanvändning i Plan- och bygglagen (2010:900), samt att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder för båda alternativ.

Riskbedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken (riskuppskattning)?
- Är risken acceptabel? (riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (riskreduktion)

Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Bilaga A.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med urspårning och transport av farligt gods på järnväg. Riskerna som beaktas är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av långvarig exponering av buller eller luftföroreningar, samt elsäkerhet. Vidare ingår inte medvetet planerade händelser såsom sabotage, terroråd eller liknande.

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

1.4 STYRANDE DOKUMENT

I detta avsnitt redogörs för de dokument som huvudsakligen varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

1.4.1 Plan- och bygglagen

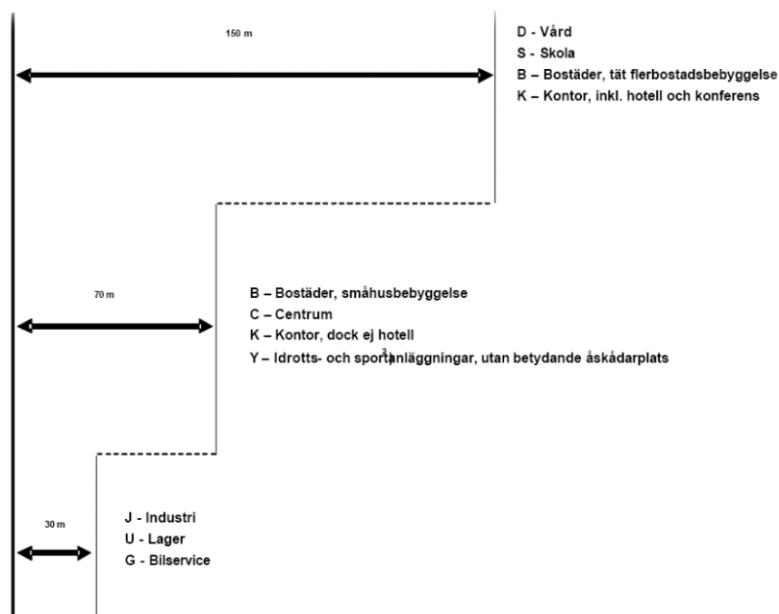
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till [...] skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)

1.4.2 Riktlinjer

I Växjö utgår riskhantering i fysisk planering från *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods* RIKTSAM [2]. I RIKTSAM föreslås tre vägledningsnivåer för att säkerställa en tillfredsställande och jämförbar säkerhet i samhällsplaneringen. Vägledning 1 baseras enbart på skyddsavstånd och uttrycks som minimiavstånd för god planering mellan transportleder och markanvändning, se Figur 1. Vägledning 2 baseras på deterministiska kriterier, vilka endast beaktar konsekvenserna av tänkbara scenarier. Vägledning 3 baseras på probabilistiska kriterier, vilka tar hänsyn till såväl sannolikhet som konsekvens av tänkbara scenarier avseende individ- och samhällsrisk. Vägledningarna skall tillämpas för bebyggelse som planeras inom vägledningsområdet 200 meter från transportleder för farligt gods.



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

1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Trafikbulerutredning inför bygglov, Minnet 10 Växjö, WSP Sverige AB, 2017-08-24 [3].
- Detaljerad riskbedömning för detaljplan - Stationsområdet Växjö, WSP Sverige AB, 2010-03-19, reviderad 2011-06-30 [4].
- Detaljerad riskbedömning för detaljplan - Kv. Mjölner 5 och 6, Kv. Ymer 7, Växjö, WSP Sverige AB, 2015-05-19 [5].
- Planskisser Kv. Fabriken, LBE arkitekt ab, daterade 2019-08-16.
- Principsektioner Kv. Fabriken, LBE arkitekt ab, daterade 2019-05-26.
- Synpunkter på skyddsavstånd, Trafikverket, 2018-01-31 [1].
- Mejlkonversation med Mats Elgström, LBE arkitekt ab, 2019-08-27 [6].

1.6 INTERNKONTROLL

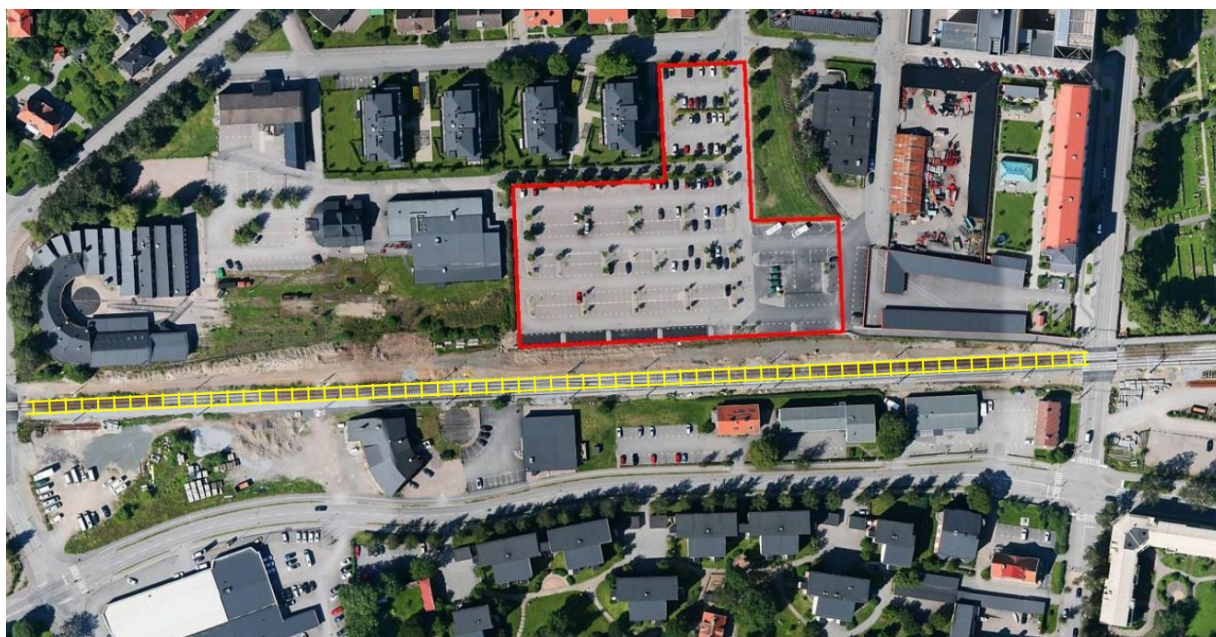
Rapporten är utförd av Martin Thomasson (Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering) med Johan Lundin (Brandingenjör/Teknologie doktor) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 14001 och ISO 9001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Katarina Herrström (Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering).

2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning för att överskådligt tydliggöra de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för bedömningen.

2.1 OMGIVNING

Planområdet är cirka 140 meter brett och ligger i Växjö norr om Kust till kustbanan, se Figur 2. Omgivningen utgörs av blandad bebyggelse bestående av flerbostadshus, villor och kontor.



Figur 2. Planområdets läge (rödmarkerat) i förhållande till järnvägen (gulmarkerad).

2.2 PLANOMRÅDET

För planområdet finns två olika utformningsalternativ som beskrivs nedan.

Alternativ A:

Planerad bebyggelse utgörs av bostäder och parkeringshus med placering intill järnvägen enligt Figur 3. Alternativet medför cirka 600 parkeringsplatser för bil i parkeringshus samt förråd för cyklar på markplan i bostadshus närmast järnväg. Närmast intill järnvägen anläggs en cykelväg. Kortaste avståndet från närmsta spårmitt till parkeringshus är 18,6 meter och till bostäder är kortaste avståndet 30 meter [6].

Det korta avståndet till järnvägen medför att parkeringshuset hamnar inom urspårningsområdet för järnvägen. Cykelvägen närmast järnvägen gör att personvistelsen utomhus inom urspårningsområdet blir begränsad. Parkeringshuset närmast järnvägen medför ett ökat skydd för bakomvarande bostäder.

Risikpåverkan för alternativ A utreds även med mur placerad mellan byggnader och järnvägen.



Figur 3. Utformningsalternativ A.

Alternativ B:

Planerad bebyggelse utgörs av bostäder som täcks av parkeringshus intill järnvägen enligt Figur 4. Alternativet medför 953 parkeringsplatser för bil i parkeringshus närmast järnvägen, samt cykelförråd. Närmast intill järnvägen anläggs en cykelväg. Kortaste avståndet från närmsta spårmitt till parkeringshus är 18,6 meter och till bostäder är kortaste avståndet 65 meter [6].



Figur 4. Utformningsalternativ B.

Det korta avståndet till järnvägen medför att parkeringshusen hamnar inom urspårningsområdet för järnvägen. Cykelvägen närmast järnvägen gör att personvistelsen utomhus inom urspårningsområdet blir begränsad. Parkeringshusen närmast järnvägen medför ett ökat skydd för bakomvarande bostäder.

Riskpåverkan för alternativ B utreds även med mur placerad mellan byggnader och järnvägen.

2.3 INFRASTRUKTUR

För Kust till kustbanan planeras en utbyggnad till dubbelspårig järnväg förbi planområdet. Studerad framtida spårsträcka innehåller tre växlar [7] och två plankorsningar vid Liedbergsgatan och Södra Ringvägen, vilka skyddas med bommar och signalstolpar med ljud och ljus. För prognosåret 2040 anges att det kommer passera 155 persontåg och fem godståg per dygn på studerad spårsträcka [8].

2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Planområdet består av bostäder och parkeringshus med uppskattade personantal enligt Tabell 1.

Tabell 1. Uppskattade personantal [st.].

Alternativ	Bostäder		Parkeringshus	
	Dag	Natt	Dag	Natt
A	75	222	70	7
B	72	214	95	10

Personantalet för bostäder uppskattas med hjälp av uppgifter från arkitekt [6] samt antagandet från FÖP Göteborg [9] om att en tredjedel av personer är hemma dagtid och att 99 procent av personer är hemma nattetid. Personantalet för parkeringshus uppskattas utifrån erhållna uppgifter om antalet parkeringsplatser i parkeringshus och antaganden om att det vistas en person på tio parkeringsplatser dagtid [4] och en person på hundra parkeringsplatser nattetid, vilket motsvarar en minskning med en faktor tio i likhet med minskningen i andelen utomhusvistandes personer nattetid enligt RIKTSAM [2]. Personantalet för parkeringshus inkluderar personer som vistas på idrottsplan på taket, samt personer som vistas i cykelförråd.

Dagtid antas att 90 procent av personer inom planområdet befinner sig inomhus respektive 10 procent utomhus. Nattetid antas att 99 procent av personer inom planområdet befinner sig inomhus respektive en procent utomhus. Antaganden om personvistelse dagtid respektive nattetid baseras på RIKTSAM [2]. Vidare antas att tolv timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt och att transporterna av farligt gods är jämnt fördelade över dygnet under hela året.

Persontätheten för aktuellt planområde uppskattas med hjälp av uppgifter om personantal i Tabell 1 och beräknad area för planområdet (17 753 m²). Uppskattad persontäthet är homogen inom hela planområdet, dock antas olika skyddsgrader för inomhusvistelse i parkeringshus respektive bostäder, se Bilaga D.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Riskerna för planområdet bedöms härröra från urspårning och transport av farligt gods på Kust till kustbanan.

3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ KUST TILL KUSTBANAN

Fördelningen av transporterade RID-S-klasser av farligt gods på Kust till kustbanan förbi planområdet baseras på tidigare riskbedömningar [4] [5]. En sammanställning av fördelningen redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Fördelning av transporterade RID-S-klasser av farligt gods.

RID-S-klass	Kategori ämnen	Procentuell andel [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	0 %
2	Gaser	26 %
2.1	<i>Brandfarliga gaser</i>	17,3 %
2.3	<i>Giftiga gaser</i>	8,7 %
3	Brandfarliga vätskor	37 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	0 %
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	37 %
5.1	<i>Oxiderande ämnen</i>	37 %
5.2	<i>Organiska peroxider</i>	0 %
6	Giftiga ämnen	0 %
7	Radioaktiva ämnen	0 %
8	Frätande ämnen	0 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0 %
Σ	Totalt	100 %

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se avsnitt B.2, beaktas följande RID-S-klasser av farligt gods i den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5.1.

Övriga RID-S-klasser av farligt gods transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

För att hantera osäkerhet i fördelningen av transporterade RID-S-klasser förbi planområdet utförs en känslighetsanalys där fördelningen av transporterade RID-S-klasser förbi planområdet ändras till att följa fördelningen för det nationella riksgenomsnittet [10], se Bilaga E.

3.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de RID-S-klasser av farligt gods som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 3.

Tabell 3. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Urspårning	Explosiva ämnen	Brandfarlig gas	Giftig gas	Brandfarlig vätska	Oxiderande ämnen
	RID-S-Klass 1	RID-S-Klass 2.1	RID-S-Klass 2.3	RID-S-Klass 3	RID-S-Klass 5.1
Urspårning < 5 meter	Explosiva ämnen, 25 ton	BLEVE	Punktering giftig gas, svag vind	Liten pölbrand	Explosion oxiderande ämnen, 25 ton
Urspårning 5-15 meter	Explosiva ämnen, 150 kg	Jetflamma, punktering	Punktering giftig gas, stark vind	Stor pölbrand	Gräsbrand eller dylikt oxiderande ämnen
Urspårning 15-25 meter		Gasmoln, punktering	Stort hål giftig gas, svag vind		
Urspårning 25-30 meter		Jetflamma, stort hål	Stort hål giftig gas, stark vind		
		Gasmoln, stort hål			

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för planområdet med avseende på identifierade olycksscenarioer förknippade med urspårning och transport av farligt gods.

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk [11]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner och
- acceptabla

Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

De risker som bedöms vara **acceptabla med restriktioner** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses vara mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.

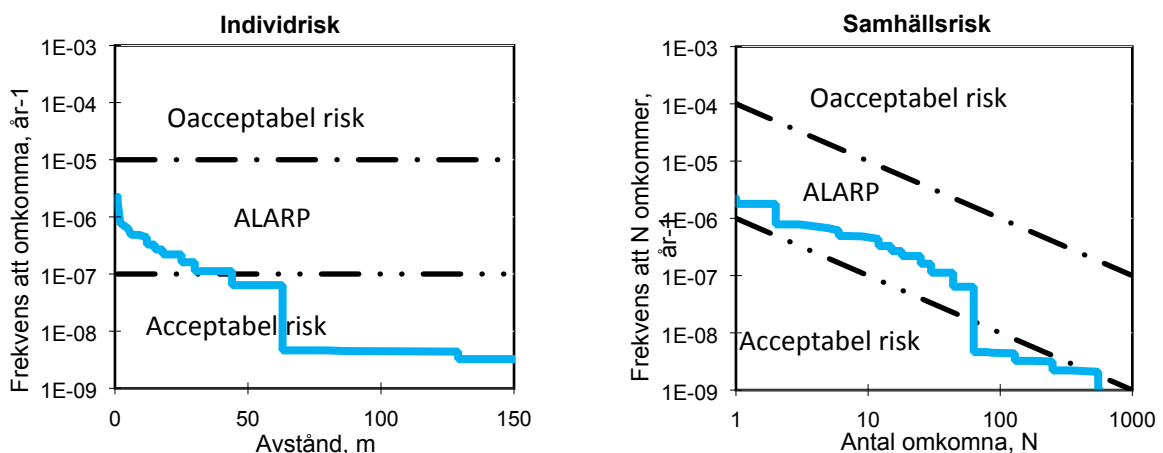
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 4 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 5.

Tabell 4. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV [11].

Riskmått	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk
Individrisk	$< 10^{-7}$	10^{-7} till 10^{-5}	$> 10^{-5}$
Samhällsrisk*	$< 10^{-6}$	10^{-6} till 10^{-4}	$> 10^{-4}$

*Kurvan har en lutning på -1 för varje värde på den logaritmiska skalan för antal omkomna (N).



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [11].

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individriska är platsspecifika och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

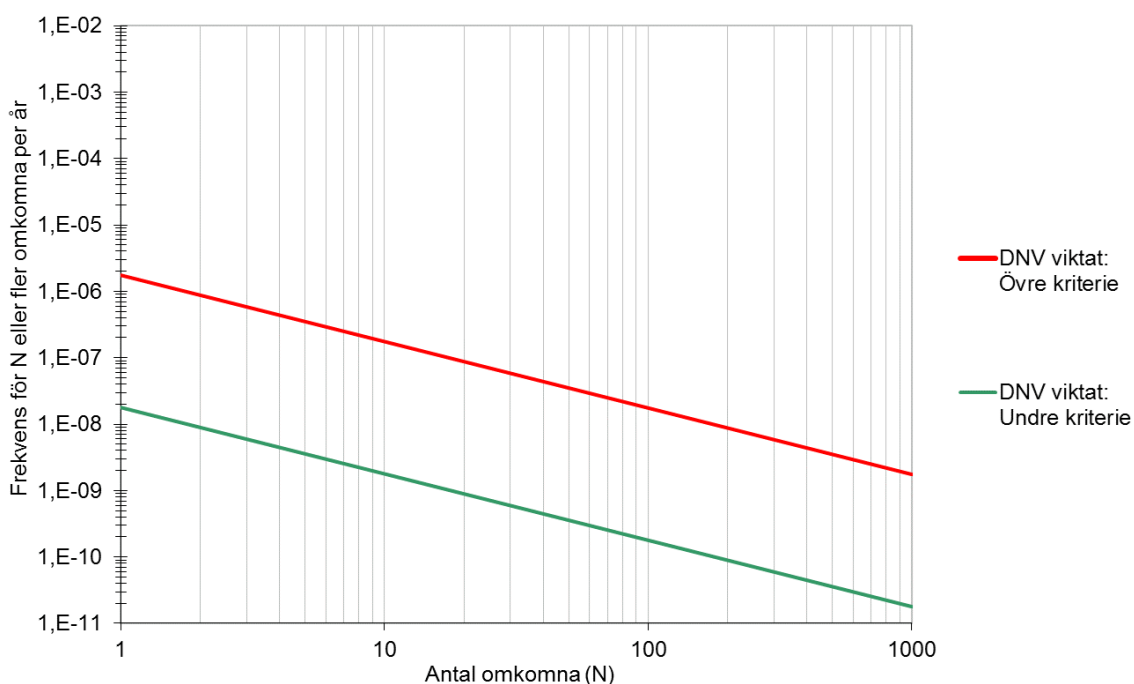
Individriska redovisas ofta med en individriska profil (t.v. i Figur 5) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Individriska kan också redovisas som individriska konturer på en karta.

Samhällsriska – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 5) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Samhällsriska beräknas för 1 kilometer järnvägssträcka enligt beräkningsmetodik från RIKTSAM [2].

Samhällsriska beräknas normalt för en yta på 1 km². För att påvisa att samhällsriska inte överskrider lokalt för planområdet beräknas samhällsriska för den del av 1 km² som utgörs av planområdets yta på 17 753 m². Således multipliceras DNV:s kriterier för samhällsriska i Tabell 4 med faktorn: 0,018/1 km² för att erhålla samhällsriskakriterier för planområdet. Gränserna för viktade kriterier illustreras i Figur 6.



Figur 6. Viktade kriterier för samhällsriska för planområdet.

4.1 RISKNIVÅER

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåten, individrisk och samhällsrisk för planområdet, vid uppskattning av risknivåerna för ett planområde så att risknivån för den enskilde individen beaktas samtidigt som hänsyn tas till konsekvenserna för antalet personer som påverkas inom planområdet.

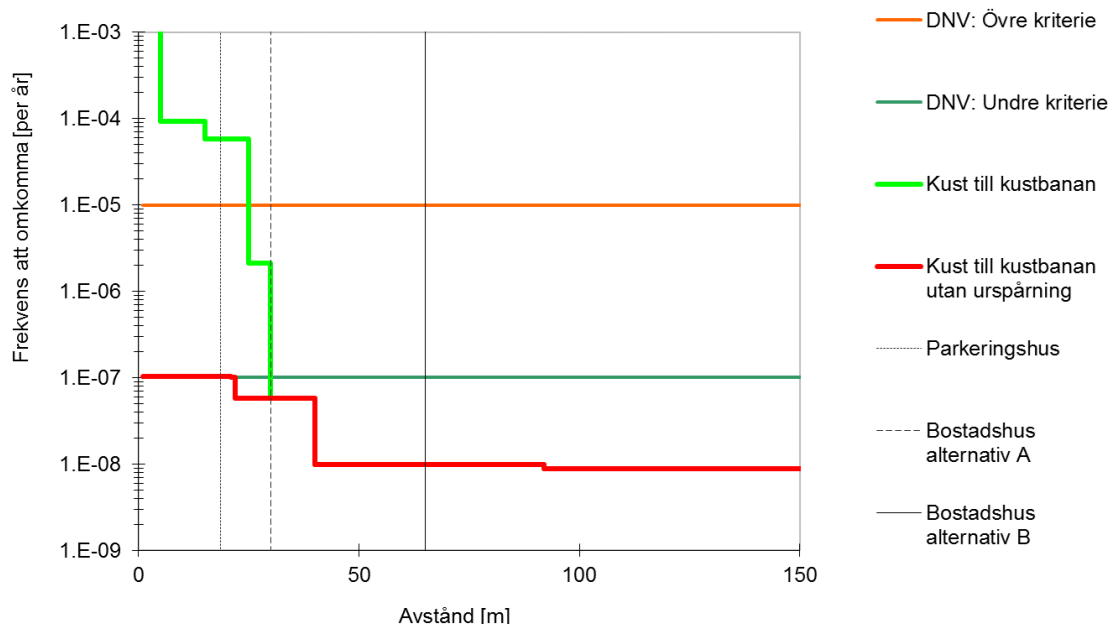
Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [12] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella järnvägssträckningen. Beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive olycksscenario görs med händelseträdsanalys. Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga B.

Konsekvenserna av olycksscenarierna i Tabell 3 uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga C.

4.1.1 Individrisknivåer med avseende på urspårning och transport av farligt gods på Kust till kustbanan

I Figur 7 illustreras individrisknivåerna längs Kust till kustbanan (1 km järnvägssträcka) med och utan olycksscenarier vid urspårning. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området och de streckade lodräta linjerna markerar avstånd från spårmittpunkt till bebyggelse för båda alternativen. Ur figuren kan utläsas att konsekvenserna relaterade till urspårning är styrande för individrisken inom 30 meter från Kust till kustbanan. Bortom 30 meter från järnvägen är individrisken acceptabel. Inom 30 meter från järnvägen krävs riskreducerande åtgärder för att hantera individrisken från urspårning.

Individrisknivåerna i Figur 7 innebär att det krävs riskreducerande åtgärder för båda alternativen för att hantera risken för urspårning utan mur mellan byggnader och järnväg. Med mur förutsätts att personer som vistas inom planområdet är skyddade mot urspårning och att individrisken blir acceptabel enligt röd individriskkurva "Kust till kustbanan utan urspårning" i Figur 7.

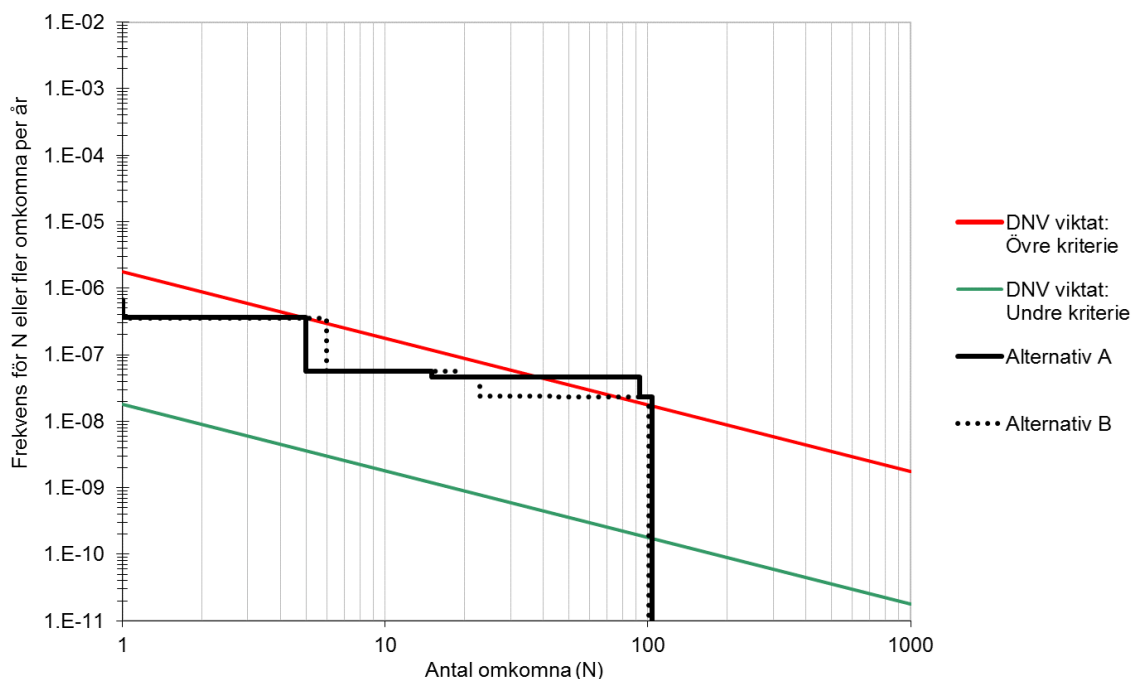


Figur 7. Individrisknivåer med och utan urspårning för Kust till kustbanan. Vertikala streck markerar avstånd till bebyggelse.

4.1.2 Samhällsrisknivåer för planområdet med avseende på urspårning och transport av farligt gods på Kust till kustbanan

I Figur 8 illustreras samhällsrisknivåer för planerad utformning av planområdet enligt båda alternativen. De parallella linjerna i mörkgrön och röd färg markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Ur figuren kan utläsas att samhällsriskkurvan för alternativ A hamnar inom området för oacceptabelt hög samhällsrisk för olycksscenarioer med mellan 40 och 100 omkomna samt tangeras det övre kriteriet för ALARP-området för olycksscenarioer med 5 omkomna. För alternativ B hamnar samhällsriskkurvan inom området för oacceptabelt hög samhällsrisk för olycksscenarioer med 5 till 6 omkomna samt för olycksscenarioer med mellan 90 och 100 omkomna. För båda alternativen hamnar samhällsriskkurvorna högt inom ALARP-området för olycksscenarioer med ett fåtal omkomna.

Samhällsrisknivåerna i Figur 8 innebär att det krävs riskreducerande åtgärder för båda alternativen för att risknivåerna ska värderas som acceptabla enligt använda kriterier.



Figur 8. Samhällsrisknivåer för planområdet med utformning enligt respektive alternativ.

Den riskreducerande effekten av en mur har försumbar påverkan på samhällsrisknivåerna i Figur 8 då det är så få personer som vistas stadigvarande inom den yta av byggnaden som berörs vid urspårning.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

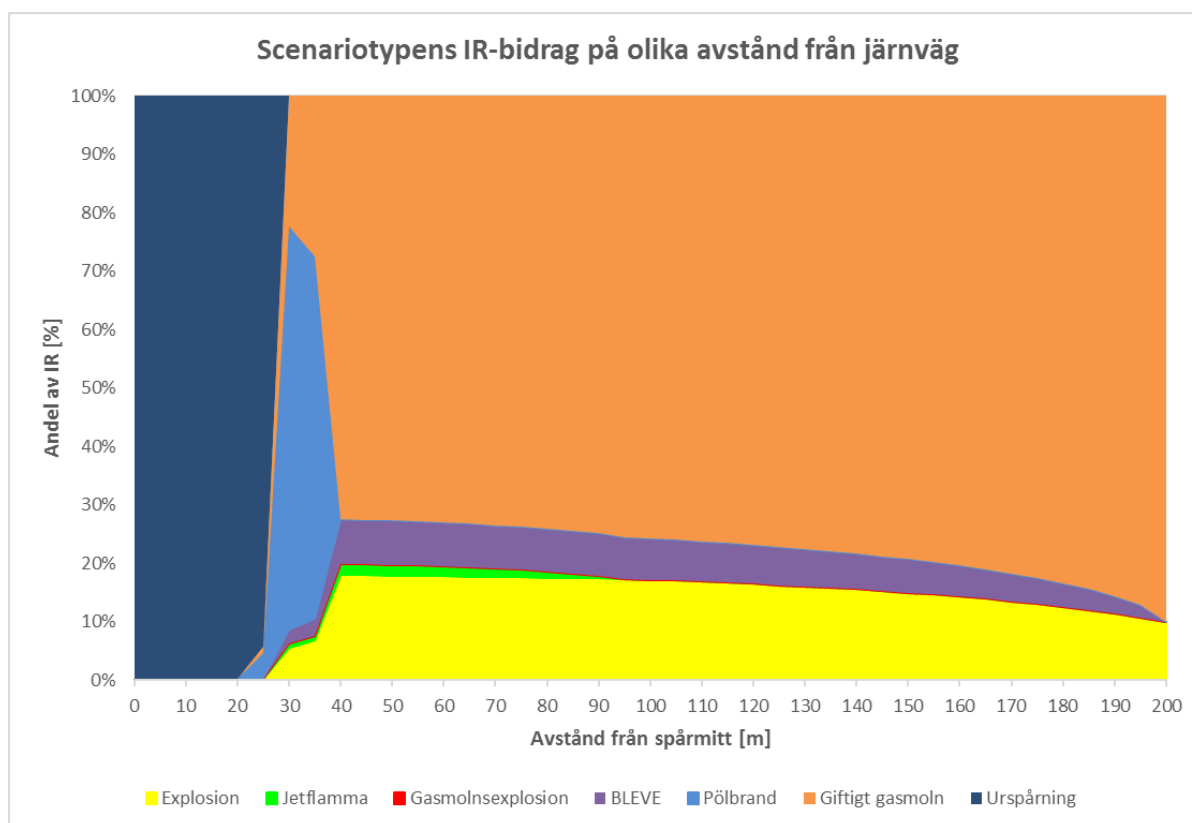
Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Åtgärder till riskreduktion identifieras utifrån Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [13]. Åtgärder som redovisas kan eliminera eller begränsa effekterna av identifierade olycksscenarioer med störst bidrag till risknivåerna utifrån de lokala förutsättningarna. Omfattningen av åtgärdernas skyddseffekter redovisas i Bilaga D.

5.1 BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Resultaten från samhällsriskberäkningar visar att åtgärder till riskreduktion krävs för båda alternativen. För alternativ A är olycksscenarioer med mellan 40 och 100 omkomna styrande för samhällsriskerna och för alternativ B är olycksscenarioer med mellan 90 och 100 omkomna styrande för samhällsriskerna. För båda alternativen bidrar olycksscenarioer med ett fåtal omkomna till en hög samhällsrisk.

Olycksscenarioer med ett fåtal omkomna utgörs främst av brand- och urspårningsscenarioer medan olycksscenarioer med ett större antal omkomna främst utgörs av olycksscenarioer med giftig gas.

I Figur 9 redovisas olycksscenariernas bidrag till beräknade individrisknivåer längs Kust till kustbanan som en funktion av avståndet från järnvägen. Ur figuren kan utläsas att olycksscenarierna pölbrand och urspårning dominerar riskbilden inom 40 meter från järnvägen, samt att olycksscenarioer med giftigt gasmoln dominerar riskbilden bortom 40 meter.



Figur 9. Individriskbidrag för olycksscenarioer som en funktion av avståndet från järnväg.

Mot bakgrund av resultaten från individ- och samhällsriskberäkningar anpassas föreslagna åtgärder till att hantera riskbidragen från brand- och urspårningsscenarioer, samt olycksscenarioer med giftig gas.

5.2 FÖRSLAG PÅ RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Åtgärder kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför planområdet, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför vara av konsekvensbegränsande art.

För att erhålla acceptabla risknivåer för planerad utformning av planområdet enligt båda alternativ bedöms att byggnadstekniska åtgärder och utformning enligt Tabell 5 behöver vidtas:

Tabell 5. Föreslagna riskreducerande åtgärder för planerad utformning av planområdet enligt båda alternativ.

Riskreducerande åtgärd	Beskrivning av åtgärd	Avsedd effekt	Motivering
Utrymningsmöjlighet bort från riskkällan	Byggnader närmast Kust till kustbanan utformas med möjlighet att utrymma bort från järnvägen	Innebär säker utrymning bort från riskkällan	Brandscenarier är styrande för erhållna risknivåer för båda alternativen
Placering av friskluftsintag	Friskluftsintag placeras högt på den sida av bostäder som vetter mot Storängsgatan alt. på takdel närmast Storängsgatan	Motverkar inläckage av giftig och brännbar gas in i bostäder	Åtgärden är enkel att genomföra och motverkar även inläckage av brandgas
*Brandklassad konstruktion	Yttervägg och yttertak till byggnader inom 40 meter från Kust till kustbanan utformas i lägst brandteknisk klass EI 30 med fönster och takfot i motsvarande klass	Begränsar brandspridning till byggnad och förhindrar brandspridning in i byggnad	Brandscenarier är styrande för erhållna risknivåer för båda alternativen

*Åtgärden förutsätter att ytterväggar utförs enligt gällande föreskrifter från Boverket vad gäller krav på att begränsa risken för brandspridning via fasad. Brandklassade fönster kan vara öppningsbara om de i övrigt uppfyller krav på brandteknisk klass. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas.

För att hantera risken för urspårning bedöms att åtgärd i Tabell 6 behöver vidtas om inte mur finns mellan byggnader och järnväg:

Tabell 6. Föreslagen åtgärd för att hantera risken för urspårning utan mur.

Riskreducerande åtgärd	Beskrivning av åtgärd	Avsedd effekt	Motivering
<i>Robusta bärverk för byggnader</i>	<i>Bärverk inom 30 meter från Kust till kustbanan utformas och dimensioneras för att klara olyckslasten från urspårande tåg</i>	<i>Då urspårad tågköring kör in i byggnader begränsas lokalt brott på bärverk och fortskridande ras av intilliggande våningsplan förhindras.</i>	<i>Urspårning är styrande för risknivån inom parkeringshus i båda alternativen</i>

5.3 UPPSKATTADE RISKNIVÅER MED VIDTAGNA ÅTGÄRDER

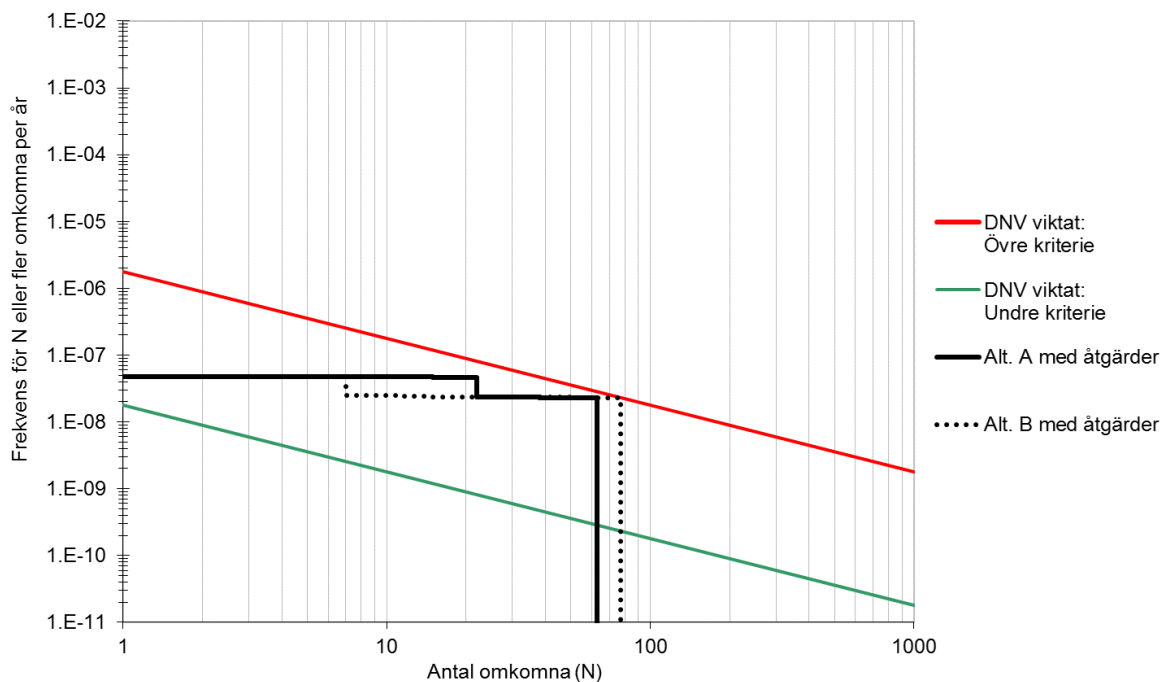
I detta avsnitt redovisas uppskattade risknivåer med samtliga föreslagna riskreducerande åtgärder i Tabell 5 och Tabell 6 vidtagna för respektive alternativ.

5.3.1 Individrisknivåer med vidtagna riskreducerande åtgärder

Eftersom robusta bärverk klarar olyckslasten från urspårande tåg vagn begränsas lokalt brott på bärverken så att fortskridande ras inte uppstår i parkeringshus. Mot bakgrund av att påverkan på byggnaden därmed begränsas kraftigt anses att en enskild individ som vistas i parkeringshuset utsätts för en acceptabel individrisknivå med hänsyn till olycksrisken för urspårning.

5.3.2 Samhällsrisknivåer för planområdet med vidtagna riskreducerande åtgärder

I Figur 10 illustreras reducerade samhällsrisknivåer för planområdet med samtliga föreslagna åtgärder i Tabell 5 vidtagna för respektive alternativ, samt med den riskreducerande effekten av mur alternativt åtgärder i Tabell 6 tillgodosåknade. Ur figuren kan utläsas att samhällsrisknivåerna för planområdet blir acceptabla med samtliga föreslagna åtgärder vidtagna och under förutsättning att nyttan med planerad exploatering av planområdet anses vara mycket stor enligt principen för ALARP.



Figur 10. Samhällsrisknivåer för planområdet med vidtagna riskreducerande åtgärder för respektive alternativ.

6 DISKUSSION

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. De antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom planområdet
- Fördelningen av transporterade RID-S-klasser av farligt gods förbi planområdet

Osäkerheterna ovan har behandlats med känslighetsanalyser där personantalet för planområdet fördubblas tillsammans med att fördelningen av transporterade RID-S-klasser av farligt gods förbi planområdet ändras till att följa fördelningen för det nationella riksgenomsnittet [10]. Med hjälp av utförda känslighetsanalyser kan robustheten för föreslagna åtgärds paket utvärderas, se Bilaga E.

Antaganden som har gjorts i analysen har genomgående varit konservativa för att risknivåerna för planområdet inte ska underskattas.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta indata, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [14]

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med transport av farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika uppskattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället. [15]

7 SLUTSATSER

Utifrån beräknade risknivåer bedömer WSP att kraven på lämplig markanvändning med hänsyn till risk för olycka vid transport av farligt gods och urspårning uppfylls för båda alternativen under förutsättning att samtliga föreslagna åtgärder vidtas och nyttan med planerad exploatering anses vara mycket stor.

WSP bedömer att följande riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att planerad utformning av planområdet enligt båda alternativen ska vara genomförbar ur risksynpunkt:

- **Utrymningsmöjlighet bort från riskkällan.** Byggnader närmast Kust till kustbanan utformas med möjlighet att utrymma bort från järnvägen.
- **Placering av friskluftsintag.** Friskluftsintag placeras högt på den sida av bostäder som vetter mot Storängsgatan alternativt på takdel närmast Storängsgatan.
- **Brandskyddad konstruktion.** Yttervägg och yttertak till byggnader inom 40 meter från järnväg utformas i lägst brandteknisk klass EI 30 med fönster och takfot i motsvarande klass. Åtgärden förutsätter att ytterväggar utförs enligt gällande föreskrifter från Boverket vad gäller krav på att begränsa risken för brandspridning via fasad. Brandklassade fönster kan vara öppningsbara om de i övrigt uppfyller krav på brandteknisk klass. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas.

Föreslagna åtgärder ovan behöver vidtas oavsett om mur finns eller ej mellan byggnader och järnväg. Muren ska utformas och dimensioneras för att motstå påkörning av urspårande tågagn i samråd med konstruktör och med hänsyn till påverkan på Trafikverkets järnvägsområde.

För att hantera risken för urspårning krävs att nedanstående åtgärd vidtas om inte mur finns mellan byggnader och järnväg:

- **Robusta bärverk för byggnader.** Bärverk inom 30 meter från Kust till kustbanan utformas och dimensioneras för att klara olyckslasten från urspårande tågagn. Då urspårad tågagn kör in i byggnader begränsas lokalt brott på bärverk och fortskridande ras av intilliggande våningsplan förhindras.

Bilaga A. Metod för riskhantering

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

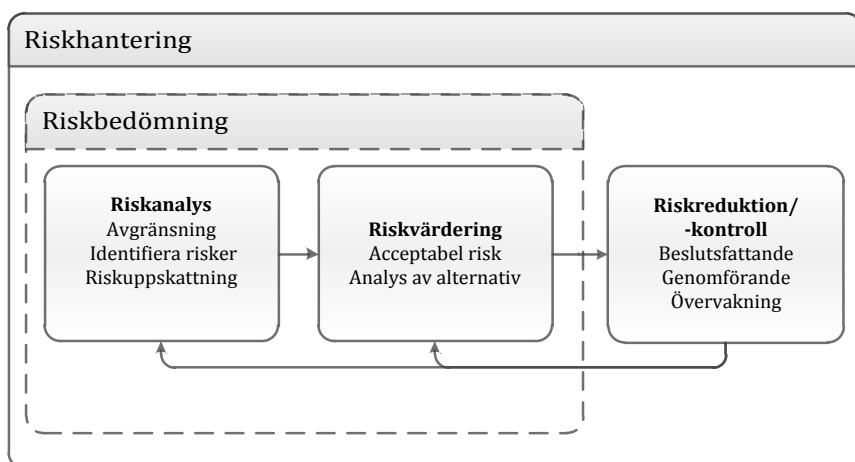
A.1. Begrepp och definitioner

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [16] [17], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 11.

Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 11. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

Bilaga B. Frekvensberäkningar

För att kunna kvantifiera risknivån för planområdet behövs ett mått på frekvensen för identifierade olycksscenarioer som bedömts kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat planområde. Denna frekvens beräknas enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [12]. Därefter används händelseträdsmetodik för att bedöma frekvenserna för de scenarier som kan få konsekvensen att minst en person skadas allvarligt eller omkommer. Det bör påpekas att det är frekvensen för järnvägsolycka (antal olyckor per år) och inte sannolikheten som skattas med denna modell.

B.1. Sannolikhet för urspårning

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

- Den studerade järnvägssträckans längd (km) som bestäms av den sträcka på vilken en olycka kan påverka planområdet. Studerad järnvägssträcka är 1 kilometer.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är cirka 58 440 st.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 314 115.
- Antal vagnsaxlar per vagn har antagits till 3 st.
- Antal plankorsningar på den studerade sträckan uppgår till 2 st.

B.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 7 [12]:

Tabell 7. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Växel sliten, trasig	$5,00 \cdot 10^{-9}$	antal tågpassager
Växel ur kontroll	$7,00 \cdot 10^{-8}$	antal tågpassager
Vagnfel		
Persontåg	$9,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg, annat)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm

B.1.2 Sammanstötningar

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för att en sammanstötning med tåg på en linje sker antas vara så låg att den inte är signifikant [12] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

B.1.3 Plankorsningsolyckor

Längs med studerad järnvägssträcka förekommer 2 st. plankorsningar.

B.1.4 Växling och rangering

I höjd med planområdet förekommer 3 st. växlar.

B.1.5 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

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

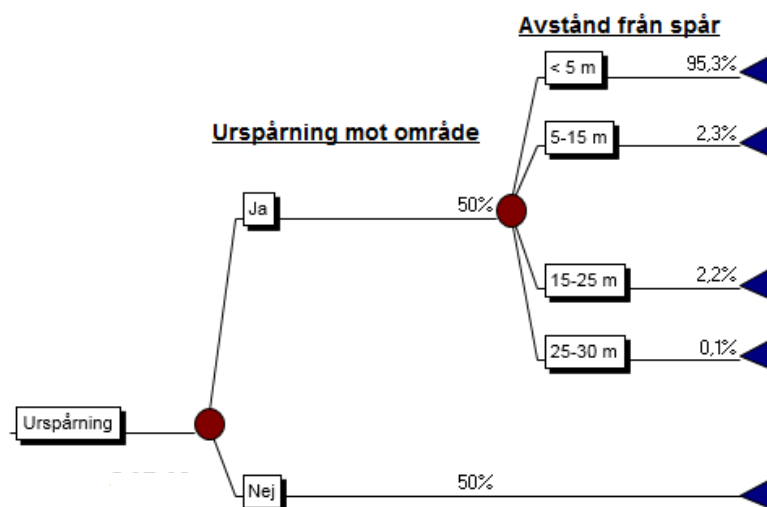
B.1.6 Avstånd från spår för urspårande vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 8 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar (97 % persontåg och 3 % godståg) [12].

Tabell 8. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Viktat medel efter andel	77,30%	18,03%	2,35%	2,25%	0,07%

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten [18]. Enligt Tabell 8 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 12.



Figur 12. Händelsetråd med sannolikheter för urspårningar.

B.2. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [19] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods som transporteras på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne/produkt. I Tabell 9 redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 9. Kortfattad beskrivning av respektive RID-S- klass av farligt gods, samt konsekvensbeskrivning.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [19].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [20].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [21]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

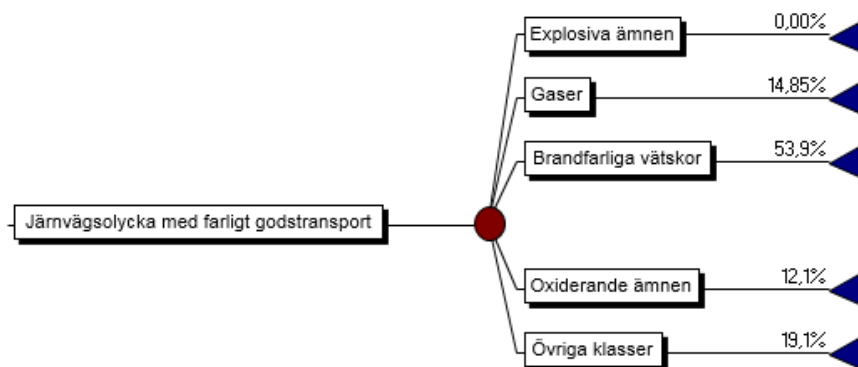
Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla RID-S-klasser av farligt gods vara relevanta vid uppskattning av risknivån för det aktuella planområdet. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen (klass 5.1).

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt B.1.5 beräknad till 1,55E-03 per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [22]. Andelen godsvagnar som transporterar farligt gods uppgår till 1,92 % [4] [5] i grundberäkningen och till 5 % i känslighetsanalysen. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1-(1-X)^{3,5}$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka 1,06E-04 per år.

I händelseträdet, se Figur 13, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella RID-S-klasser av farligt gods inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass.



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

B.3. Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

I detta avsnitt redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik.

B.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Inom EU är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras på väg 16 ton, och små mängder begränsas till 50-100 kg. Dock tillåts större mängder på järnväg, varför 25 ton antagits som maximal transportmängd.

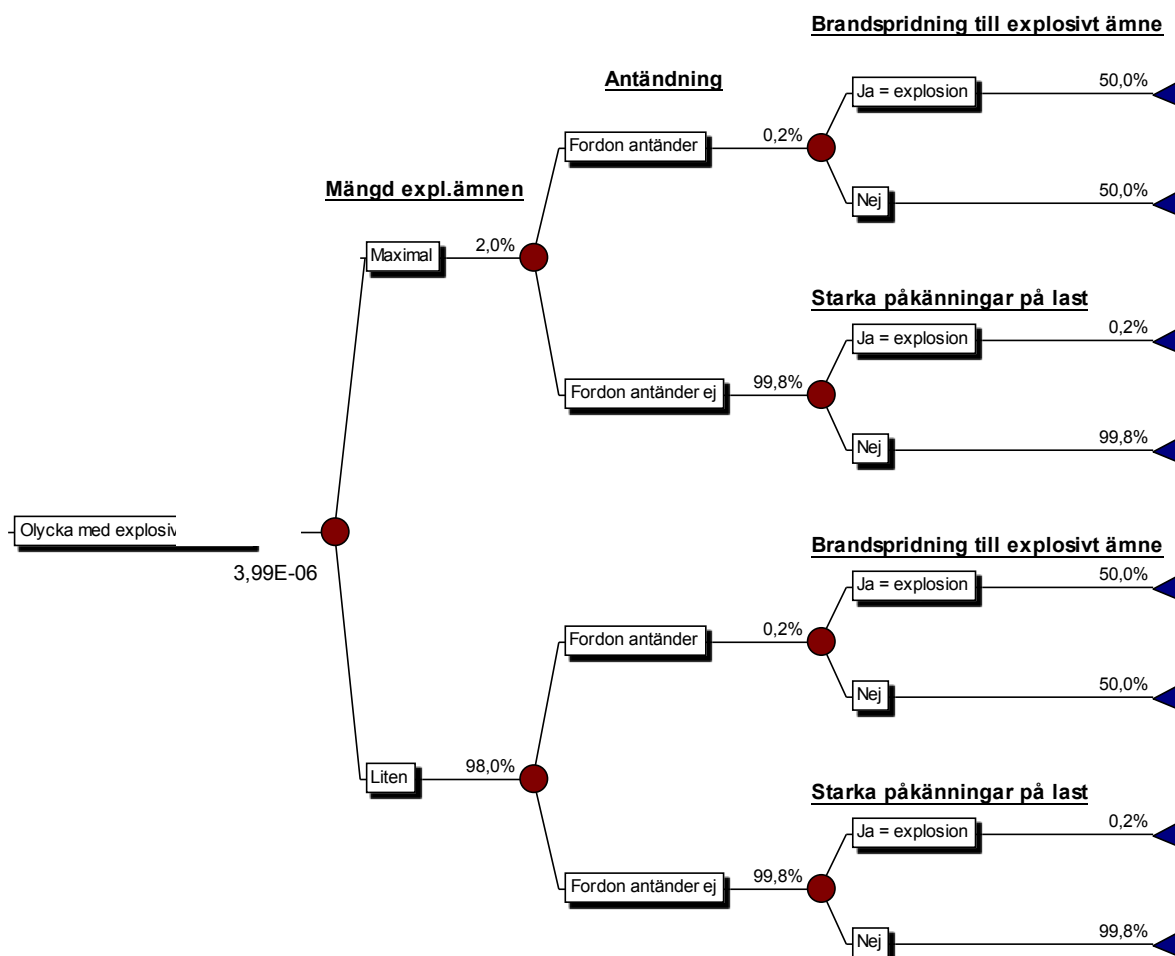
Transport av RID-S-klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006-2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för RID-S-klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods [23]. Denna siffra gäller för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

En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S-klass 1, och övriga 98 % antas förenklat utgöra mindre laster om 100-150 kg.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora, d.v.s. om lasten utsätts för stöt. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen ska förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 %, vilket är hälften av motsvarande sannolikhet för vägolycka [25] [26]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [9].

Med stöt avses sådan stöt som har den intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [27]. Till skillnad från i fallet med brand så saknas kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. Som ett jämförelsevärde att förhålla sig till anger HMSO [28] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 14 redovisas möjliga scenarier.



Figur 14. Händelsetråd med sannolikheter för olycka med explosiva ämnen.

B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [10], antas 87 % av transporterna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 13 % antas vara giftiga gaser.

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 1 % i båda fallen [12]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

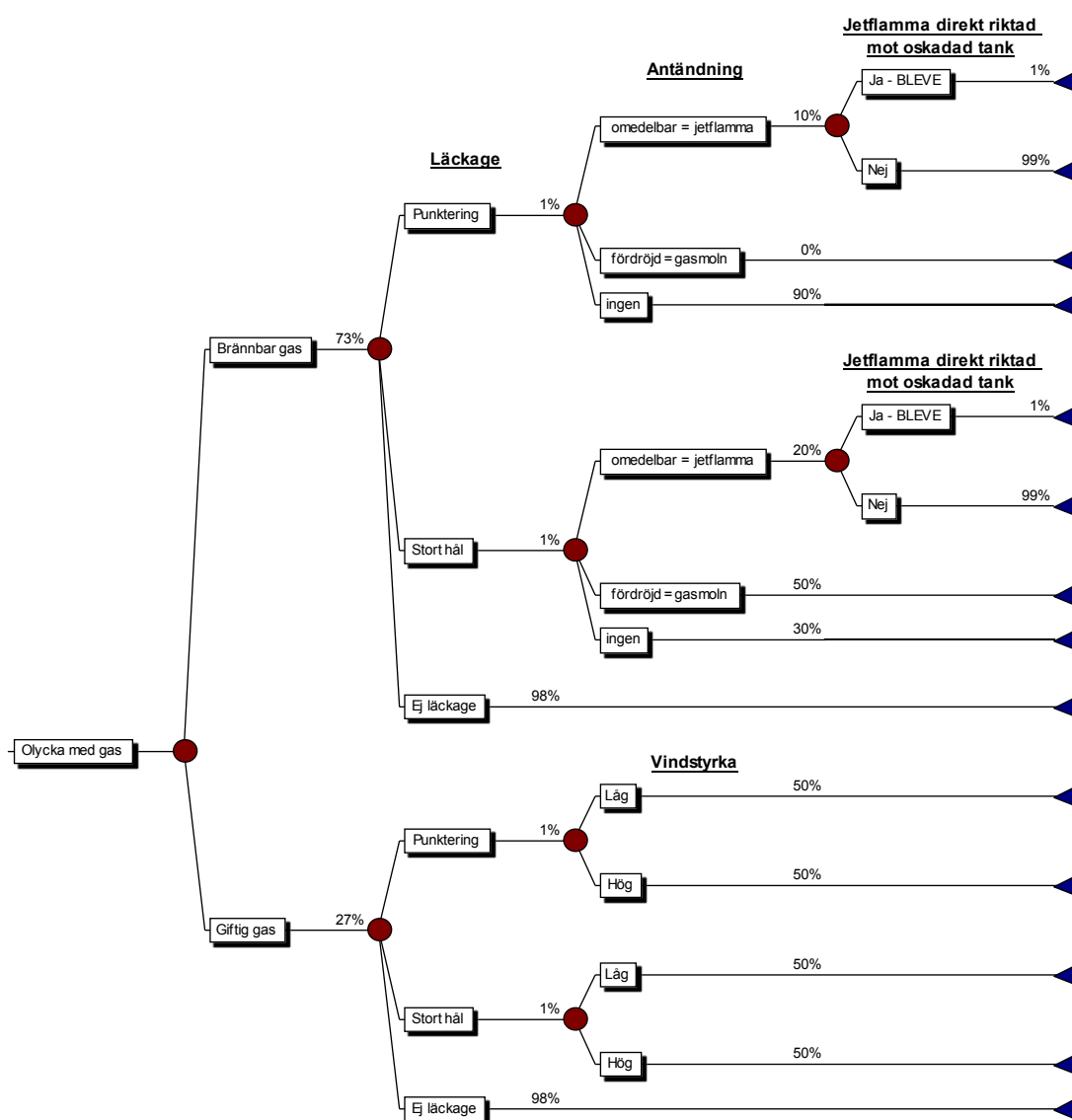
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln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

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [29] för:

- omedelbar antändning (jetflamma): 10 %
- fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- ingen antändning: 90 %

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 20 %, 50 % och 30 % [29]. En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten. Konservativt ansätts 1 %.

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

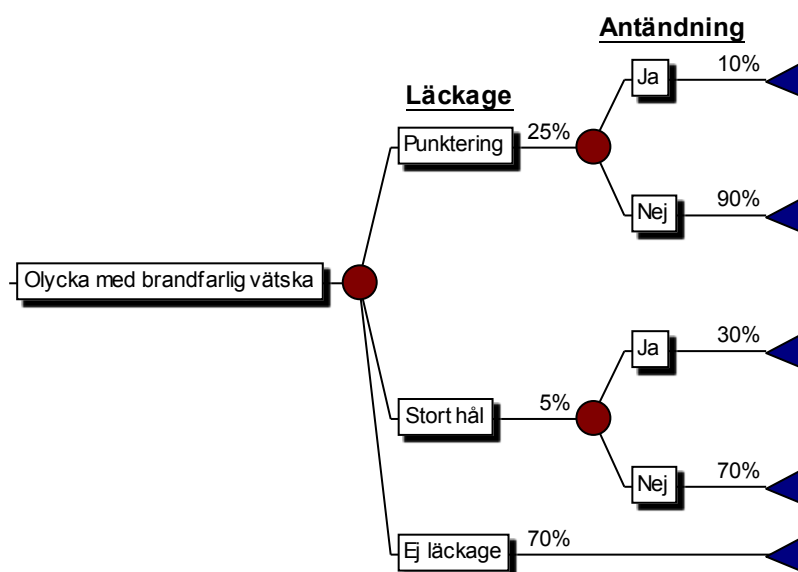


Figur 15. Händelsetråd med sannolikheter för olycka med gas.

B.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 % [12]. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg ska antändas antas vara 10 % respektive 30 % [12]. I Figur 16 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt om underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material, vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 16. Händelse-träd med sannolikheter för olycka med brandfarlig vätska.

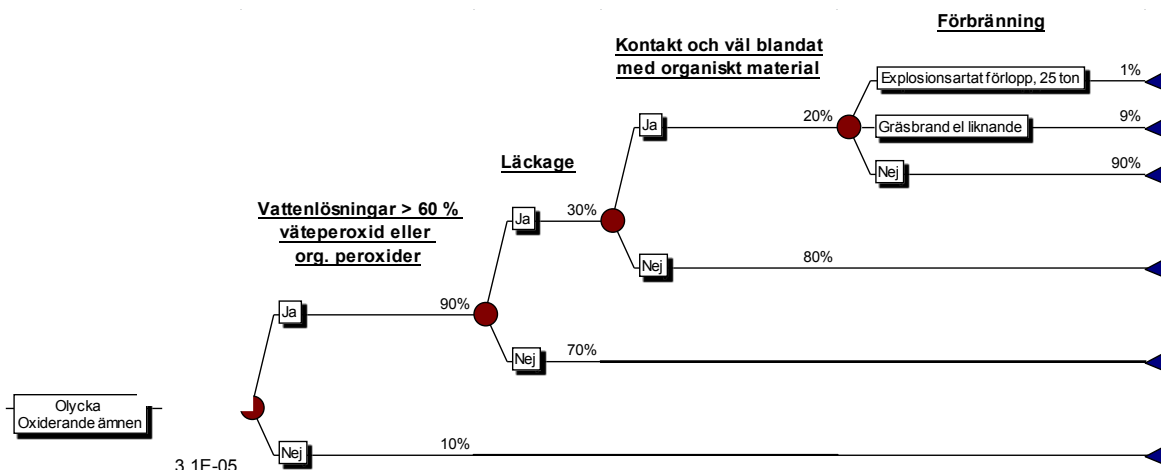
B.3.4 RID-S-klass 5.1 – Oxiderande ämnen

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.

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.

Transportstatistik [23] anger att 93 % av transporterna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transporterna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (se ovan i avsnitt B.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 1 % [9]. Givet att blandning skett antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. 10 % av fallen då blandningen antänt antas gå till detonation, medan resterande 90 % antas utvecklas till en kraftig brand. I Figur 17 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 17. Händelsetråd med sannolikheter för olycka med oxiderande ämnen.

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

För individriskberäkningarna görs en frekvensreducering med avseende på att vissa scenarier har konsekvensavstånd som inte sträcker sig över hela den studerade sträckan. En specifik plats drabbas bara av olyckans konsekvenser om den inträffar på en viss sträcka i närheten. Längden på denna sträcka antas vara det uppskattade konsekvensavståndet multiplicerat med en faktor 2. Detta värde dividerat med den totala studerade sträckans längd ger därmed en frekvensreduktionsfaktor för respektive olycksscenario.

Även för samhällriskberäkning anpassad till planområdet tillämpas en typ av frekvensanpassning. Konsekvenserna i antal omkomna uppskattas utifrån att olyckan inträffar så att konsekvenserna riktas mot planområdet (exempelvis att jetflamman eller utsläppet är riktat mot planområdet). Därför kan frekvensen i samhällriskberäkning anpassad till planområdet halveras då jetflamman (med flera) som är riktade bort från planområdet inte ska bidra till samhällsrisk för planområdet. Förfarandet bedöms vara konservativt, då vissa scenarier har ett spridningsområde (andel av cirkulärt område) som är mindre än 50 % - vilket de i praktiken nu får. För olycksscenarioer med cirkulärt konsekvensområde (t. ex. explosioner) görs ingen sådan reducering.

Bilaga C. Konsekvensberäkningar

De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisik för planområdet. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive olycksscenario.

Alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har beräknats utifrån att olyckan inträffar mitt på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspårning har även de urspårande vagnarnas avstånd från spårmit beaktats.

C.1. Persontäthet

I samhällsrisikberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring järnvägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. För beräkningar av samhällsrisik för planområdet har en persontäthet endast ansatts för planområdets yta (17 753 m²).

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast järnvägens kant. Detta antagande är grovt varför en befolkningsfri yta baserad på avståndet till järnväg ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalet inom detta område subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisikberäkningarna.

För individrisiken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmålet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

C.2. Mekanisk skada vid urspårning

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar. Riskerna för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg. Riskerna begränsas till området närmast järnvägen, cirka 25–30 meter, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom. I aktuellt fall finns inte heller några topografiska orsaker att anta att längre urspårningsavstånd än cirka 25–30 meter uppstår, eftersom planområdet är beläget i ungefärlig jämnhöjd med järnvägen. Vid urspårning och påkörning av parkeringshus antas dödlig påverkan uppstå på samtliga människor som befinner sig inom en yta av 100 m² inom byggnaden. Denna yta är den föreslagna ytan för acceptabelt lokalt brott från olyckslast enligt Eurokod 1 – Laster på bärverk (SS-EN 1991-1-7:2006) [30].

C.3. Uppskattade konsekvenser för olyckor med farligt gods

Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika RID-S-klasserna av farligt gods skiljer sig från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för de olycksscenarioer som beskrivs i Bilaga B. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

C.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

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

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål som splitter kastas mot människor (sekundära) [31].

Sannolikheten för att en individ ska träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [29]. Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas i denna riskbedömning uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter [9].

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader). I FÖP Göteborg [9] anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

Beroende på vilken typ av konstruktion byggnaden har kommer skadan eller raszonen att bli olika stor. I bostadshus är det vanligt med en längsgående bärande vägg i mitten av huset. Om en långsida i ett bostadshus kollapsar är det därför oftast den halva av byggnaden som vetter mot explosionen som rasar samman. I byggnader som inte har en längsgående bärande vägg i mitten av huset uppstår en väggrazon som sträcker sig 5 meter in i byggnaden om ytterväggen raseras. Andelen omkomna i väggrazonen förväntas vara cirka en tredjedel. [29]

C.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Gaser indelas i brännbara, inerta och giftiga. Det är endast de brännbara (RID-S-klass 2.1) och giftiga gaserna (RID-S-klass 2.3) som antas innebära dödliga konsekvenser för omgivningen vid olycka.

Brännbar gas, RID-S-klass 2.1

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Mängden gas i en järnvägsvagn antas till cirka 40 ton [32].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [21]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [33], dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet.

För värmestrålning antas en rimlig kritisk nivå där människor förväntas omkomma vara 15 kW/m² (vilket orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering).

De indata som använts i *Gasol* för att simulera konsekvensområden för jetflamma och gasmoln presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläktat utåt)
- Tankdiameter: 2,5 m (järnväg)
- Tanklängd: 19 m (järnväg)
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4*designtrycket
- Luftryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 10 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma för respektive scenario vid olika typ av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 10. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.

Scenario	Källstyrka	Antändning	Konsekvensavstånd
BLEVE	-	-	Cirkulärt 200 m radie
Punktering	2,4 kg/s	Jetflamma	18 m
		Gasmoln	18 m
Stort hål	60 kg/s	Jetflamma	91 m
		Gasmoln	21 m

Giftig gas, RID-S-klass 2.3

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid. Med simuleringsprogrammet *Spridning luft* [34] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC₅₀¹) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [34]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [34].

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 11.

De indata som använts i *Spridning luft* för att simulera konsekvensområden för utsläpp av giftig gas presenteras nedan. Vindstyrkan varierar från 3-8 m/s i simuleringar 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 11. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

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

¹ Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

C.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m², vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [21].

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank cirka 45 ton bensin. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack, och därför är sannolikheten för att all bensin läcker ut mycket liten. Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas, vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m² pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m² pöl.

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp [35].

I Tabell 12 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika stora pölbränder. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen, eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över ett relativt stort område beroende på topografi med eventuella diken osv. I detta fall antas konservativt att pölen bredds ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 12. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradie	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
Liten pölbrand bensin (100 m ²)	5,6 m	17 m	22 m
Stor pölbrand bensin (400 m ²)	11 m	29 m	40 m

C.3.4 RID-S-klass 5.1 – Oxiderande ämnen

Vid olycka med oxiderande ämne antas personer i omgivningen omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ger upphov till förbränning. Förbränning antas leda till explosionsartade förlopp alternativt till kraftiga bränder i vegetation eller liknande i banvallens närhet.

Vid transport kan en vagn med 25 ton gods av RID-S-klass 5.1 vid urspårning kollidera med en vagn innehållande någon form av brännbart ämne som t.ex. bensen. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplösiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplösiva varor [9], se vidare avsnitt B.3.1.

Om det utläckande godset inte exploderar utan istället fungerar brandunderstödjande och bidrar till vegetationsbrand eller liknande antas att konsekvensområdet blir liknande det för stor pölbrand enligt avsnitt B.3.3, se Tabell 13.

Tabell 13. Konsekvensuppskattningar för olycka med oxiderande ämnen.

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

C.4. Bedömning av antal omkomna i respektive scenario

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt avsnitt B.3, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt avsnitt C.3, med den persontäthet som antagits i området, enligt avsnitt C.1. Hänsyn tas till skyddseffekter av att vistas inomhus respektive utomhus i grundberäkningen. Efter att riskreducerande åtgärder vidtagits inkluderas även skyddseffekterna av åtgärderna i bedömningen. I Bilaga D beskrivs omfattningen av skyddseffekter både med och utan föreslagna åtgärder.

Vid beräkningar av samhällsrisk för planområdet bestäms antalet omkomna inom planområdet på samma sätt som beskrivs ovan. Då konsekvensområdets yta överstiger planområdets yta beaktas endast personantalet inom planområdet vid beräkningar av antalet omkomna. I det motsatta fallet då konsekvensområdets yta är mindre än planområdets yta beaktas hur stor andel av planområdets yta som konsekvensområdets yta utgör. För olycksscenarioer med cirkulärt konsekvensområde t. ex. explosioner halveras antalet omkomna då planområdet endast omfattar en sida av järnvägen.

Vid urspårning och påkörning av parkeringshus antas dödlig påverkan uppstå på samtliga människor som befinner sig inom en yta av 100 m² inom byggnaden. Denna yta är den föreslagna ytan för acceptabelt lokalt brott från olyckslast enligt Eurokod 1 – Laster på bärverk (SS-EN 1991-1-7:2006) [30].

Bilaga D. Skyddseffekter

Denna bilaga beskriver antagna skyddseffekter av inomhusvistelse respektive utomhusvistelse med och utan föreslagna riskreducerande åtgärder i avsnitt 5.2.

I Tabell 14 redovisas bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter utan föreslagna riskreducerande åtgärder i avsnitt 5.2.

Tabell 14. Bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter av att vistas inomhus respektive utomhus (utan föreslagna åtgärder).

Skyddseffekter					
Utan föreslagna riskreducerande åtgärder					
Klass av farligt gods: RID-S / Olycks-scenarier:	Avstånd från riskkälla till byggnader: [m]	Topografi för planområde:	Skydds-åtgärder för byggnader:	Skydds-åtgärder för planområde:	Antagen skyddseffekt: [%]
Järnväg	<u>Alternativ A:</u> Bostäder - 30 P-hus - 18,6 <u>Alternativ B:</u> Bostäder - 65 P-hus - 18,6	Planområdet är beläget i jämnhöjd med järnvägen	Inga	Inga	
Urspårning	Motivering:			Inomhus	Utomhus
Urspårning <5 m	Utanför planområde.			-	-
Urspårning 5–15 m	Ingen skyddseffekt förväntas för personer som befinner sig inom kollapsad byggnadsyta inom urspårningsområdet. Intill järnväg antas personer inte vistas mer än sällan varför ingen antas omkomma av urspårning utomhus.			0 (Alt. A) 0 (Alt. B)	0 (Alt. A) 0 (Alt. B)
Urspårning 15–25 m	Ingen skyddseffekt förväntas för personer som befinner sig inom kollapsad byggnadsyta inom urspårningsområdet. Intill järnväg antas personer inte vistas mer än sällan varför ingen antas omkomma av urspårning utomhus.			0 (Alt. A) 0 (Alt. B)	0 (Alt. A) 0 (Alt. B)
Urspårning 25–30 m	Ingen skyddseffekt förväntas för personer som befinner sig inom kollapsad byggnadsyta inom urspårningsområdet. Intill järnväg antas personer inte vistas mer än sällan varför ingen antas omkomma av urspårning utomhus.			0 (Alt. A) 0 (Alt. B)	0 (Alt. A) 0 (Alt. B)
RID-S-klass 1	Motivering:			Inomhus	Utomhus
Explosiva ämnen, 25 ton	Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Inomhus förväntas en tredjedel av personer som befinner sig i kollapsad byggnadshalva omkomma [29], vilket ger en skyddsgrad på $0,5 * (1/3) = 83,3 \%$.			83,3 (Alt. A) 83,3 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Explosiva ämnen, 150 kg	Alt. A: Samma skyddsgrader som ovan antas. Alt. B: För p-hus antas samma skyddsgrader som ovan. Bostäder ligger bortom konsekvensavståndet för detta olycksscenario, vilket medför att personer inte påverkas.			83,3 (Alt. A) 83,3/100 (Alt. B p-hus/bostäder)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
RID-S-klass 2.1	Motivering:			Inomhus	Utomhus

BLEVE	<i>Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Personer som vistas inomhus i bostäder anses vara väl skyddade från värmestrålningen från eldklotet så länge de inte befinner sig vid fönster eller andra öppningar till bostäder. För att inte underskatta risken för brandspridning in i bostäder antas personer som vistas inomhus i bostäder ha en skyddsgrad på 90 %. Personer som vistas inomhus i parkeringshus antas vara helt oskyddade från värmestrålningen eftersom byggnaden saknar ytterväggar.</i>	0/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
Jetflamma, punktering	<i>Konsekvensavstånd understiger avstånd till bebyggelse.</i>	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Gasmoln, punktering	<i>Konsekvensavstånd understiger avstånd till bebyggelse.</i>	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Jetflamma, stort hål	<i>Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Personer som vistas inomhus i bostäder anses vara väl skyddade från värmestrålningen från jetflamman så länge de inte befinner sig vid fönster eller andra öppningar till bostäder. För att inte underskatta risken för brandspridning in i bostäder antas personer som vistas inomhus i bostäder ha en skyddsgrad på 90 % i alternativ A. I alternativ B antas framföriggande parkeringshus skydda bostäderna helt från jetflamman. Personer som vistas inomhus i parkeringshus antas vara helt oskyddade från jetflamman.</i>	0/90 (Alt. A p-hus/ bostäder) 0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Gasmoln, stort hål	<i>För parkeringshus antas samma skyddsgrader som ovan. Bostäder ligger bortom konsekvensavståndet för detta olycksscenario, vilket medför att personer inte påverkas.</i>	0/100 (Alt. A p-hus/ bostäder) 0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
RID-S- klass 2.3	<u>Motivering:</u>	Inomhus	Utomhus
Punktering giftig gas, svag vind	<i>Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Framföriggande parkeringshus antas späda ut ett tungt gasmoln innan det når bostäder. Effekten antas motsvara åtgärd i form av en vall, vilken kan reducera koncentrationen av giftig gas till hälften [13]. För alternativ A finns bostadshus närmast järnväg, vilket gör att utspädningsgraden blir lägre. Konservativt antas hälften av personer inomhus i bostäder vara skyddade i alternativ A. För alternativ B ligger bostäder bortom konsekvensavståndet för detta olycksscenario, vilket medför att personer inte påverkas. Personer som vistas i parkeringshus antas vara helt oskyddade från gasmolnet eftersom byggnaden saknar ytterväggar.</i>	0/50 (Alt. A p-hus/ bostäder) 0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)

Punktering giftig gas, stark vind	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	0/50 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
Stort hål giftig gas, svag vind	<i>Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Framföriggande parkeringshus antas späda ut ett tungt gasmoln innan det når bostäder. Effekten antas motsvara åtgärd i form av en vall, vilken kan reducera koncentrationen av giftig gas till hälften [13]. För alternativ A finns bostadshus närmast järnväg, vilket gör att utspädningsgraden blir lägre. Konservativt antas hälften av personer inomhus i bostäder vara skyddade i alternativ A. För alternativ B antas skyddsgraden av att vistas inomhus i bostäder vara 90 % [29]. Personer som vistas i parkeringshus antas vara helt oskyddade från gasmolnet eftersom byggnaden saknar ytterväggar.</i>	0/50 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		0/90 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
Stort hål giftig gas, stark vind	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	0/50 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		0/90 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
RID-S-klass 3	<u>Motivering:</u>	Inomhus	Utomhus
Liten pölbrand	<i>Personer som vistas inomhus i parkeringshus antas vara helt oskyddade från värmestrålningen eftersom byggnaden saknar ytterväggar. Bostäder ligger bortom konsekvensavståndet för detta olycksscenario, vilket medför att personer inte påverkas.</i>	0/100 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
Stor pölbrand	<i>Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Personer som vistas inomhus i bostäder anses vara väl skyddade från värmestrålningen från pölbranden så länge de inte befinner sig vid fönster eller andra öppningar till bostäder. För att inte underskatta risken för brandspridning in i bostäder antas personer som vistas inomhus i bostäder ha en skyddsgrad på 90 % i alternativ A. För alternativ B ligger bostäder bortom konsekvensavståndet, vilket medför att personer inte påverkas. Personer som vistas i parkeringshus antas vara helt oskyddade från pölbranden eftersom byggnaden saknar ytterväggar.</i>	0/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)

RID-S-klass 5.1	<u>Motivering:</u>	Inomhus	Utomhus
Explosion oxiderande ämnen 25 ton	<i>Samma skyddsgrader som för RID-S-klass 1 antas.</i>	83,3 (Alt. A) 83,3 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Gräsbrand eller dylikt oxiderande ämnen	<i>Med planerad utformning av planområdet anses personer inom planområdet inte vistas mer än sällan utomhus varför ingen antas omkomma utomhus. Personer som vistas inomhus i bostäder anses vara väl skyddade från värmestrålningen från gräsbranden så länge de inte befinner sig vid fönster eller andra öppningar till bostäder. För att inte underskatta risken för brandspridning in i bostäder antas personer som vistas inomhus i bostäder ha en skyddsgrad på 90 % i alternativ A. För alternativ B ligger bostäder bortom konsekvensavståndet, vilket medför att personer inte påverkas. Personer som vistas i parkeringshus antas vara helt oskyddade från gräsbranden eftersom byggnaden saknar ytterväggar.</i>	0/90 (Alt. A p-hus/ bostäder) 0/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)

I Tabell 15 redovisas bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter med föreslagna riskreducerande åtgärder i avsnitt 5.2.

Tabell 15. Bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter av att vistas inomhus respektive utomhus (med föreslagna åtgärder).

Skyddseffekter					
Med föreslagna riskreducerande åtgärder					
Klass av farligt gods: RID-S / Olycks-scenarier: Järnväg	Avstånd från riskkälla till byggnader: [m]	Topografi för planområde:	Skydds-åtgärder för byggnader:	Skydds-åtgärder för planområde:	Antagen skyddseffekt: [%]
	<i>Alternativ A: Bostäder - 30 P-hus - 18,6</i> <i>Alternativ B: Bostäder - 65 P-hus - 18,6</i>	<i>Planområdet är beläget i jämnhöjd med järnvägen</i>	<i>Föreslagna åtgärder i avsnitt 5.2.</i>	<i>Föreslagna åtgärder i avsnitt 5.2.</i>	
Urspårning	Motivering:			Inomhus	Utomhus
Urspårning < 5 m	<i>Utanför planområde.</i>			-	-
Urspårning 5-15 m	<i>Eftergivande konstruktion för yttervägg till parkeringshus mot järnväg på markplan (plan 1) antas ta upp lasterna vid en påkörning av tågagn så att fortskridande ras av intilliggande våningsplan förhindras. I kombination med att förråd/ teknik-utrymmen är placerade närmast järnväg på markplan (plan 1) anses personer i parkeringshus vara skyddade mot urspårning på grund av den buffertzonen som uppstår närmast järnvägen. Därmed ansätts en skyddsgrad på 100 % för personer som vistas inom urspårningsområdet för järnvägen.</i>			100 (Alt. A) 100 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Urspårning 15-25 m	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>			100 (Alt. A) 100 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Urspårning 25-30 m	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>			100 (Alt. A) 100 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
RID-S-klass 1	Motivering:			Inomhus	Utomhus
Explosiva ämnen, 25 ton	<i>Skyddsgrader förblir oförändrade.</i>			83,3 (Alt. A) 83,3 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Explosiva ämnen, 100 kg	<i>Skyddsgrader förblir oförändrade.</i>			83,3 (Alt. A) 83,3/100 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
RID-S-klass 2.1	Motivering:			Inomhus	Utomhus

BLEVE	Skyddsgrader förblir oförändrade.	0/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		0/90 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
Jetflamma, punktering	Skyddsgrader förblir oförändrade.	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
		100 (Alt. B)	100 (Alt. B)
Gasmoln, punktering	Skyddsgrader förblir oförändrade.	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
		100 (Alt. B)	100 (Alt. B)
Jetflamma, stort hål	Med brandklassad konstruktion inom 40 meter från järnvägen antas skyddsgraden bli 100 % baserat på att strålningen från jetflamman blockeras samt att konstruktionen är helt tät mot brandgaser.	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
		100 (Alt. B)	100 (Alt. B)
Gasmoln, stort hål	Med brandklassad konstruktion inom 40 meter från järnvägen antas skyddsgraden bli 100 % baserat på att strålningen från jetflamman blockeras samt att konstruktionen är helt tät mot brandgaser.	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
		100 (Alt. B)	100 (Alt. B)
RID-S- klass 2.3	Motivering:	Inomhus	Utomhus
Punktering giftig gas, svag vind	Alt. A: För bostäder antas skyddsgraden bli 90 % med vidtagen åtgärd [29] eftersom inläckage av giftig gas motverkas av den skyddade placeringen av friskluftsintaget. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas. Skyddsgraden för parkeringshus antas bli 20 % till följd av tätheten mot gaser.	20/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
	Alt. B: För bostäder antas skyddsgraden bli 99 % med vidtagen åtgärd [29] eftersom inläckage av giftig gas motverkas av den skyddade placeringen av friskluftsintaget. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas. Skyddsgraden för parkeringshus antas bli 20 % till följd av tätheten mot gaser.	20/99 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
Punktering giftig gas, stark vind	Samma skyddsgrader som ovan antas.	20/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		20/99 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
Stort hål giftig gas, svag vind	Samma skyddsgrader som ovan antas.	20/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		20/99 (Alt. B)	100 (Alt. B)

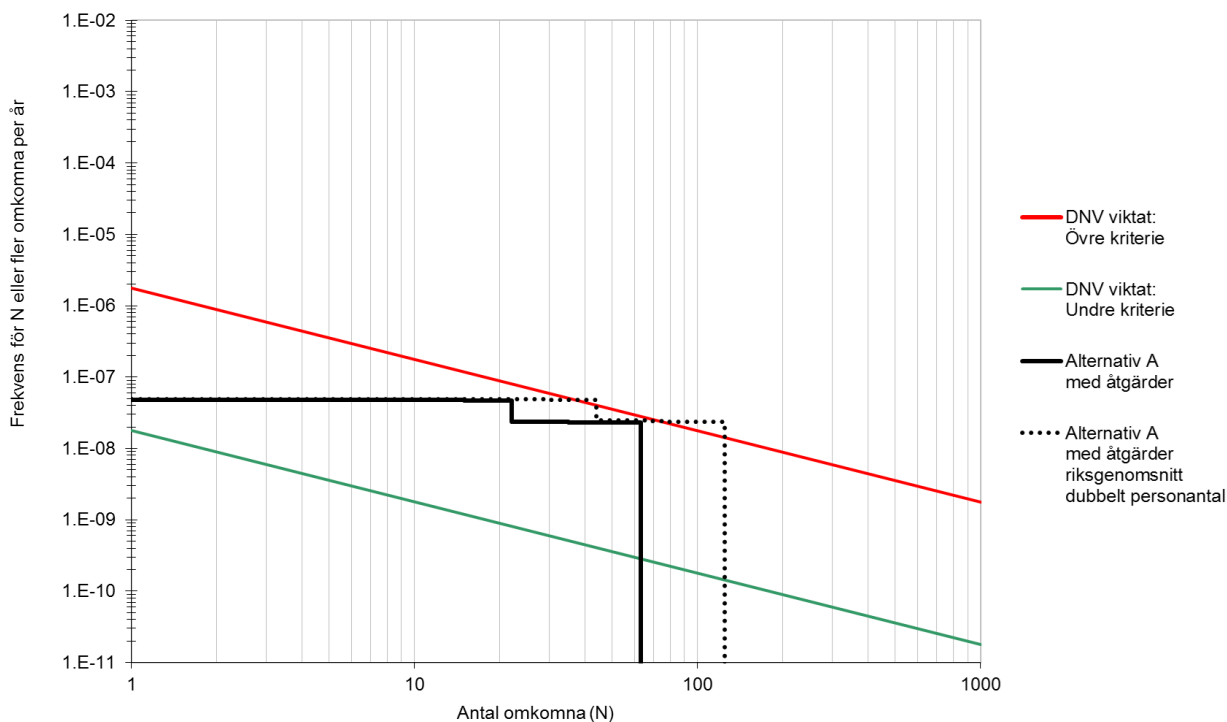
		p-hus/ bostäder)	
Stort hål giftig gas, stark vind	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	20/90 (Alt. A p-hus/ bostäder)	100 (Alt. A)
		20/99 (Alt. B p-hus/ bostäder)	100 (Alt. B)
RID-S- klass 3	<u>Motivering:</u>	Inomhus	Utomhus
Liten pölbrand	<i>Alt. A: Med brandklassad konstruktion inom 40 meter från järnvägen antas skyddsgraden bli 100 % baserat på att strålningen från jetflamman blockeras samt att konstruktionen är helt tät mot brandgaser.</i>	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
	<i>Alt. B: Skyddsgrader förblir oförändrade.</i>	100 (Alt. B)	100 (Alt. B)
Stor pölbrand	<i>Alt. A: Med brandklassad konstruktion inom 40 meter från järnvägen antas skyddsgraden bli 100 % baserat på att strålningen från jetflamman blockeras samt att konstruktionen är helt tät mot brandgaser.</i>	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
	<i>Alt. B: Skyddsgrader förblir oförändrade.</i>	100 (Alt. B)	100 (Alt. B)
RID-S- klass 5.1	<u>Motivering:</u>	Inomhus	Utomhus
Explosion oxiderande ämnen 25 ton	<i>Skyddsgrader förblir oförändrade.</i>	83,3 (Alt. A) 83,3 (Alt. B)	100 (Alt. A) 100 (Alt. B)
Gräsbrand eller dylikt oxiderande ämnen	<i>Alt. A: Med brandklassad konstruktion inom 40 meter från järnvägen antas skyddsgraden bli 100 % baserat på att strålningen från jetflamman blockeras samt att konstruktionen är helt tät mot brandgaser.</i>	100 (Alt. A)	100 (Alt. A)
	<i>Alt. B: Skyddsgrader förblir oförändrade.</i>	100 (Alt. B)	100 (Alt. B)

Bilaga E. Känslighetsanalys

Denna bilaga redovisar genomförda känslighetsanalyser med avseende på de parametrar som anses vara förknippade med störst osäkerheter i kapitel 6.

I Figur 18 illustreras samhällsriskerna för planområdet med utformning enligt alternativ A och med använd fördelning av transporterade RID-S-klasser av farligt gods förbi planområdet och använt personantal jämfört mot fördelning enligt nationellt riksgenomsnitt [10] och dubbelt personantal inom planområdet. Andelen godsvagnar som transporterar farligt gods ändras från 1,92 % till 5 % i jämförelsen. Ur figuren kan utläsas att samhällsriskerna ökar betydligt vid förändring av nämnda parametrar och att samhällriskkurvan hamnar inom området för oacceptabelt hög samhällsrisk för olycksscenarioer med 30 till 44 omkomna och med 60 till över 100 omkomna.

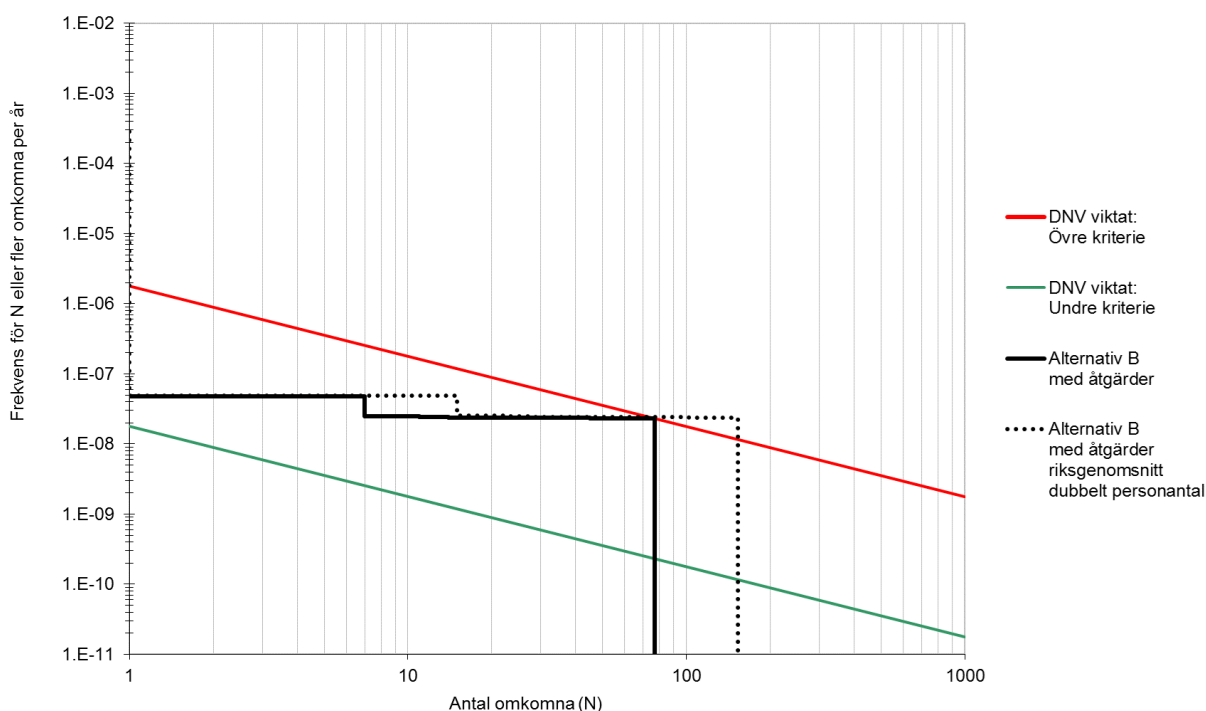
Samhällsrisknivåerna i Figur 18 innebär att ytterligare riskreducerande åtgärder behöver vidtas om utformningen av planområdet medför ett större personantal än vad som beaktas för alternativ A. Då utformning av planområdet enligt alternativ A inte bedöms medföra ett större personantal än vad som beaktas i beräknade samhällsrisknivåer för planområdet föreslås inte ytterligare åtgärder.



Figur 18. Känslighetsanalys för alternativ A.

I Figur 19 illustreras samhällsriskerna för planområdet med utformning enligt alternativ B och med använd fördelning av transporterade RID-S-klasser av farligt gods förbi planområdet och använt personantal jämfört mot fördelning enligt nationellt riksgenomsnitt [10] och dubbelt personantal inom planområdet. Andelen godsvagnar som transporterar farligt gods ändras från 1,92 % till 5 % i jämförelsen. Ur figuren kan utläsas att samhällsriskerna ökar betydligt vid förändring av nämnda parametrar och att samhällsriskkurvan hamnar inom området för oacceptabelt hög samhällsrisk för olycksscenarioer med 75 till över 100 omkomna.

Samhällsrisknivåerna i Figur 19 innebär att ytterligare riskreducerande åtgärder behöver vidtas om utformningen av planområdet medför ett större personantal än vad som beaktas för alternativ B. Då utformning av planområdet enligt alternativ B inte bedöms medföra ett större personantal än vad som beaktas i beräknade samhällsrisknivåer för planområdet föreslås inte ytterligare åtgärder.



Figur 19. Känslighetsanalys för alternativ B.

Bilaga F. Referenser

- [1] B. Svensson, *Muntligen: 2018-01-31*, Trafikverket , 2018.
- [2] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [3] WSP Sverige AB, "Minnet 10, Växjö - Trafikbulerutredning inför bygglov," WSP Sverige AB, Stockholm, 2017.
- [4] WSP Sverige AB, "Detaljerad riskbedömning för detaljplan - Stationsområdet Växjö," WSP Sverige AB, Malmö, 2010.
- [5] WSP Sverige AB, "Riskbedömning för detaljplan - Transport av farligt gods på järnväg - Kv. Mjölner 5 och 6, Kv. Ymer 7, Växjö," WSP Sverige AB, Stockholm, 2015.
- [6] M. Elgström, *Muntligen: 2019-08-27*, LBE Arktiekter AB, 2019.
- [7] L. Lennefors, *Muntligen: 2018-03-07*, Stockholm: Trafikverket, 2018.
- [8] Växjö kommun och Trafikverket , *Trafikdata för prognosår 2040*, Växjö: Växjö kommun och Trafikverket , 2017.
- [9] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [10] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [11] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [12] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [13] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [14] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [15] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [16] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [17] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [18] Banverket och Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2004.
- [19] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [20] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [21] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [22] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [23] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [24] J. Pettersson, *Muntligen: 2012-02-14*, Green Cargo AB, 2012.

- [25] SIKI, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [26] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [27] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [28] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [29] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. Runn, L. Thaning och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), Tumba, 1998.
- [30] Swedisk Standards Institute (SIS), "Eurokod 1 - Laster på bärverk," Swedisk Standards Institute (SIS), Stockholm, 2008.
- [31] Stefan Lamnevik AB, "Verkan av explosioner i det fria," 2010.
- [32] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [33] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [34] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp version 1.1.0., en del av Räddningsverkets informationsbank*, Statens räddningsverk, 1987.
- [35] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.



UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning Växjö 10:35

UPPDRAGSNUMMER
10264785

FÖRFATTARE
Martin Thomasson

DATUM
2019-11-07

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

