



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Detaljerad riskbedömning för kvarteret Kilen

Transport av farligt gods på järnväg

Kvarteret Kilen, Ronneby

2013-10-08

Uppdragsgivare

Ronneby Kommun
372 80 Ronneby
Tel: 0457-61 80 00

WSP kontaktpersoner

Jessica Fälth
Joakim Almén
WSP Sverige AB
Box 574
20125 Malmö

Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7226345

www.wspgroup.se

Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning				
Datum	2013-10-08			
Handläggare	Jessica Fälth			
Granskare	Katarina Herrström			
Uppdragsansvarig	Joakim Almén			
Uppdragsnummer	10186664			

Sammanfattning

Ronneby kommun vill utveckla Kvarteret Kilen från industriområde till en levande och hållbar stadsdel med bostäder, kontor, kultur och rekreation. Området har ett attraktivt läge vid järnvägsstationen och Ronnebyån.

Med anledning av yttranden från Trafikverket, Räddningstjänsten och Länsstyrelsen har WSP upprättat denna rapport på uppdrag av Ronneby kommun. WSP har bedömt riskbilden i området med avseende på olyckor som sker vid urspårning av godståg och persontåg samt olyckor med farligt gods. Inget farligt gods transporteras i dagsläget på sträckan, men eftersom det inte kan uteslutas att detta sker i framtiden har farligt gods inkluderats i riskbedömningen. I analysen har hänsyn tagits till en framtida ökning i tågtrafiken genom området, både gällande persontrafik och godstrafik.

Riskbidraget från järnvägen som löper genom området har beräknats i form av individrisk och samhällsrisk. Även en känslighetsanalys med avseende på ökad trafik och ökad befolkningstäthet har genomförts.

Beräkningarna visar att risken ligger på en acceptabel nivå enligt angivna riskkriterier förutsatt att ett skyddsavstånd på 30 meter från använda spår lämnas obebyggt. Denna obebyggda yta ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

WSP rekommenderar även att ytterligare riskreducerande åtgärder övervägs för byggnaderna närmast använda spår, exempelvis:

- Manuellt avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna vid utsläpp av giftiga gaser. Friskluftsintag till ventilationssystemet placeras på oexponerad sida av byggnaden.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen, för att underlätta trygg och säker utrymning av byggnaden i händelse av en olycka.
- Balkonger kan med fördel placeras på oexponerad sida av byggnaden.

Effekterna av byggnation av en övergång över spåren har inte studerats i denna riskbedömning. Det kan dock konstateras att en övergång hade reducerat den olycksrisk som det innebär att människor behöver promenera över spåren.

Sammanfattning	3
1 Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte och mål	5
1.3 Avgränsningar	5
1.4 Styrande dokument.....	5
1.5 Underlagsmaterial.....	6
1.6 Internkontroll.....	6
2 Områdesbeskrivning	6
2.1 Kvarteret Kilen	6
2.2 Blekinge kustbana	7
3 Omfattning av riskhantering och metod.....	8
3.1 Riskhantering vid fysisk planering.....	8
3.2 Begrepp och definitioner	8
3.3 Metod för riskinventering	9
3.4 Metod för riskuppskattning.....	9
3.4.1 Individrisk.....	9
3.4.2 Samhällsrisk	10
3.5 Metod för riskvärdering	10
3.5.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk	10
3.6 Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder.....	12
4 Riskidentifiering.....	13
4.1 Urspåring	13
4.2 Farligt gods på järnväg	13
5 Riskuppskattning och riskvärdering.....	16
5.1 Individrisknivå	16
5.2 Samhällsrisknivå	17
5.3 Övergång.....	17
6 Osäkerheter och känslighetsanalys	18
6.1 Osäkerheter	18
6.2 Känslighetsanalys.....	18
7 Riskreducerande åtgärder.....	20
8 Slutsatser	21
A.1.1 Urspåring	22
A.1.2 Sammanstötningar/kollisioner	23
A.1.3 Plankorsningsolyckor	23
A.1.4 Växling/rangering	23
A.1.5 Resultat	23
A.1.6 Avstånd från spår för urspårade vagnar	23
B.4 ADR-S klass 2 – Gaser.....	30

1 Inledning

WSP har av Ronneby kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning för planerad bebyggelse utmed järnvägen i kvarteret Kilen i centrala Ronneby. Riskbedömningen ska beskriva riskbilden för området med avseende på transport av farligt gods och urspårning av tåg, samt vid behov ge förslag på tillrädliga riskreducerande åtgärder.

1.1 Bakgrund

Ronneby kommun önskar omvandla kvarteret Kilen i centrala Ronneby från industriområde till en hållbar stadsdel med bostäder, kontor, handel och kultur. Området har ett attraktivt läge nära Ronnebyån, stadskärnan och järnvägsstationen. Med anledning av yttranden från Trafikverket, Räddningstjänsten och Länsstyrelsen upprättas en riskbedömning med avseende på järnvägen som löper genom området. Inget farligt gods transporteras i dagsläget på sträckan men det går inte att utesluta att transport av farligt gods sker i framtiden och detta inkluderas därför i riskbedömningen.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att inkludera beaktande av riskhanteringsprocessen i planering av markanvändning intill järnväg.

Målet med denna riskbedömning är att utreda möjligheterna för exploatering längs med järnvägen i kvarteret Kilen. Detta genom en beskrivning av riskbilden med avseende på transport av farligt gods och urspårning längs sträckan. Vid behov kommer även tillrädliga riskreducerande åtgärder föreslås.

1.3 Avgränsningar

I riskbedömningen belyses risker förknippade med urspårning och transport av farligt gods på Blekinge kustbana. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser eller buller har inte beaktats. I uppdraget ingår inte att studera nollalternativet.

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

1.4 Styrande dokument

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

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

1. människors hälsa och säkerhet, ... (2 kap. 5§)

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till:

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

Länsstyrelsen i Blekinge anger i sina riktlinjer att bebyggelse förbjuds inom 50 meter från farligt godsleder, vilket också har beaktats i denna riskbedömning. För att frångå dessa riktlinjer krävs en detaljerad riskbedömning som visar att risken är acceptabel.

1.5 Underlagsmaterial

Följande underlagsmaterial har funnits till förfogande vid upprättande av analysen:

- Program för detaljplan för Ronneby 26:5, 25:11, 25:16 m.fl, kv Kilen
- Flygfoto och karta över området
- Samrådsyttrande från Länsstyrelsen Blekinge Län
- Remissyttrande från Räddningstjänsten Östra Blekinge
- Yttrande gällande planprogrammet från Trafikverket
- Statistik om transport av farligt gods, MSB

1.6 Internkontroll

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

2 Områdesbeskrivning

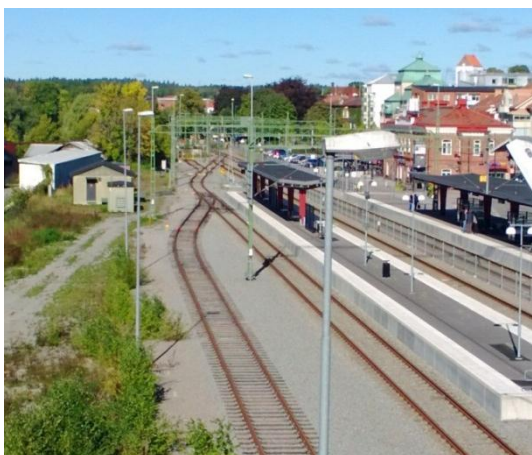
I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet.

2.1 Kvarteret Kilen

Kvarteret Kilen ligger i centrala Ronneby och utgör en yta på 9 ha. Området avgränsas av Ronnebyån åt väster och Järnvägsgatan/Karlskronavägen i nordöst. Genom området löper Blekinge kustbana. Bebyggelsen i området utgörs idag främst av industri- och lagerlokaler. Ronneby kommuns vision för området är en levande stadsdel med bostäder, kultur, handel och kontor samt ett promenadstråk längs med ån. Hållbarhet ska stå i fokus för formgivningen av den nya stadsdelen. Att riskbedömningen görs i ett tidigt skede möjliggör att hänsyn till riskbilden tas vid utformning av området och underlättar för att eventuella riskreducerande åtgärder implementeras i helhetslösningen redan från början.



Figur 1. Kvarteret Kilens lokalisering i Ronneby.



Figur 2. Blekinge kustbana och Ronneby järnvägsstation.



Figur 3. En del av kvarteret Kilen.

2.2 Blekinge kustbana

Blekinge kustbana är en enkelspårig järnväg mellan Kristianstad och Karlskrona. Järnvägen löper genom planområdet och inom området finns även Ronneby järnvägsstation med två perronger. I dagsläget trafikeras två av spåren med persontrafik, i snitt 36 persontåg/dygn. Persontågen är av typen X-31 med tre vagnar per tåg¹. Ingen godstrafik transporteras på sträckan utom vid sällsynta tillfällen och ingen transport av farligt gods äger rum längs sträckan.

I dagsläget finns ingen övergång utan resande behöver promenera över spåren. Det finns dock planer på att eventuellt bygga en övergång i samband med utveckling av området.

I Figur 2 och 3 ses delar av området. Området är flackt utan höjdskillnader.

¹ Jan Johansson, Blekingetrafiken, muntlig källa.

3 Omfattning av riskhantering och metod

Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts. Mer detaljerade beräkningsgångar hittas i Bilaga A och B.

3.1 Riskhantering vid fysisk planering

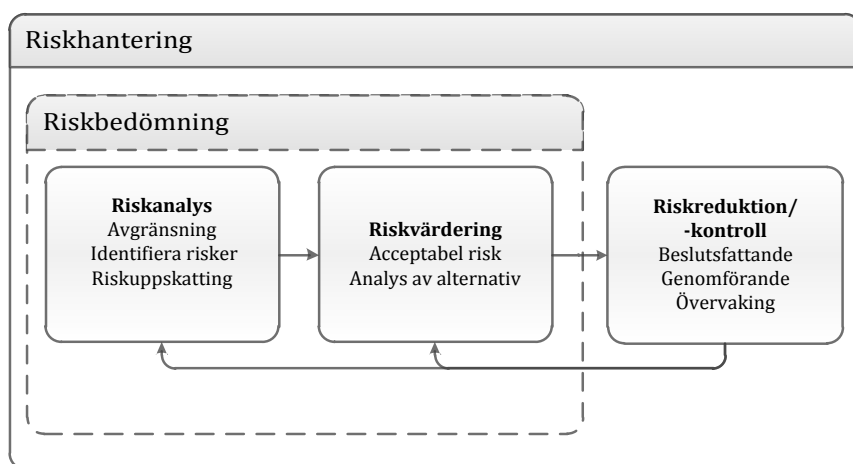
Vid samhällsplanering bör säkerhetsfrågor beaktas genom planprocessens alla delar. Det är en stor fördel om riskbedömning genomförs i ett så tidigt skede som möjligt för att underlätta implementeringen av riskreducerande åtgärder. Riskhänsyn kan bland annat komma in vid beslut om placering av bostäder och annan bebyggelse. Vid utformning av bebyggelse kan riskhänsyn tas då det gäller exempelvis ventilation, utrymningsvägar och val av byggmaterial. Även skyddsavstånd mellan bebyggelse och riskkällor utgör ett effektivt sätt att hålla riskerna för människor och bebyggelse inom området på en acceptabel nivå.

3.2 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 system², riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 4. 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 4. 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.

² ISO. Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73*. Geneva : International Organization for Standardization, 2002.

I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

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

3.3 Metod för riskinventering

Riskinventeringen i detta projekt bygger på kartstudier samt kontakt med Ronneby kommun. Ett platsbesök genomfördes den 24 september 2013. Närvarande vid platsbesöket var Joakim Almén och Jessica Fälth från WSP samt David Gillanders och Helena Sandberg från Miljö- och byggnadsnämnden, Ronneby kommun.

3.4 Metod för riskuppskattning

Frekvensen för en järnvägsolycka beräknas med hjälp av Banverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport³. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, vilket redovisas i Bilaga A.

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

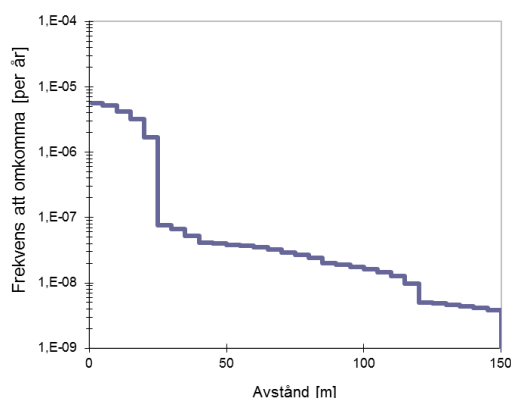
I denna rapport har riskmåten individrisk och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods transporter och urspårning av tåg.

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

3.4.1 Individrisk

Individrisken är sannolikheten att omkomma för en person som kontinuerligt vistas på en specifik plats, t.ex. på ett visst avstånd från en industri eller transportled, oftast utomhus⁴. Individrisken är platsspecifik och är oberoende av hur många personer som vistas i det givna området. Syftet med riskmålet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individrisken kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 5.



Figur 5. Exempel på en individriskkurva.

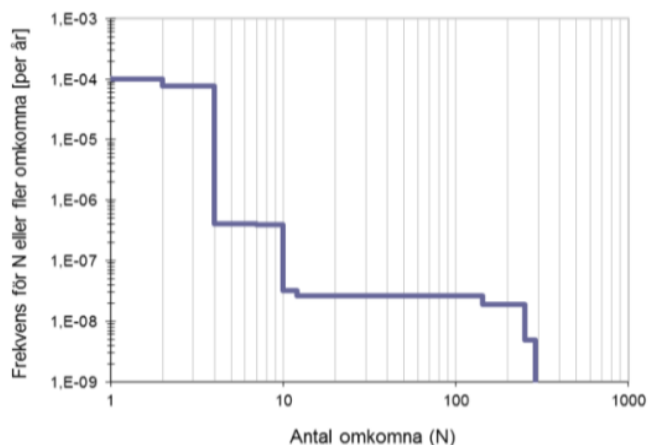
³ Fredén, Sven. *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Borlänge : Banverket, 2001.

⁴ Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane. *Värdering av risk*. FoU rapport - DNV. u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.

3.4.2 Samhällsrisk

Riskmättet samhällsrisk beaktar även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsrisken redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 6, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.



Figur 6. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

3.5 Metod för riskvärdering

Både individrisk och samhällsrisk används vid uppskattning av risknivån i ett område, så att risknivån för den enskilde individen beaktas samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

3.5.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk

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 (DNV) förslag på riskkriterier⁵ gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla. Följande förslag till tolkning rekommenderas⁶:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt

⁵ Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane. *Värdering av risk*. FoU rapport - DNV. u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.

⁶ Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane. *Värdering av risk*. FoU rapport - DNV. u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.

att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall 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. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

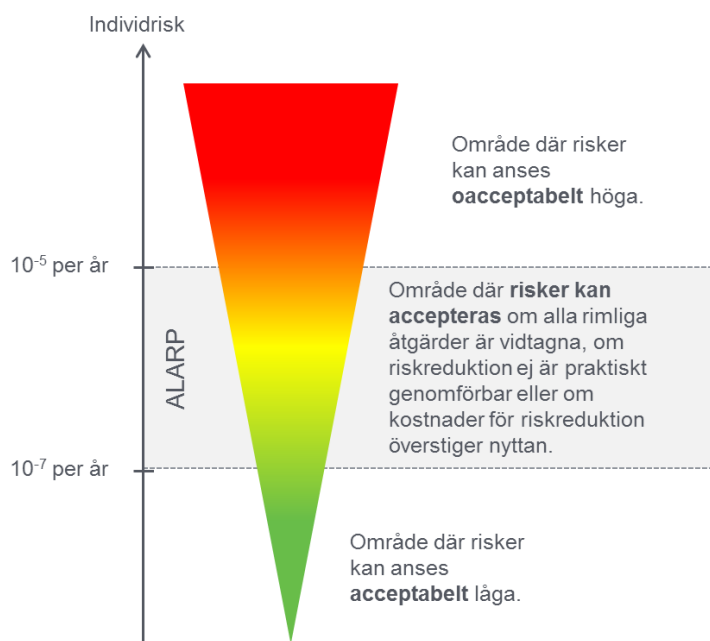
För individrisk föreslog DNV följande kriterier:

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

För samhällsrisk föreslog DNV följande kriterier:

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

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Kriterierna för samhällsrisk är avpassade för sträckor på 1 km, vilka också är studerad sträcka i de beräkningar som genomförts.



Figur 7. Riskbedömning vid fysisk planering.

3.6 Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*⁷, vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

⁷ Räddningsverket och Boverket. *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.

4 Riskidentifiering

Detta kapitel innehåller en beskrivning av de risker som identifierats förknippat med järnvägen som går genom kvarteret Kilen.

4.1 Urspåring

Ett urspårande tåg kan träffa byggnader eller människor som befinner sig på planområdet. Konsekvenserna av en urspåring är beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. I beräkningarna används uppskattade trafikflöden för år 2030, för att ha marginaler för en ökning i både person- och godstrafiken. Beräkningsgången beskrivs i Bilaga A.

4.2 Farligt gods på järnväg

Inget farligt gods transporteras genom Ronneby i dagsläget. Det går dock inte utesluta att detta sker i framtiden och det behöver därför beaktas i riskbedömningen. Då det inte går någon godstrafik genom Ronneby idag uppskattas antalet godstransporter år 2030 till 800 transporter/år, vilket är det ungefärliga antalet godstransporter/år i Sölvesborg i dagsläget.

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 regelsamlingar⁸ som tagits fram i internationell samverkan. Antalet transporter av farligt gods genom Ronneby år 2030 uppskattas med hjälp av riksgenomsnittet för andel transporterat gods som klassificeras som farligt gods, vilket är 4%⁹.

Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt det så kallade RID-S-systemet som baseras på den dominerande risken med att transportera ett visst ämne eller produkt.

I Tabell 1 redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid järnvägsolycka.

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

RID-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc.	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger <u>skadeområde med uppemot 250 m radie</u> (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma båda inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie.
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, brinnande gasmoln eller BLEVE. <u>Konsekvensområden över 100-tals m</u> . Omkomna både inomhus och utomhus.

⁸ MSB. ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.

⁹ Trafikanalys. Godstransporter i Sverige. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 2012:7.

3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt eller giftig rök. <u>Konsekvensområden vanligtvis inte större än 40 m för brännskador.</u> Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålning, giftig rök. <u>Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.</u>
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. <u>Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 250 m.</u>
6	Giftiga och smittförändande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. <u>Konsekvenserna begränsas till närområdet.</u>
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras ofta som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. <u>Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (LC₅₀).</u> Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. <u>Konsekvenser begränsade till närområdet.</u>

Då det inte transporteras något farligt gods på sträckan i dagsläget så antas en fördelning av de olika RID-S klasserna enligt statistik från MSB¹⁰ i beräkningarna, se Tabell 2.

Tabell 2 Fördelning av farligt gods med avseende på RID-S Klass.

RID-S Klass	Andel (%)
1.	0,0
2.1	11,1
2.2	0,4
2.3	3,7
3.	53,9
4.1	0,1
4.2	0,1
4.3	1,1

¹⁰ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. *Transport av farligt gods*. 2006

5.1	12,0
5.2	0,1
6.1	1,3
6.2	0
7.	0,0
8.	10,1
9.	6,0

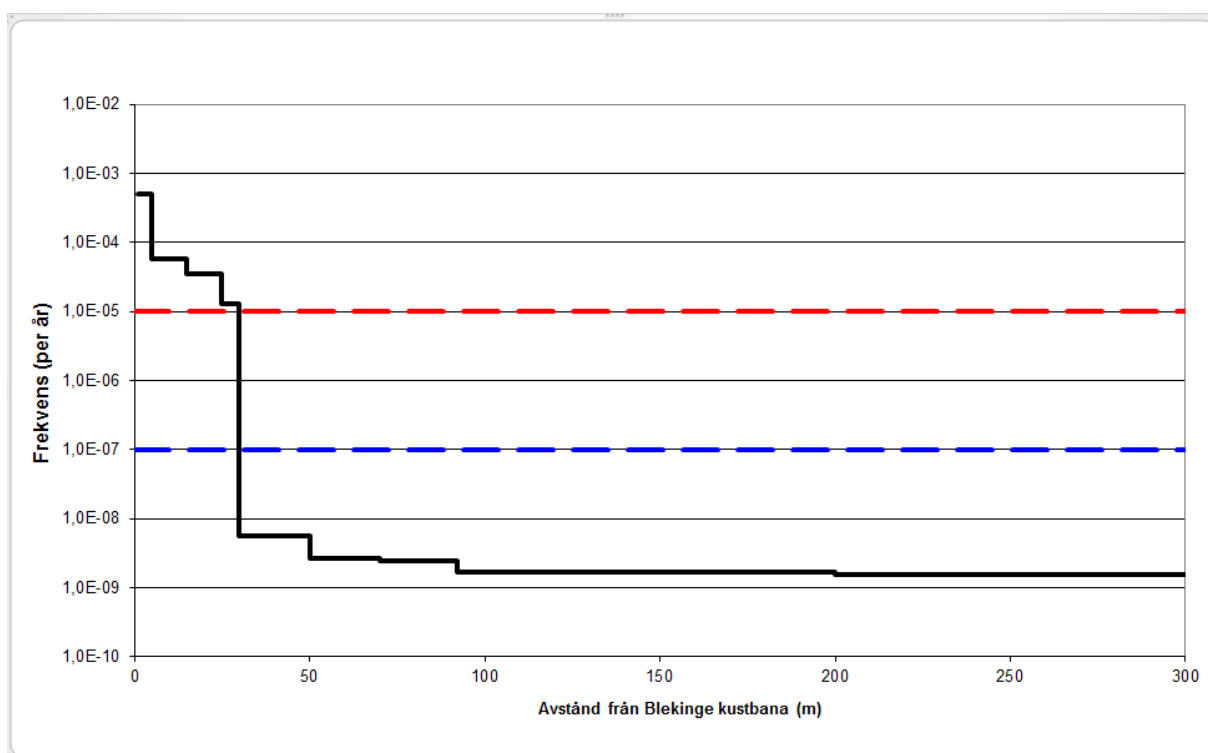
I riskbedömningen kommer endast olyckor som involverar RID-S Klass 2, 3 och 5 att behandlas. Utifrån beskrivningarna i Tabell 1 bedöms farligt gods kategorierna 4, 6, 7, 8 och 9 inte vara relevanta för riskbedömningen då de har ett kort konsekvensområde begränsat till närområdet. Då RID-S klass 1 inte förväntas transporteras längs sträckan kommer inte heller denna ämnesklass inkluderas i riskbedömningen.

5 Riskuppskattning och riskvärdering

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

5.1 Individrisknivå

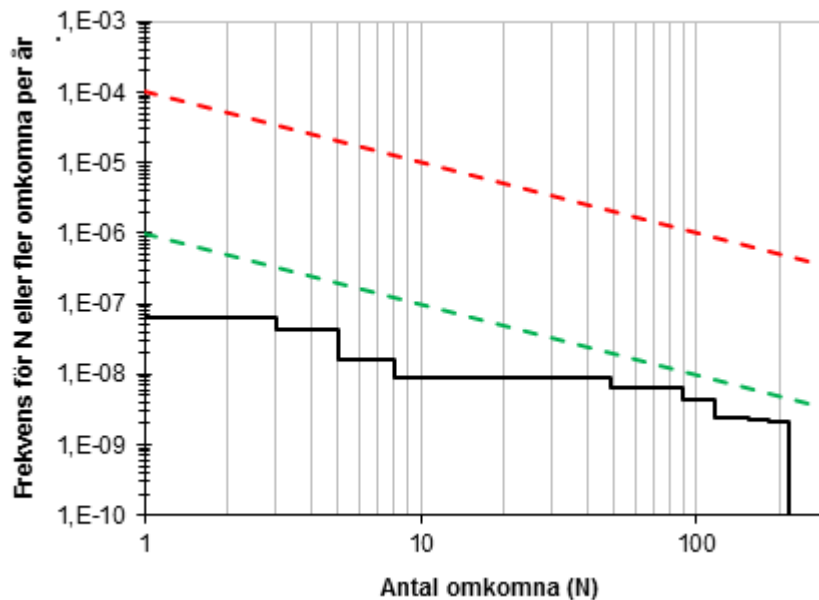
I Figur 8 visas individrisken för det området. De röda och blå streckade linjerna visar övre och undre gränsen för ALARP-området, vilket presenterades i avsnitt 3.5. Inom detta område är risken acceptabel om alla rimliga riskreducerande åtgärder vidtas. Individriskkurvan visar att risken ligger på en acceptabel nivå efter 30 meter från de använda spåren. På avstånd som understiger 30 meter är risken oacceptabelt hög. Eftersom detta riskmått inte tar hänsyn till befolkningstätheten är det även intressant att studera samhällsrisken för området, se nästa avsnitt.



Figur 8. Individrisken för det aktuella området.

5.2 Samhällsrisknivå

Den beräknade samhällsrisk för området redovisas i Figur 9. De streckade röda och gröna linjerna visar den övre och undre gränsen till ALARP-området. Det kan i figuren utläsas att samhällsrisk ligger på en acceptabel nivå enligt DNVs kriterier presenterade i avsnitt 3.5.



Figur 9. Samhällsrisk för det aktuella området.

5.3 Övergång

Effekterna av byggnation av en övergång över spåren har inte studerats i denna riskbedömning. Det kan dock konstateras att en övergång hade reducerat den olycksrisk som det innebär att människor behöver promenera över spåren.

6 Osäkerheter och känslighetsanalys

6.1 Osäkerheter

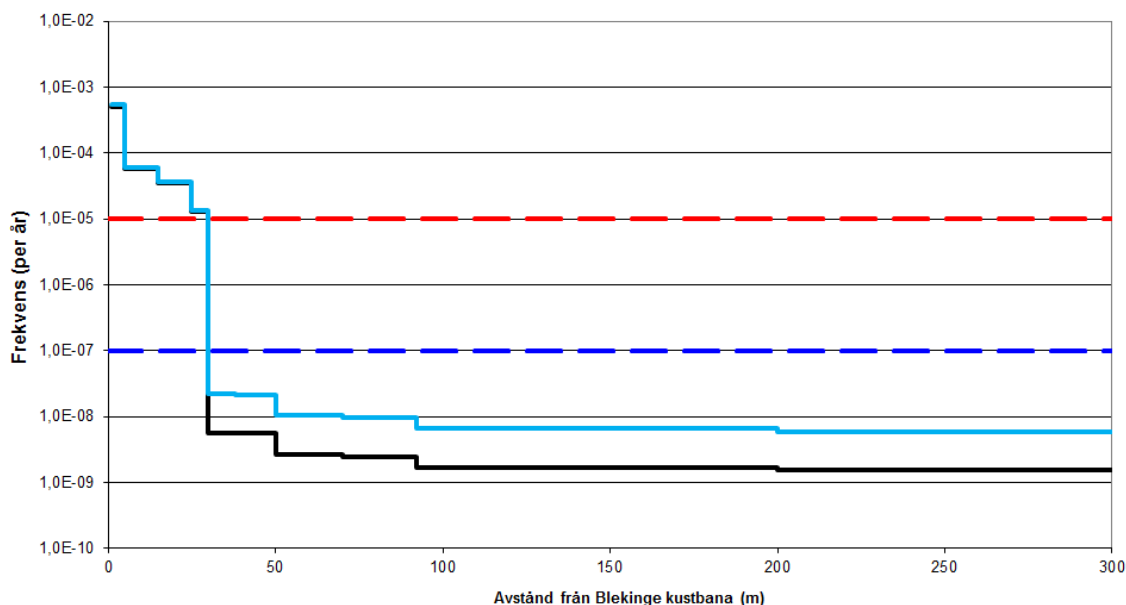
Det finns alltid osäkerheter kopplade till en riskbedömning. Nedan presenteras några parametrar som är förknippade med osäkerheter:

- Framtida trafikflöden på järnvägen
- Framtida flöde av farligt gods på järnvägen – antal transporter och transporterade mängder
- Konsekvensområden för farligt gods-klasser
- Personantal inom studerat område

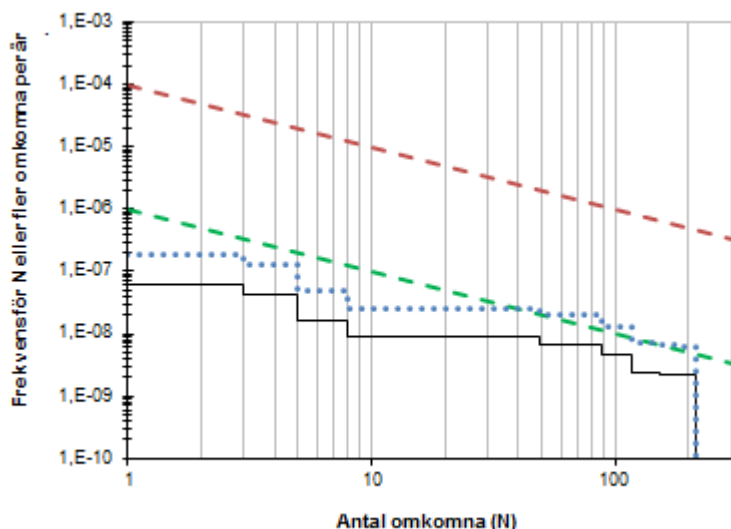
Då data har saknats har antaganden gjorts. Dessa har varit konservativa för att inte underskatta risken. I känslighetsanalysen nedan undersöks hur stor påverkan vissa av de osäkra parametrarna har på riskbilden.

6.2 Känslighetsanalys

I genomförd känslighetsanalys fördubblades antalet godstransporter/ år, antalet persontransporter/år och andelen farligt gods. Resultatet för individrisken ses i Figur 10 där blå heldragen linje visar risken vid ökad transport och svart linje visar grundberäkningen. Individrisken ökar något, men gränsvärdet för övergång mellan acceptabel och oacceptabel risk ligger fortfarande på 30 meter. En ökning i trafiken påverkar inte att individrisken förblir acceptabel efter 30 meter från de använda spåren.



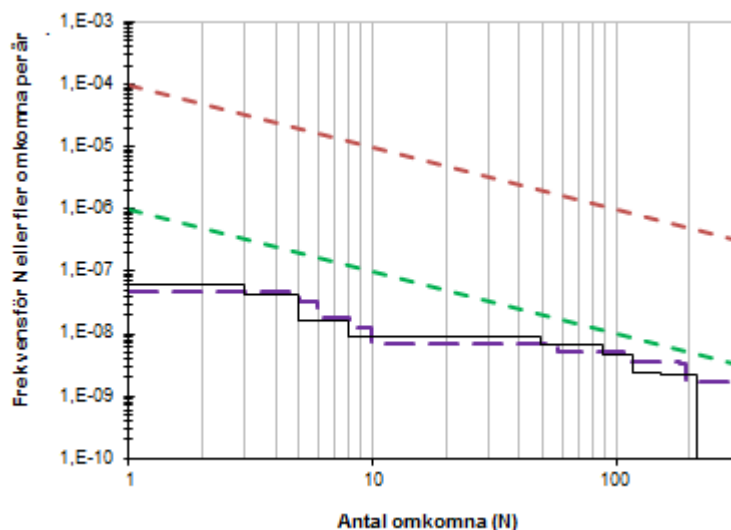
Figur 10. Individrisken för området. Blå heldragen linje visar risken vid ökad transport och svart linje visar grundberäkningen.



Figur 11 Samhällsrisk för området, där blå streckad linje visar samhällsrisk vid ökning i trafik och den svarta linjen visar ursprungsberäkningen.

Resultatet för känslighetsanalys av samhällsrisk ses i Figur 11. Samhällsrisk vid trafikökning ökar något och ligger lågt inom ALARP området. Detta innebär att samhällsrisk inte når en oacceptabel nivå.

Även en känslighetsanalys med ökad persontäthet genomfördes. Persontätheten ökades med 1000 personer/m² både nattetid och dagtid till 3500 respektive 2500 personer/m². Persontätheten påverkar inte individrisken men samhällsrisk visas i Figur 12. Den lila streckade linjen visar samhällsrisk vid ökad persontäthet och den svarta linjen visar grundberäkningen. Samhällsrisk ligger fortfarande på en acceptabel nivå.



Figur 12 Samhällsrisk i området. Grön linje visar samhällsrisk vid ökad persontäthet och röd linje visar grundberäkningen.

7 Riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Riskreducerande åtgärder har identifierats utifrån Boverkets och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*.

Då individrisken i området ligger på en oacceptabel nivå under 30 meter från använda spår anses följande riskreducerande åtgärd lämplig:

- Skyddsavstånd på 30 meter. Åtgärden innebär att skyddsvärt objekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. Skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder. Åtgärden är mest effektiv på korta avstånd, och effektiviteten avtar med avståndet. I det aktuella området bör 30 meter från använda spår hållas bebyggelsefritt och utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Med ett bebyggelsefritt avstånd från använda spår på 30 meter ligger individrisk och samhällsrisk på en acceptabel nivå. WSP rekommenderar dock att ytterligare riskreducerande åtgärder övervägs för byggnaderna som placeras närmast järnvägen. Exempel på riskreducerande åtgärder som skulle kunna vara lämpliga för bebyggelsen närmast järnvägen listas nedan:

- Manuellt avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna vid utsläpp av giftiga gaser. Friskluftsintag till ventilationssystemet placeras på oexponerad sida av byggnaden.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen, för att underlätta trygg och säker utrymning av byggnaden i händelse av en olycka.
- Balkonger kan med fördel placeras på oexponerad sida av byggnaden.

8 Slutsatser

Riskbidraget från järnvägen som löper genom området har beräknats i form av individrisk och samhällsrisk. Beräkningarna visar att risken ligger på en acceptabel nivå förutsatt att ett skyddsavstånd på 30 meter från använda spår lämnas obebyggt. Denna obebyggda yta ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

WSP rekommenderar även att ytterligare riskreducerande åtgärder övervägs för byggnaderna närmast använda spår, exempelvis:

- Manuellt avstängningsbar ventilation för att minska konsekvenserna vid utsläpp av giftiga gaser. Friskluftsintag till ventilationssystemet placeras på oexponerad sida av byggnaden.
- Placering av entréer så att de ej vetter mot järnvägen, för att underlätta trygg och säker utrymning av byggnaden i händelse av en olycka.
- Balkonger kan med fördel placeras på oexponerad sida av byggnaden.

Effekterna av byggnation av en övergång över spåren har inte studerats i denna riskbedömning. Det kan dock konstateras att en övergång hade reducerat den olycksrisk som det innebär att människor behöver promenera över spåren.

Bilaga A - Frekvens- och sannolikhetsuppskattningar

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Banverkets *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*¹¹. Därefter används händelseträdsmetodik för att bedöma frekvenserna för de scenarier som kan få konsekvensen att minst en person skadas allvarligt eller omkommer. Det bör påpekas att det är frekvensen för järnvägsolycka (antal olyckor per år) och inte sannolikheten som skattas med denna modell.

A.1 Sannolikhet för urspårning

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

- Totalt antal tåg (persontåg och godståg) som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år). I dagsläget trafikeras sträckan av 36 persontåg/genomsnittsvardagsdygn¹². Det antas i beräkningarna att persontågtrafiken genom Ronneby kommer fördubblas till 2030, dvs. 72 tågpassager/dygn, då detta är Region Blekinges målsättning. I dagsläget går ingen godstrafik på sträckan. I brist på prognos för utvecklingen av godstrafikflödet genom Ronneby antas det i beräkningarna att antalet godstågspassager år 2030 kommer uppgå till 800 passager/år, vilket är ungefär så många som i dagsläget sker i Sölvesborg. Det totala antalet tågpassager/år uppgår därför till 18 440 st.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år). Antalet vagnar per godståg uppskattas till 20 st. Antalet vagnar per persontåg är 3 stycken i dagsläget. Vid en fördubbling av persontrafiken kommer antagligen vissa av tågen dubbelkopplas till 6 vagnar per persontåg. Det antas förenklat i uträkningarna att antalet tågpassager fördubblas till 2030 och att längden på tågen förblir 3 vagnar/tåg. Detta ger totalt ca 85 000 vagnar/år.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket har antagits till 4 st.
- Antalet spår. I dagsläget används två spår och det antas i beräkningarna att antalet använda spår inte kommer utökas.
- Antal växlar på sträckan, 4 st.

A.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 33:

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

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

¹¹ Banverket. *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. 2001.

¹² Malin Dahlberg, Trafikverket. Muntlig uppgift.

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

A.1.2 Sammanstötningar/kollisioner

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

A.1.3 Plankorsningsolyckor

Längs studerad sträcka finns inga plankorsningar.

A.1.4 Växling/rangering

Längs studerad sträcka finns det 4 st växlar. Det anses inte troligt att rangering kommer ske på sträckan.

A.1.5 Resultat

Den totala frekvensen för en urspårning (godståg eller persontåg) på sträckan är $9,72 \cdot 10^{-3}$ per år. Frekvensen för en olycka med godståg är $4,22 \cdot 10^{-4}$ per år.

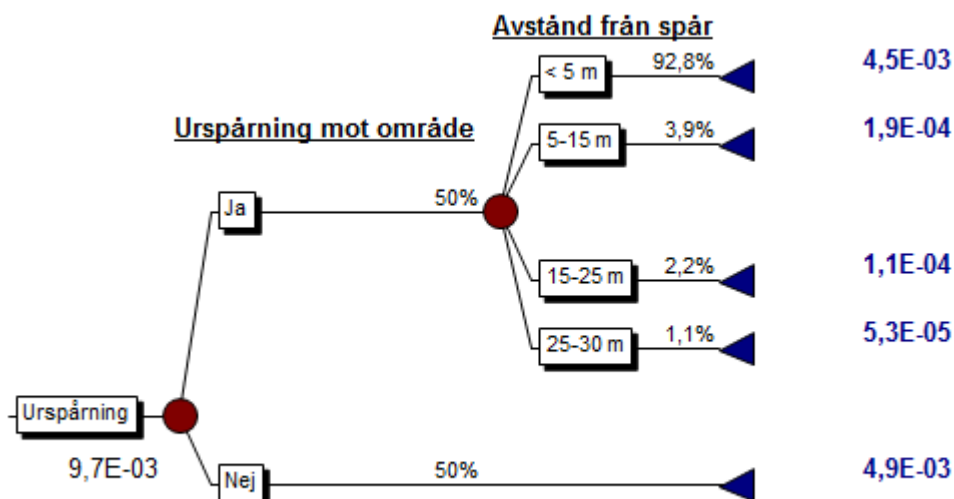
A.1.6 Avstånd från spår för urspårade vagnar

Hur omfattande de skador som uppstår vid en urspårning blir beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar. I Tabell 44 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning.

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

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Medel	73,93%	18,88%	3,87%	2,22%	1,10%

En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för godståg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 13.



Figur 13. Händelseträd med sannolikheter för urspårningar.

A.2 Järnvägsolycka med transport av farligt gods

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

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt A.1.5 beräknad till $4,22 \cdot 10^{-4}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar¹³. Andelen av godstransporterna som innehåller farligt gods antas vara 4 %.

Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1 - (1 - 0,04)^{3,5}$$

Vilket ger att frekvensen för att en farligt godsvagn spårar ur på den aktuella sträckan blir

$$4,22 \cdot 10^{-4} \cdot (1 - (1 - 0,04)^{3,5}) = 5,62 \cdot 10^{-5}$$

A.3 Olycksscenarier - händelseträdsmetodik

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

A.3.2 RID-klass 2 – Gaser

I beräkningarna antas 90 % av gaserna utgöras av brandfarliga gaser och 10 % av 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 0,01 i båda fallen. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 0,98.

¹³ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.

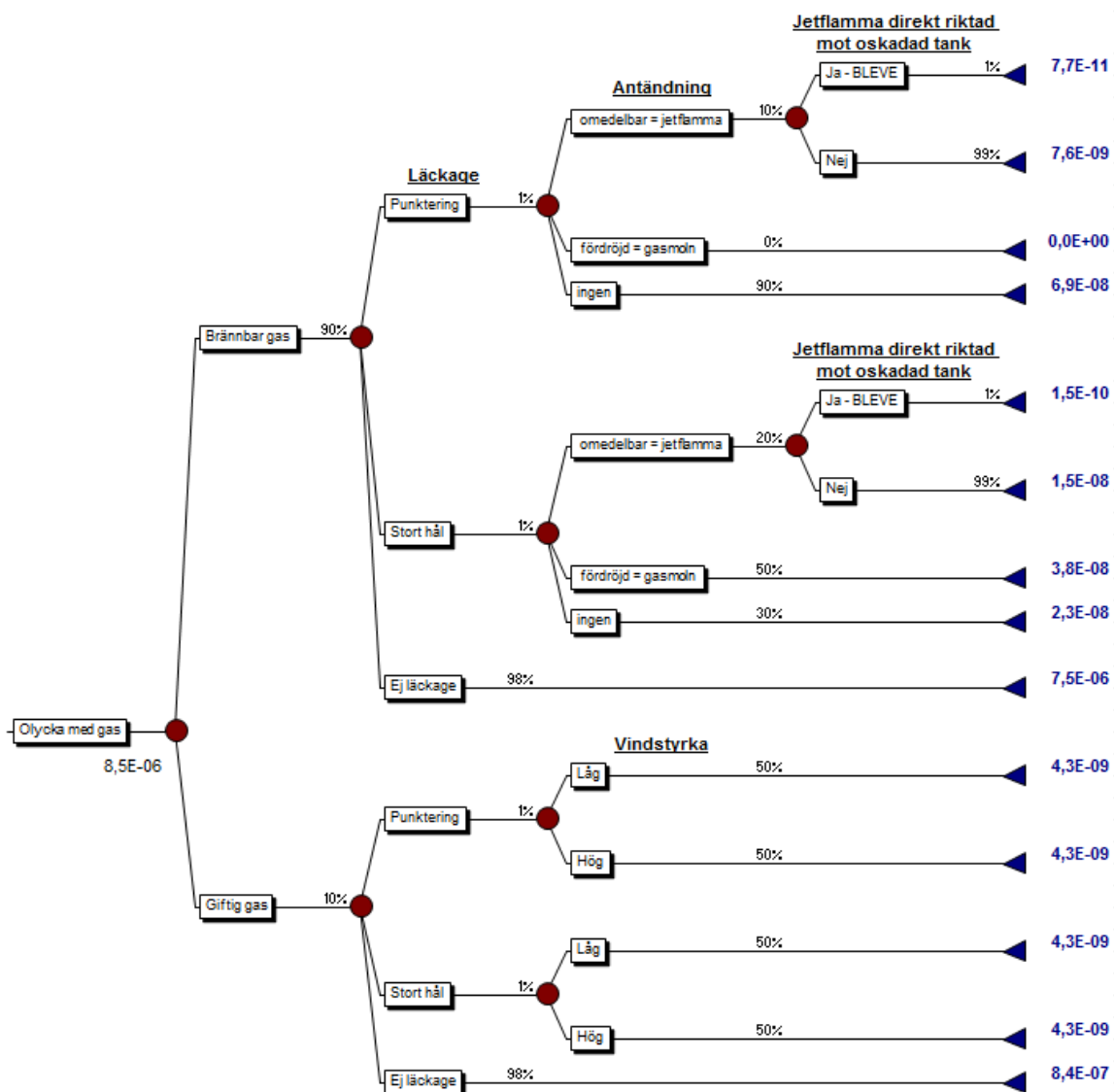
För brännbara gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln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

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

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

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 0,2, 0,5 och 0,3. En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten, konservativt ansätts 0,01.

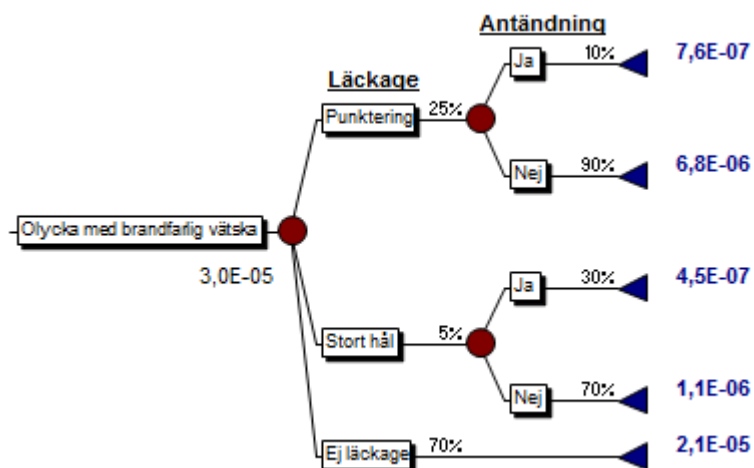
För olycka med giftiga gaser påverkar dessutom vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s). I Figur 14 redovisas olika scenarion för en olycka med gas.



Figur 14. Händelsetråd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

A.3.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

Sannolikheten för ett läckage av brandfarlig vätska genom litet hål sätts till 0,25 och sannolikheten för läckage genom ett större hål till 0,05. Vid läckage genom punktering antas en risk på 0,1 för antändning och motsvarande 0,3 vid läckage från stort hål. Händelsetrådet för utsläpp av brandfarlig vätska visas i Figur 15.



Figur 15. Visar händelseträdet för en olycka med transport av brandfarlig vätska.

A.3.5 RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

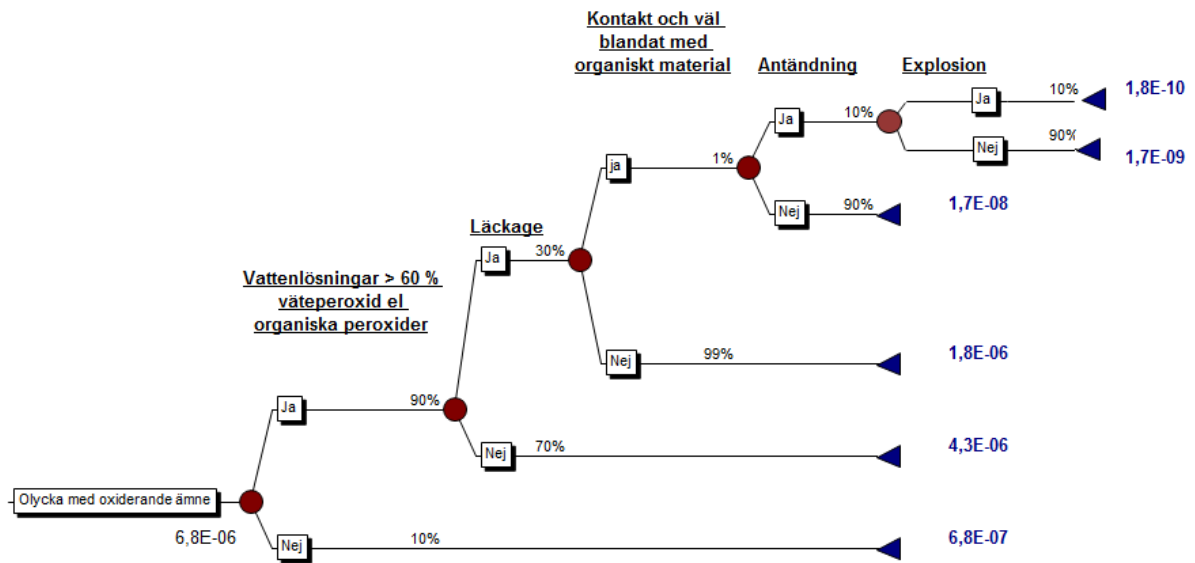
RID-klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. Vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp och detsamma gäller för organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

Vissa organiska peroxider är så känsliga att de endast får transporteras under temperaturkontrollerade förhållanden. Dessa ämnen får ej transporteras på järnväg enligt RID.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30% (se ovan i avsnitt A.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 1% (0,05% antas i FÖP för transporter av farligt gods i Göteborg). 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. Sannolikheten för explosion uppskattas därefter till 10%. I Figur 16 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 16. Visar händelseträdet vid en olycka med oxiderande ämne.

Bilaga B Konsekvensberäkningar

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

Alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har beräknats/uppskattats utifrån att olyckan inträffar på närmsta förekommande spår, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid mekanisk skada orsakad av urspårning har dock de urspårande vagnarnas avstånd från spåret beaktats. För individriskberäkningarna uppskattas ett avstånd till vilket dödliga konsekvenser uppstår. För gruppriskberäkningarna uppskattas ett förväntat antal omkomna.

B.1 Persontäthet

Samhällsrisikberäkningarna genomförs för 1 km² med utgångspunkt i grova uppskattningar av persontätheten inom detta område. Inom området uppskattas en homogen persontäthet.

Två olika persontätheter antas beroende på om det är dag eller natt. Genomsnittspersontätheten i Ronneby är 1552¹⁴ personer/km². Kvarteret Kilen förväntas bli mer tätbefolkat och därför antas en persontäthet på 2500 personer/km² nattetid då majoriteten av de boende befinner sig i hemmet och 1500 personer/km² dagtid då en betydande andel av de boende förväntas befinna sig utanför hemmet.

Förhållande gällande befolkningsmängd för dagtid antas gälla 1/2 av dygnet och nattetid antas råda 1/2 av dygnet. Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast väggkant. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 30 meter ett befolkningsfritt avstånd från spåret. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisiken. 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.

B.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.

B.3 Uppskattade konsekvenser för olyckor med farligt gods

Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt gods-klasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för de scenarier som beskrivs i bilaga A. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts. Följande kriterier för bedömning av konsekvensområde där personer antas omkomma har använts:

- Explosion: Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck.
- Giftig gas: Gränsvärde för dödliga skador (LC₅₀) för klor är 250 ppm.
- Värmestrålning: Nivåer över 15 kW/m² orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering.

Vid bedömning av antalet omkomna har personantalet enligt avsnitt B.1 använts, tillsammans med konsekvensavsnittet i detta avsnitt för de olika ämnena.

Tabell 5. Konsekvensavstånd för olika scenarier vid olycka med farligt gods.

Scenario	Konsekvensavstånd (meter)
BLEVE	200
Jetflamma, punktering	18

¹⁴ Statistiska Centralbyrån. www.scb.se

Jetflamma, stort hål	91
Gasmoln, punktering	50
Gasmoln, stort hål	50
Punktering giftig gas, svag vind 2 m /s	38
Punktering giftig gas, stark vind 8 m/s	34
Stort hål giftig gas, svag vind 2m/s	755
Stort hål giftig gas, stark vind 8 m/s	880
Liten pölbrand	17
Stor pölbrand	23
Explosion oxiderande ämnen 25 ton	250
Brand oxiderande ämnen	23

B.4 ADR-S klass 2 – Gaser

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brandfarliga och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken ungefärlig spridningsvinkel som konsekvensområdet får.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

A.1. ADR-S riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brandfarlig gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar, och att mängden gas i en tankbil är 25 ton.

Programvaran *Spridning Luft* har använts för spridningsberäkningarna.

Tabell 6. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm ²]
Litet	17,9	0,32	0,08
Mellanstort	0,9	1,03	0,83
Stort	0,09	4,56	16,37

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).

- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

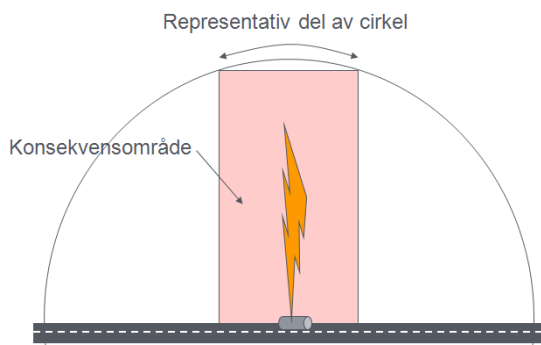
A.1.1 BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*¹⁵. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

A.1.2 Jetflamma

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*¹⁶ används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 17.



Figur 17. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

A.1.3 Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran Spridning Luft används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor.

¹⁵ FOA. *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker*, FOA - R-00490-990-SE. u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.

¹⁶ CCPS. *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA*. u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.

A.2. ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmet *Spridning Luft*. Följande indata har använts: Tankbil med 24 ton svaveldioxid, omgivningstemperatur 15°C, packningsläckage eller hål på tank, tät skog/stad (ytråhet 1m), stabilitetsklass B.

För låg vindstyrka används vindhastigheten 2 m/s och för hög vindstyrka 6 m/s. Konsekvensområdet approximeras sedan med en cirkelsektor.

A.3. ADR-S klass 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Det 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.

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) respektive 400 m² (*stort*). All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

A.4. ADR-S klass 5

Två typer av olycksscenarioer med påverkan på omgivningen har identifierats i samband med olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: Explosion och brand.

A.4.1 Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

Resultaten visar att personer i omgivningen omkommer inom drygt 30 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter.

A.4.2 Brand

En brand som inkluderar ämnen i ADR-S klass 5 är mycket intensiv, eftersom dessa ämnen är brandunderstödjande. Grovt antas en sådan brand motsvara en stor pölbrand så som den beaktas inom ADR-S klass 3 ovan. Konsekvensavståndet blir därmed 30 meter.

WSP Sverige AB

Box 574

20125 Malmö

Tel: +46 10 7225000

Fax: +46 10 7226345

www.wspgroup.se

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE

