

DETALJERAD RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN

Barkåkra, Ängelholms kommun

Slutgiltig handling

2009-09-04, rev. 2016-05-03

Upprättad av: Mattias Nordwall, reviderad av Katarina Herrström

Kontrollerad av: Daniel Sirensjö och Fredrik Larsson

Godkänd av: Daniel Sirensjö, revidering av Katarina Herrström

DETALJERAD RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN

Barkåkra, Angelholms kommun

Slutgiltig handling

2009-09-04, reviderad 2016-05-03

Dokumentinformation

Process:	Fysisk planering			
Skede	Detaljplan			
Uppdragsgivare:	PEAB Bostad AB			
Uppdragsnummer:	10125942, revidering 10230871			
Upprättad av:	Mattias Nordwall, rev. Katarina Herrström			
Kontrollerad av:	Daniel Sirensjö, rev. Fredrik Larsson			
Godkänd av:	Daniel Sirensjö, rev. Katarina Herrström (uppdragsansvarig)			
Datum	Rev	Status	Upprättad av	Kontrollerad av
2009-09-04		Granskningshandling	MN	DS
2016-04-29		Granskningshandling	KH	FL
2016-05-03		Slutgiltig handling	KH	-

Konsult

WSP Brand & Risk
Box 574
20125 Malmö
Besök: Jungmansgatan 10
Tel: +46 40 35 42 00
Fax: +46 40 35 43 99
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Sammanfattning

WSP Brand & Risk genomförde en detaljerad riskbedömning 2009-09-04 för aktuellt planområde. I samband med att PEAB avser planlägga området uppdateras riskbedömningen för detaljplanen under våren 2016 för att ta hänsyn till bl.a. nya prognoser för tågtrafik.

WSP har av PEAB AB fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning för att belysa riskbilden förknippad med Västkustbanans sträckning genom planområdet Barkåkra i Ängelholm.

Syfte med riskbedömningen är att undersöka hur järnvägen påverkar planområdet ur ett riskperspektiv samt att uppfylla länsstyrelsens i Skåne län krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Målet med riskbedömningen är att identifiera och bedöma möjliga olyckor, förknippat med järnvägen, samt att ge svar på om planerad etablering kan uppföras med avseende på risknivån. Riskbedömningen avser även att ge svar på om eventuella åtgärder måste genomföras för att möjliggöra planen.

Riskbedömningen behandlar olycksrisker med transporter på järnväg och dess påverkan på omgivande människors hälsa. Detta innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis eventuella skador på trafikanter, miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller liknande.

Då individrisken ligger under den undre gränsen kan bebyggelsen accepteras utan att några ytterligare riskreducerande åtgärder planeras. Dock kommer en bullervall alternativt bullerplank byggas vilket kommer att sänka risknivån ytterligare. Att järnvägen går i skärning medför även det en viss riskreducerande effekt men har endast i detta fall getts effekt som avåkningsskydd. Resultatet kan därför anses konservativt.

Eftersom samhällsrisknivån ligger inom ALARP-området, innebär det att risknivån enligt definitionen är acceptabel om rimliga åtgärder vidtas.

Följande åtgärder föreslås:

- Skyddsavstånd om 40 meter mellan bebyggelse och spår (implementerat i planen)
- Mark inom skyddsavstånd planeras så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering accepteras bortom 30 meter.
- Vall och höjdskillnad (implementerat i planen).
- Friskluftsintag på flerbostadshus placeras på oexponerad sida, bort från riskkällan.

Med dessa åtgärder bedömer WSP att risnivån är acceptabel.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE	5
1.3	MÅL	5
1.4	AVGRÄNSNINGAR	5
1.5	OMFATTNING OCH STYRANDE DOKUMENT	5
1.6	KVALITETSSÄKRING	8
1.7	INNEHÅLL OCH STRUKTUR I RAPPORTEN	8
1.8	REVIDERING	8
2	OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1	PLANOMRÅDET	9
2.2	VÄSTKUSTBANAN	10
3	OMFATTNING AV RISKHANTERING	12
3.1	BEGREPP OCH DEFINITIONER	12
3.2	METOD FÖR RISKINVENTERING	13
3.3	METOD FÖR RISKUPPSKATTNING	13
3.4	METOD FÖR RISKVÄRDERING	14
3.5	METOD FÖR IDENTIFIERING AV MÖJLIGA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	16
4	RISKIDENTIFIERING	17
4.1	IDENTIFIERING AV RISKOBJEKT	17
4.2	IDENTIFIERING AV OLYCKRISKER	17
4.3	RISKSCENARIER	19
5	RESULTAT	20
5.1	INDIVIDRISKNIVÅ	20
5.2	SAMHÄLLSRISKNIVÅ	21
6	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	22
6.1	SKYDDSAVSTÅND	22
6.2	DISPOSITION AV PLANOMRÅDE	22
6.3	HÖJDSKILLNAD OCH VALL	22
6.4	PLACERING AV FRISKLUFTSINTAG	22
6.5	SAMMANFATTNING AV ÅTGÄRDER	23
7	DISKUSSION	24
7.1	ALLMÄNT	24
7.2	IDENTIFIERING AV OSÄKERHETER	24
7.3	HANTERING AV OSÄKERHETER	24
8	SLUTSATSER	25
	REFERENSER	26
	BILAGA A – FREKVENNS- OCH SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR	27
	BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR	35
	BILAGA C – RISKBERÄKNINGAR	39



1 Inledning

WSP Brand & Risk har av PEAB AB fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning för att belysa riskbilden förknippat med Västkustbanans sträckning genom planområdet Barkåkra i Ängelholm. I detta kapitel ges en beskrivning av uppdraget och dess omfattning.

1.1 Bakgrund

WSP Brand & Risk genomförde under våren 2009 en övergripande riskbedömning för fördjupning av översiktsplan över Barkåkra (daterad 2009-02-17).

En detaljerad riskbedömning genomfördes 2009-09-04 för aktuellt planområde. I samband med att PEAB avser planlägga området uppdateras riskbedömningen för detaljplanen under våren 2016 för att ta hänsyn till bl.a. nya prognoser för tågtrafik.

1.2 Syfte

Syfte med riskbedömningen är att undersöka hur järnvägen påverkar planområdet ur ett riskperspektiv samt att uppfylla länsstyrelsens i Skåne län krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

1.3 Mål

Målet med riskbedömningen är att identifiera och bedöma möjliga olyckor, förknippat med järnvägen, samt att ge svar på om planerad etablering kan uppföras med avseende på risknivån. Riskbedömningen avser även att ge svar på om eventuella åtgärder måste genomföras för att möjliggöra planen.

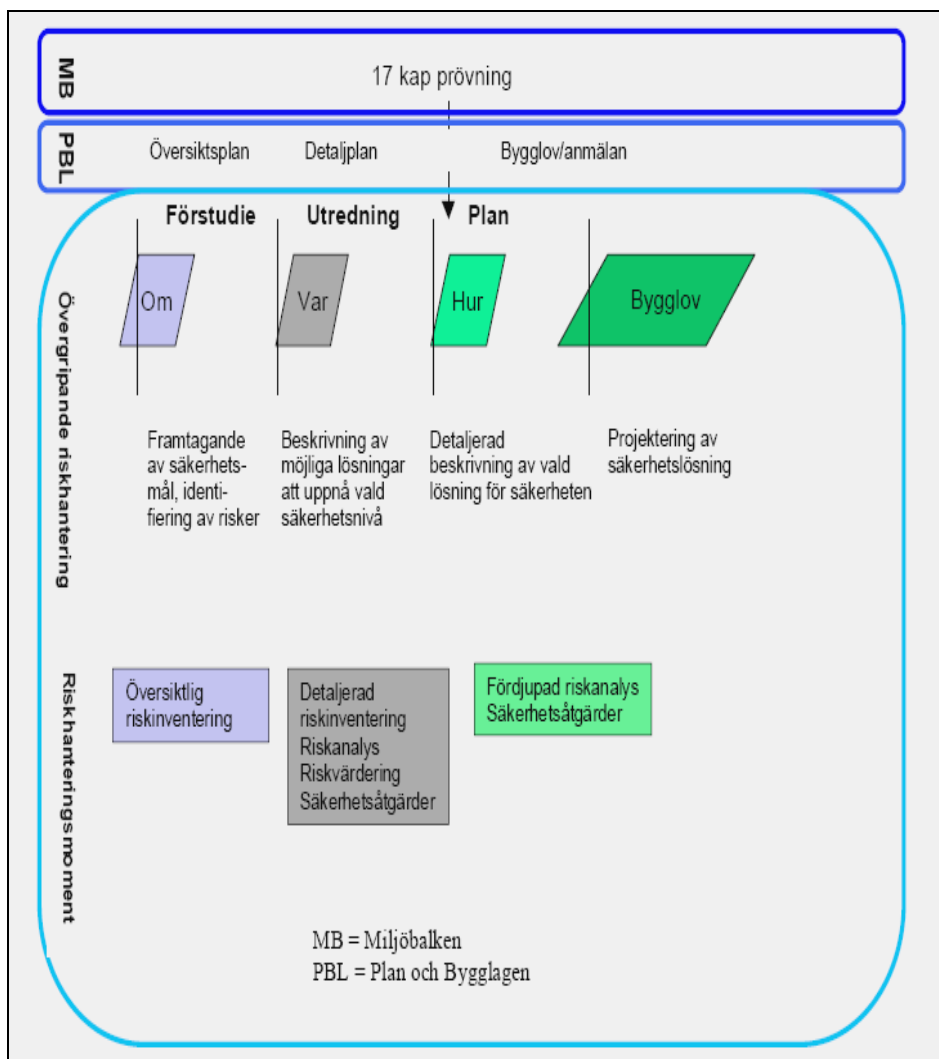
1.4 Avgränsningar

Riskbedömningen behandlar olycksrisker med transporter på järnväg och dess påverkan på omgivande människors hälsa. Detta innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis eventuella skador på trafikanter, miljön och skador orsakade av långvarig exponering eller liknande.

1.5 Omfattning och styrande dokument

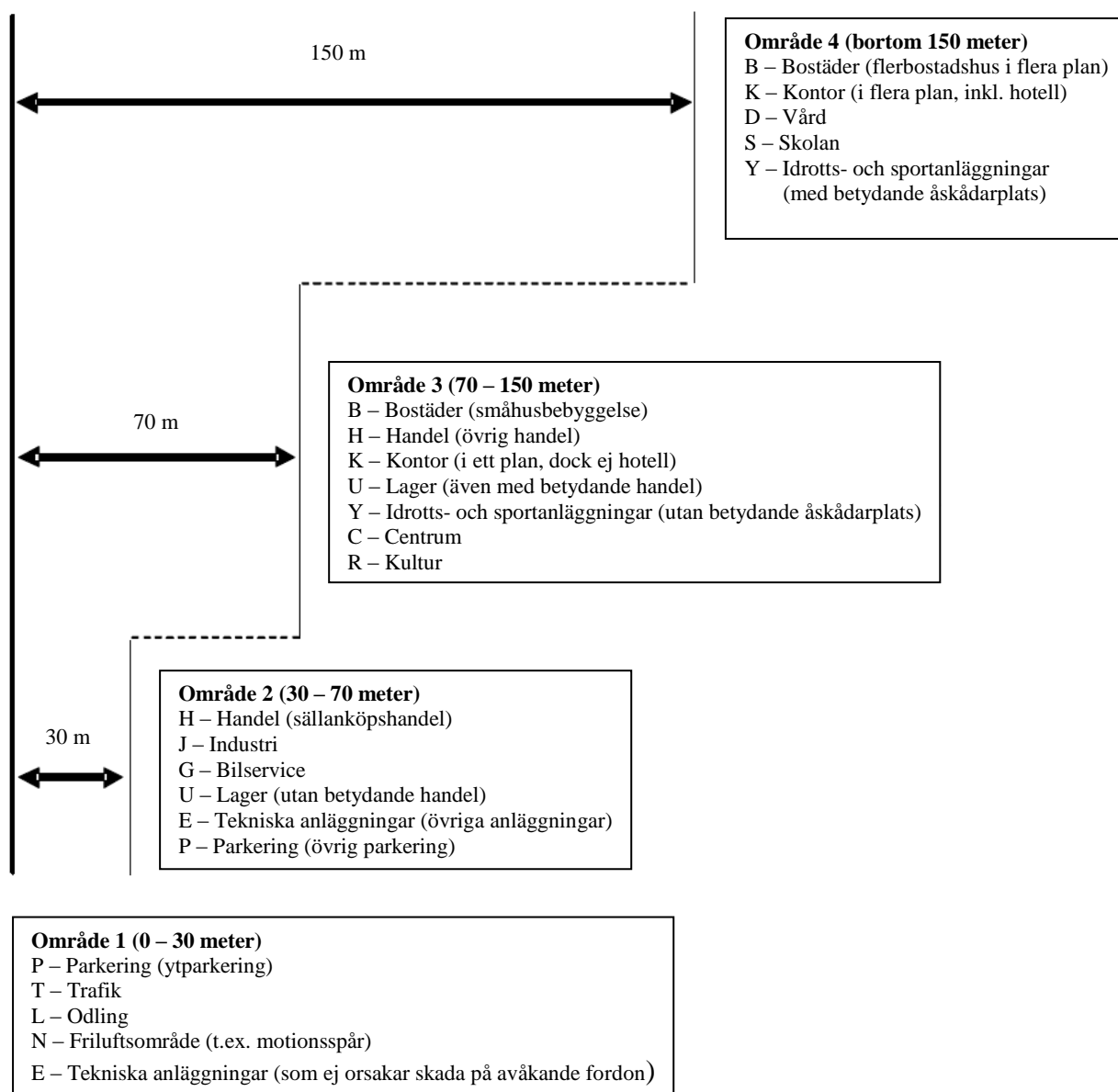
Krav på hantering av risker i samband med en detaljplan återfinns både i Plan- och Bygglagen¹ och Miljöbalken². I båda dessa lagstiftningar med tillhörande förordningar krävs redovisning av hur riskaspekterna skall hanteras och att de skall ingå i den miljökonsekvensbeskrivning som skall upprättas om planen bedöms medföra sådan miljöpåverkan som avses i 6 kapitlet Miljöbalken.

I Figur 1 beskrivs riskhanteringsarbetet i en översiktsplan som en översiktlig riskinventering medan det i en detaljplan utgörs av en mer detaljerad inventering av riskerna, en analys och värdering av dessa samt framtagande av riskreducerande åtgärder. Skillnaderna i riskhanteringsarbetets omfattning beror till stor del på detaljeringsgraden i de förutsättningar som anges; ju mer precis information om exempelvis avstånd från riskkällor och tilltänkt persontäthet desto mer precisa riskbedömningar för planerad bebyggelse går att ta fram. Under planprocessen finns behov av riskhantering under samtliga processkedan dock med olika omfattning och detaljeringsgrad.



Figur 1. Planeringsprocessens olika skeden kopplat till behovet av riskanalys³.

Länsstyrelsen i Skåne län har tagit fram *RIKTSAM*, (Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods)⁴ som hjälpmedel för att beakta riskhänsyn vid samhällsplanering. I *RIKTSAM* föreslås ett system av vägledningsnivåer för att säkerställa att tillfredsställande och jämförbar säkerhet nås i samhällsplaneringen. Vägledningarna skall tillämpas för bebyggelse som planeras inom vägledningsområdet 200 meter från transportleder för farligt gods. Vägledning 1 baseras enbart på skyddsavstånd och uttrycks som minimiavstånd för ”god planering” mellan transportleder och markanvändning, se Figur 2. Vägledning 2 baseras på deterministiska (hänsyn till konsekvenser av de tänkbara scenarierna) kriterier och Vägledning 3 baseras på probabilistiska (hänsyn till såväl sannolikhet som konsekvens av de tänkbara scenarierna) kriterier avseende individ- och samhällsrisk. Denna riskbedömning baseras på *RIKTSAM* vägledning 3 då etableringen av bostäder skall ske inom de skyddsavstånd som anges i *RIKTSAM*.



Figur 2. Föreslagna skyddsavstånd i Vägledning 1⁴.



1.6 Kvalitetssäkring

Ursprunglig rapport är utförd av Mattias Nordwall (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering). 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 förutsättningar och resultat i rapporten granskats, i detta fall av Daniel Sirensjö (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering) som även var uppdragsansvarig.

Revidering är utförd av Katarina Herrström (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering) och granskad enligt ovan av Fredrik Larsson (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering).

1.7 Innehåll och struktur i rapporten

Arbetet med att ta fram riskbedömningen har strukturerats och genomförts i följande ordning:

- Områdesbeskrivning
- Riskidentifiering
- Kvantitativ riskbedömning
- Riskvärdering
- Riskreducerande åtgärder
- Hantering av osäkerheter
- Slutsatser

Använda metoder beskrivs i kapitel 3.

1.8 Revidering

Riskbedömningen har reviderats och uppdaterats med prognos för tågtrafik med prognosår 2040 och aktuellt planförslag med större personantal än i ursprunglig version av riskbedömningen.

2 Områdesbeskrivning

Området för Barkåkra har unika förutsättningar med sin närhet till havet, Västkustbanan med en framtida lokaltågsstation, flygplatsen, E6 och staden Ängelholm. Syftet med detaljplanen är att utveckla området kring stationen till en varierad blandstad som kan växa fram under de kommande 20 åren. Planförslaget omfattar ca 450 bostäder.

I nedanstående kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet och den därigenom korsande Västkustbanan.

2.1 Planområdet

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla olycksrisker förknippade med transporter på järnväg och dess påverkan på planområdet. Olycksriskerna med transporter på järnvägen berör endast en begränsad del av planområdet. I riskbedömningen studeras de markområden där ny bebyggelse planeras i närheten (200 meter på vardera sidan av järnvägen = vägledningsområde enligt RIKTSAM) av järnvägen, se Figur 3.

Planområdet Barkåkra ligger strax norr om Ängelholm i Ängelholms kommun. Området för den detaljerade planeringen är en del av översiktsplanen och det aktuella området visas i Figur 3.

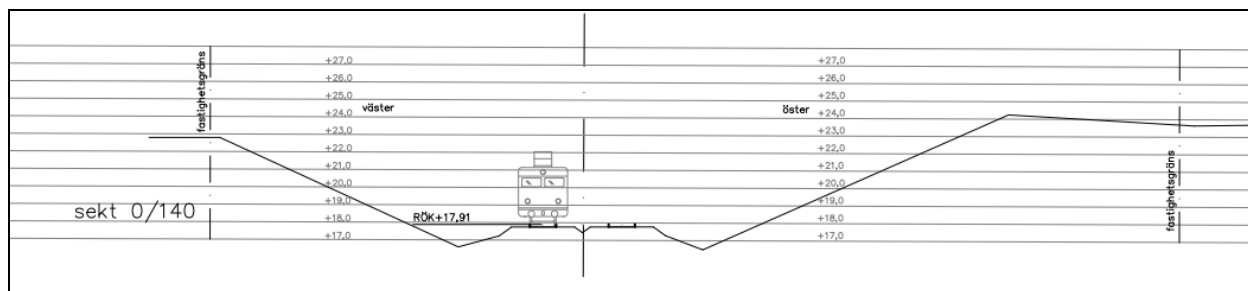


Figur 3. Planområdet⁷.

Det aktuella planområdet delas i mitten av järnvägen som går genom planområdet se Figur 3. Samtidigt som riskbedömningen 2009 upprättades byggdes järnvägen ut till dubbelspår för att klara en ökad trafikering. Järnvägen går i skärning med allt från två till sju meters djup, se exempel i Figur 4.

Avstånd mellan järnväg (räls) och närmsta tomtmark för flerbostadshus är ca 22 meter i norra delen och ca 43 meter i södra delen. I norra delen ligger flerbostadshus 44 meter ifrån och i södra delen ligger bostadshus

ca 70 meter ifrån. Närmsta villatomt ligger ca 43 meter från spår på västra sidan och 40 meter på östra sidan.



Figur 4. Exempel på sektion genom planområdet

2.2 Väst kustbanan

Väst kustbanan, som sträcker sig mellan (Malmö) Lund och Göteborg (se Figur 5), är i stort sett helt utbyggd till dubbelspår. Sträckan mellan Ängelholm och Hallandsåsen, varvid planområdet ligger, är fullt utbyggt till dubbelspår. Järnvägen genom studerad del av planområdet utgörs av raksträcka. I området finns endast planskilda korsningar.

Nuläge

Inne i Ängelholm sammanstrålar Väst kustbanan med Godsstråket genom Skåne. Förbi planområdet förekommer alltså trafik från båda banorna. Dagens trafik förbi planområdet utgörs av ca 110 persontåg per dygn och i genomsnitt 16 godståg per dygn enligt Trafikverket⁹.

Prognos 2040

Enligt Trafikverket är prognosen för 2040 enligt

Tabell 1.

Enligt desamma ska kolumner betecknade Dbt räknas två gånger och kolumn betecknad Enkel räknas en gång, vilket genererar summan totalt antal tåg/dygn i högerkolumnen.



Figur 5. Väst kustbanan¹¹.

Tabell 1. Prognos för tågtrafik förbi planområdet 2040¹².

Linjeindelning	Dbt	Dbt	Dbt	Enkel	Summa Totalt antal tåg/dygn
	Snabbtåg	Öresundståg	Pågatåg	Godståg	
Förslöv - Ängelholm	12	17	26	21	131
Ängelholm - Helsingborg	12	29	26	0	134
Ängelholm - Åstorp	0	0	0	21	21
Summa persontåg					244
Summa godståg					42

3 Omfattning av riskhantering

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

3.1 Begrepp och definitioner

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

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

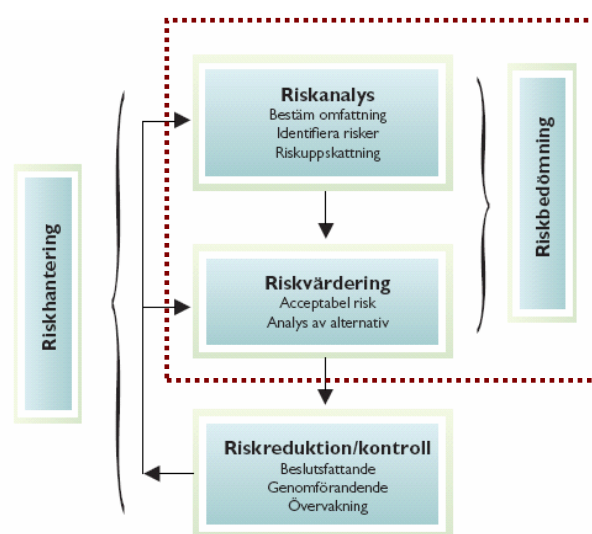
Riskanalys omfattar, i enlighet med internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system^{13, 14} dels *riskidentifiering* och dels *riskuppskattning*. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

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

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

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

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/kontroll, se Figur 6, medan *riskbedömning* normalt enbart avser analys och värdering av riskerna.



Figur 6. Riskhanteringsprocessen samt omfattning av riskhantering i projektet (punktstreckad linje).

3.2 Metod för riskinventering

För att ta reda på vilka risker som kan vara relevanta för aktuellt område har omgivningen studerats, inom ramen för riskbedömningens avgränsningar.

3.3 Metod för riskuppskattning

Med hjälp av Banverkets rapport¹⁵ beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys. Frekvensberäkningarna redovisas i bilaga A.

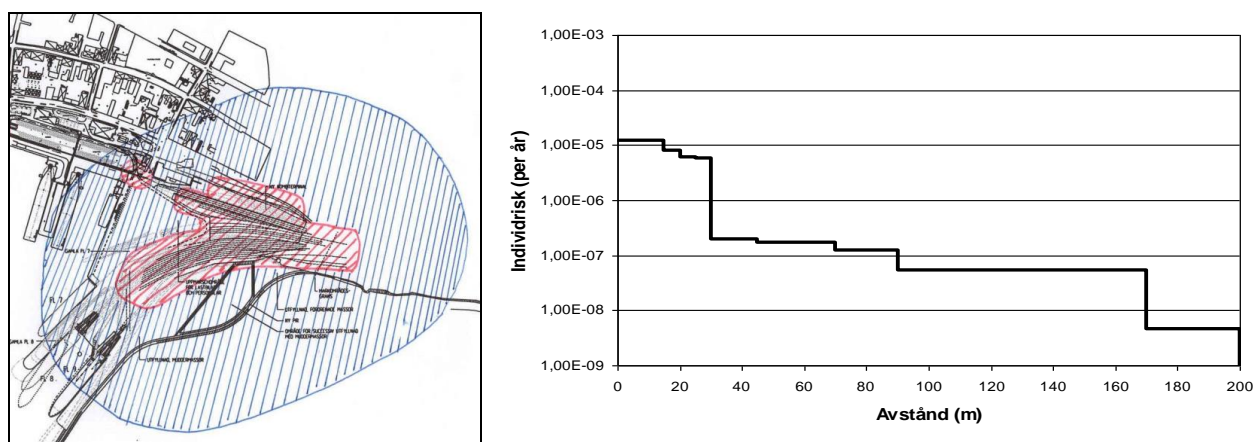
Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i bilaga B.

I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttet *individrisk* och *samhällsrisk* använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter.

3.3.1 Individrisk

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

Individrisken kan redovisas i form av riskkonturer, som visar den förväntade frekvensen för en händelse som orsakar en viss skada i ett specifikt område, eller i form av en individriskprofil, som visar individrisken som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 7.

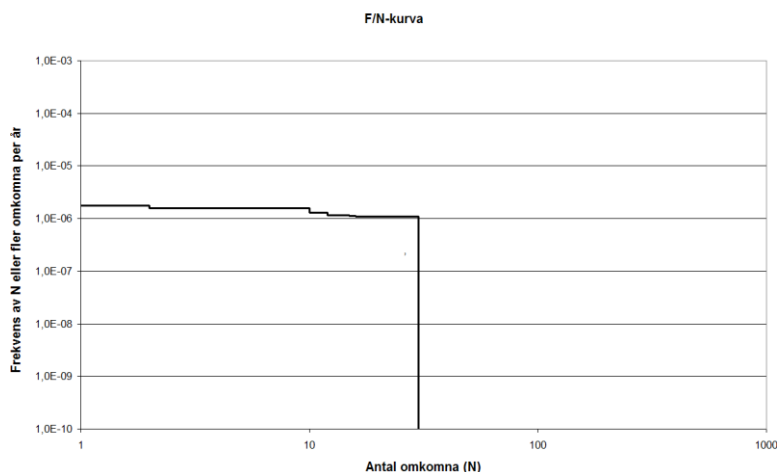


Figur 7. T.v. Exempel på individriskkonturer, t.h. exempel på individriskprofil.

3.3.2 Samhällsrisk

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

Samhällsriskens redovisas ofta med en F/N-kurva, se Figur 8, som visar den ackumulerade frekvensen för ett visst utfall, t.ex. antal omkomna till följd av en eller flera olyckor.



Figur 8. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

Fördelen med att använda sig av både individrisk och samhällsrisk vid uppskattning av risknivån i ett område är att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande, samtidigt som det tas hänsyn till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas. Vanligtvis bedöms det dock endast vara lämpligt att nyttja samhällsrisk för områden där bebyggelsestrukturen är relativt bestämd, eftersom det då finns en relativt god uppfattning om befolkningens mängd och persontäthet i det aktuella området. Att använda samhällsrisk för ett område som är i ett tidigt skede av planeringsstadiet kan medföra omfattande osäkerheter i bedömningen av konsekvenser (d.v.s. antal omkomna eller svårt skadade) till följd av respektive skadescenario, då det oftast enbart är möjligt att utföra en grov uppskattning av befolkningssituationen. I denna handling görs en bedömning av samhällsrisk, eftersom information om bebyggelse och verksamheter på området finns tillgängliga.

3.4 Metod för riskvärdering

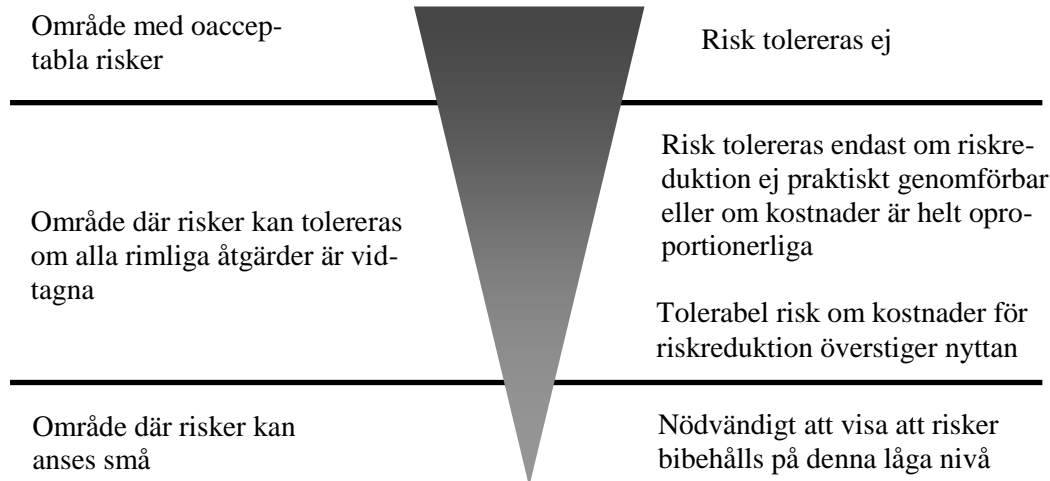
Värdering av risker har sin grund i hur risker upplevs. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

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

3.4.1 Riskkriterier

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Det Norske Veritas (DNV) tog, på uppdrag av Räddningsverket, fram förslag på riskkriterier¹⁶ gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. Dessa kriterier omnämns även i *RIKTSAM* som exempel på acceptanskriterier använda i Sverige⁴. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 9.

Som acceptanskriterier för individ- och samhällsrisk används framtagna av Det Norske Veritas (DNV) på uppdrag av Räddningsverket. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens ska inträffa.



Figur 9. Princip för värdering av risk.

Följande förslag till tolkning rekommenderas ¹⁶:

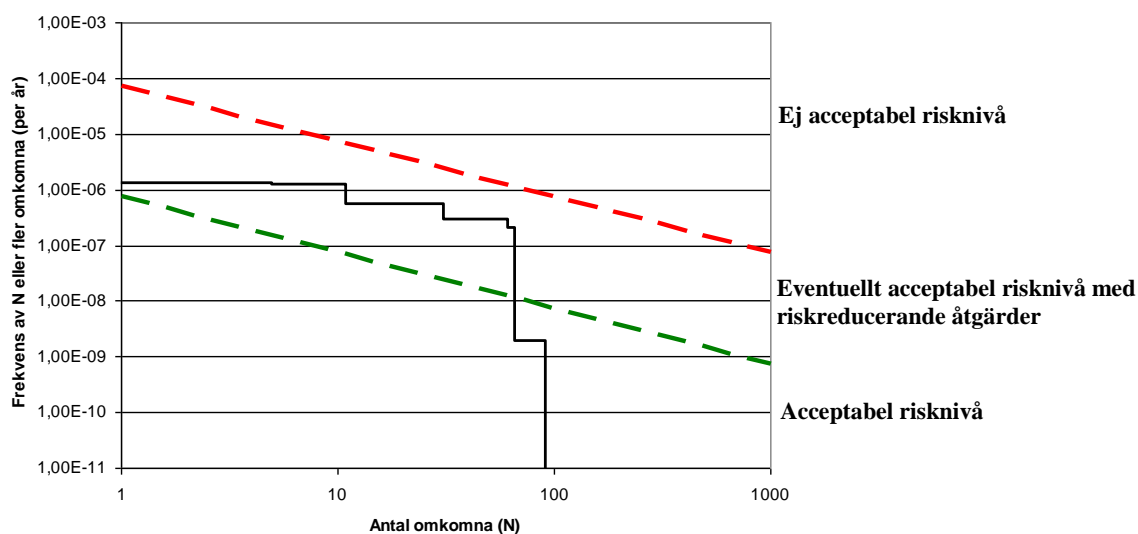
- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnad-nytta-analys.
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

För individrisk föreslog DNV ¹⁶ följande kriterier:

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

För samhällsrisk föreslog DNV ¹⁶ följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:
 $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N-kurva: -1
(Röd linje i Figur 10)
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små:
 $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N-kurva: -1
(Grön linje i Figur 10)



Figur 10. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk med riskkriterier.

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen, vid jämförelse med resultatet av riskanalysen för planområdet, för bedömning av huruvida risknivån var acceptabel. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön.

3.5 Metod för identifiering av möjliga riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som oacceptabel, ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Riskreducerande åtgärder identifieras vid behov utifrån Boverkets och Räddningsverkets rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner¹⁷. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som ger störst bidrag till risknivån.

4 Riskidentifiering

I detta kapitel beskrivs de risker som vid riskinventeringen bedöms kunna påverka området.

4.1 Identifiering av riskobjekt

Utifrån avgränsningen för riskbedömningen har endast tågtrafik på Västkustbanan identifierats som riskobjekt vilket bedöms kunna påverka den planerade bebyggelsen i planområdet.

4.2 Identifiering av olyckrisker

Avåkning och transport av farligt gods på Västkustbanan har identifierats som riskkälla för området.

4.2.1 Urspårning

Urspårning av tåg (godståg eller persontåg) påverkar framförallt det direkta närområdet av järnvägen. Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i planområdet omkommer eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning och vad som finns inom detta område. I Tabell 2 redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning¹⁸.

Tabell 2. Avstånd från spår för urspårade vagnar¹⁸.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	78 %	18 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	70 %	20 %	5 %	2 %	2 %
Medel	76 %	18 %	3 %	2 %	0 %

4.2.2 Transport av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras korrekt. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar¹⁹ som tagits fram i internationell samverkan. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transportererna ska ske, var dessa transporter får ske och hur godset ska vara emballerat och vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods. Alla dessa regler syftar till att minimera risker vid transport av farligt gods, d.v.s. för att transport av farligt gods inte ska innebära farlig transport.

Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av de så kallade RID-systemen som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 3 redovisas klassindelning och beskrivning av farligt gods.

Tabell 3. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass^{20,21}.

RID-klass	Kategori ämnen	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning, liv
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc.	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger <u>skadeområde med uppemot 200 m radie</u> (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie ²² .
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, brinnande gasmoln eller BLEVE. <u>Konsekvensområden för giftig gas över 800 m</u> . Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt eller giftig rök. <u>Konsekvensområden vanligtvis inte större än 40 m för brännskador</u> . Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålning, giftig rök. <u>Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan</u> .
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. <u>Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 70 m</u> .
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. <u>Konsekvenserna begränsas till närområdet</u> .
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. <u>Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet</u> ²³ (LC50). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. <u>Konsekvenser begränsade till närområdet</u> .

4.2.3 Transport av farligt gods på Västkustbanan

När det gäller statistik över flöden av farligt gods på järnväg finns det två sammanställningar att referera till^{24,25}. Sammanställningarna redovisar ett spann av nettoton och inte ett enstaka värde. I Tabell 4 redovisas de olika klasser och mängder av farligt gods som transporterades mellan Halmstad och Göteborg under perioderna sept-nov 1996, respektive september 2006. Medelvärden av de båda sammanställningarna har använts med motiveringen att statistiken från 1996 är äldre men avser 3 månader medan den från 2006 är ny men avser enbart 1 månad. Enligt tidigare studier som utförts för Västkustbanan utgör farligt gods-transporter ca 8 % av den totala godstrafiken²⁶.

Tabell 4. Typ och mängd transporterat farligt gods på järnvägen genom planområdet.

RID-klass	Transporterad godsmängd (nettoton) sept-nov 1996	Andel (%) av transporterarna sept-nov 1996	Transporterad godsmängd (nettoton) sept 2006	Andel (%) av transporterarna sept 2006	Medelvärde av andelar (%) sept-nov 1996 och sept 2006
1	0-100	0,04	-	-	0,02
2.1 2.2 2.3	18 000-30 000 (totalt för 2.1-2.3)	29,5	0-5 200 - 1 400-2 200	14,8 (totalt för 2.1-2.3)	22,2
3	0-4 000	1,6	0-8 700	11,7	6,7
4.1 4.2 4.3	4 000-7 000 (totalt för 4.1-4.3)	6,7	- - -	-	3,3
5.1 5.2	10 000-17 000 (totalt för 5.1-5.2)	16,5	2 300-4 600 10-50	14,3 (totalt för 5.1-5.2)	15,4
6.1 6.2	200-600 (totalt för 6.1-6.2)	0,4	460-920 -	2,8 (totalt för 6.1-6.2)	1,6
7	-	-	-	-	-
8	20 000-62 000	44,6	10 200-13 600	53,8	49,2
9	300-600	0,5	0-1 900	2,6	1,5
Alla klasser	52 500-121 300	100	14 370-37 170	100	100

4.3 Riskscenarier

Baserat på konsekvensbeskrivningarna i Tabell 3, och aktuella avstånd mellan järnvägen och området behandlas följande riskscenarier vidare i analysen:

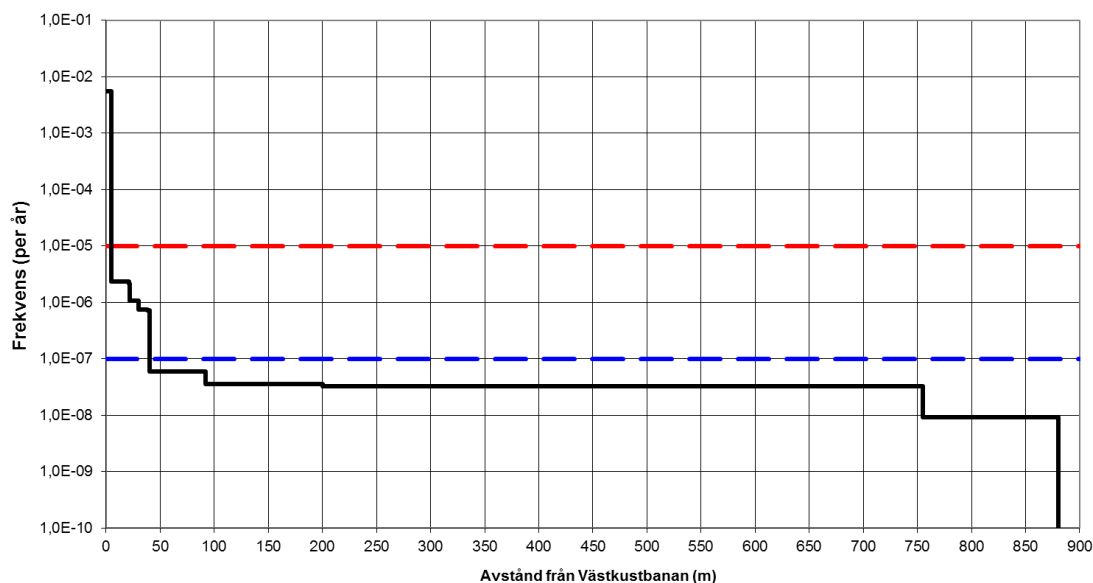
- Farligt gods-olycka med explosiva ämnen (klass 1).
- Farligt gods-olycka med brandfarligt gasutsläpp (klass 2.1).
- Farligt gods-olycka med giftigt gasutsläpp (klass 2.3).
- Farligt gods-olycka med brandfarlig vätska (klass 3).
- Farligt gods-olycka med oxiderande ämnen, organiska peroxider (klass 5).

Andra scenarier bedöms, enligt Tabell 3, enbart påverka närområdet kring transportleden, och behandlas inte vidare i analysen.

5 Resultat

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.4.1 Underlag för beräkningar återfinns i bilagorna A-C.

5.1 Individrisknivå



Figur 11. Individriskprofil med avseende på farligt gods-transporter på Väst kustbanan.

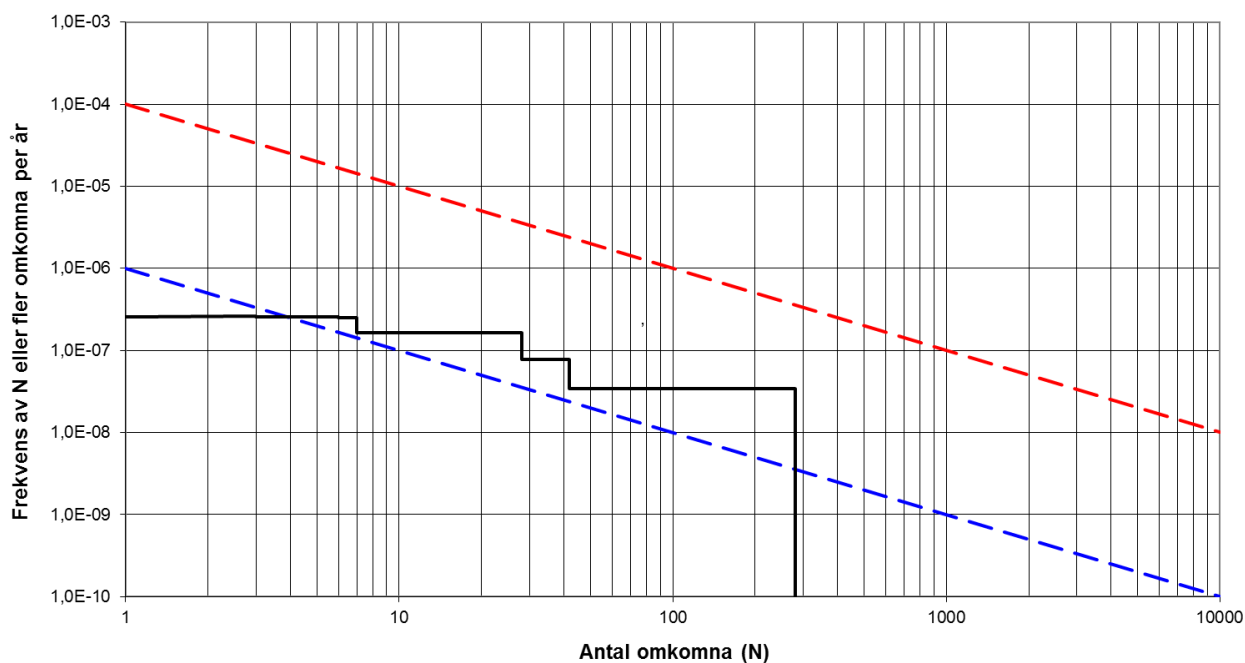
I Figur 11 ovan illustreras individrisknivån för aktuellt område längs Väst kustbanan. De streckade linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området, se avsnitt 3.4.1. Individrisknivån är beräknad med hänsyn tagen till vällen mellan järnvägen och aktuellt område avseende urspårningar, vilka ej bedöms nå aktuellt område.

Individrisknivån på området ligger i ALARP-området fram till ca 40 meter från järnvägen. Drygt 40 meter är också det avstånd på vilket närmaste bostad är placerad. Längre än 40 meter från järnvägen ligger risknivån under undre gränsen till ALARP-området.

Då individrisken ligger under den undre gränsen kan bebyggelsen accepteras utan att några ytterligare riskreducerande åtgärder vidtas. Dock kommer en bullervall alternativt bullerplank byggas vilket kommer att sänka risknivån ytterligare. Att järnvägen går i skärning medför även det en viss riskreducerande effekt men har endast i detta fall getts effekt som avåkningsskydd. Resultatet kan därför anses konservativt.

Detta riskmått tar inte hänsyn till persontäthet på området, variationer under dygnet etc. Därför genomförs även samhällsriskberäkningar, se avsnitt 5.2.

5.2 Samhällsrisknivå



Figur 12. Samhällsrisknivå för området med avseende på farligt gods-transporter på Västkustbanan.

Enligt Figur 12 ligger samhällsrisknivån på området, med avseende på farligt gods-transporter på Västkustbanan, i mitten och i undre delen av ALARP-området.

Eftersom samhällsrisknivån ligger inom ALARP-området, innebär det att risknivån enligt definitionen är acceptabel om rimliga åtgärder vidtas. Se kapitel 6 för åtgärdsförslag.

6 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.

I 4 kap. i PBL anges att det är frivilligt att i en detaljplan införa bestämmelser för att uppnå planens syfte och reglera påverkan och konsekvenser beträffande bl.a. bebyggelsens omfattning, placering, utformning, utförande, varsamhet och skydd, vegetation, begränsningar av markens bebyggande samt störningar och risker. (22)

I detaljplan kan anges att bygglov inte får ges förrän en viss skydds- eller säkerhetsåtgärd på tomten har genomförts. Det förutsätts att de villkorade åtgärderna är så preciserade och effektbeskrivna att det står klart att de är genomförbara. (22)

Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (16). De åtgärder som bedöms kunna reducera riskerna utgörs av nedanstående förslag.

6.1 Skyddsavstånd

I planen planeras ett bebyggelsefritt avstånd om ca 40 meter. Åtgärden innebär att skyddsvärt objekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. Inom ett skyddsavstånd kan mindre störningskänsliga verksamheter finnas, liksom skyddsanordningar, t.ex. vall och plank. 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.

6.2 Disposition av planområde

Åtgärden innebär att mindre känsliga delar eller verksamheter planeras närmre riskkällan än mer känsliga verksamheter. Exempelvis placeras ytparkering och lagerbyggnader på ytan mellan järnvägen och bostäderna.

6.3 Höjdskillnad och vall

Den befintliga höjdskillnaden och planerade vallen kan fungera som en fysisk barriär mellan godsled och planområde. Vallen tjänar som en avgränsning mot planområdet vid utsläpp av vätskor, och begränsar både storlek och bildandet av pölar, och i förlängningen eventuella pölbränder. Gasutsläpp nära marken kan, till följd av den turbulens som vallen skapar, reduceras till ca hälften i koncentration. Tryckvågor från explosioner kan reduceras och avåknings mot planområdet förhindras. Åtgärden har dessutom hög tillförlitlighet och kräver ingen skötsel avseende bibehållen riskreducerande effekt. En vall är dock förhållandevis dyr och skrymmande. Vallens höjd och utbredning bör utredas i detalj för att säkerställa den riskreducerande effekten.

6.4 Placering av friskluftsintag

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen inomhus avseende utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser. Dock kan det i vissa fall bildas högre koncentrationer i lä för vinden, alltså på den oexponerade sidan. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar.



Denna åtgärd föreslås för flerfamiljshus och inte för enfamiljshus, då dessa vanligtvis har friskluftsintag i fasad och inte centrala friskluftsintag.

6.5 Sammanfattning av åtgärder

- Skyddsavstånd om 40 meter mellan bebyggelse och spår (implementerat i planen)
- Mark inom skyddsavstånd planeras så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering accepteras bortom 30 meter.
- Vall och höjdskillnad (implementerat i planen).
- Friskluftsintag på flerbostadshus placeras på oexponerad sida, bort från riskkällan.



7 Diskussion

Denna rapport's mål har varit att försöka basera beräkningar och slutsatser på faktiska förhållanden i kombination med den offentliga statistik som finns tillgänglig. Nedan diskuteras resultat och vissa gjorda antaganden.

7.1 Allmänt

Riskbedömningens resultat bedöms som rimligt med tanke på mängderna av farligt gods som transporteras på Västkustbanan och det förutsätts att de uppskattningar om trafikmängder som använts i denna rapport är konservativt överskattade.

Resultatet av individ- och samhällsriskerna grundas på uppskattning av antal omkomna. Vid uppskattning av antal skadade har det konservativt antagits olyckan sker på den mest kritiska punkten längs området.

7.2 Identifiering av osäkerheter

Riskbedömningar är alltid förknippade med osäkerheter om än i olika stor utsträckning. I detta avsnitt diskuteras de osäkerheter som finns förknippade med rapporten. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som främst är belagda med osäkerheter är:

- Schablonmodeller har använts vid frekvensberäkningar vilket gör att de osäkerheter som finns i dessa kommer också att finnas med i bedömningen. Det har gjorts ett flertal antaganden där det saknats fakta om olika faktorerers frekvenser etc. De antaganden som gjorts är därför konservativt gjorda för att på så sätt vara på den säkra sidan vid exempelvis riskvärdering.
- Vid uppskattning av hur många som omkommer till följd av de olika olycksscenarierna förutsätts ett worst case-scenario, d.v.s. hur många som maximalt bedöms kunna omkomma vid olycka för att täcka in alla möjliga händelser med negativt utfall. En osäkerhet kring antalet personer som förväntas omkomma finns alltid då det är svårt att veta hur många personer som kommer att vistas i en byggnad samt hur de kommer att röra sig utomhus.
- Ett antagande görs även att alla olyckor sker på järnvägen, d.v.s. inga tåg lämnar järnvägen, vilket kan påverka konsekvensområdet åt båda hållen. Det antas att ett urspårat tåg med samma sannolikhet kan hamna både på planområdets sida eller på andra sidan vägen från planområdet varför ingen fördjupning har genomförts.

7.3 Hantering av osäkerheter

I och med att vissa avgränsningar och förenklingar görs i en riskanalys, förs osäkerheter av olika slag in i analysen. Omfattningen av dessa osäkerheter varierar kraftigt mellan olika analyser. I vissa fall är osäkerheterna så stora att analysens resultat kan ifrågasättas. Därför är det viktigt att dels identifiera vilka osäkerheter som finns i analysen, dels ange omfattningen av dem.

I och med att vissa avgränsningar och förenklingar görs i en riskbedömning, förs osäkerheter av olika slag in i analysen. Det finns vissa osäkerheter i denna riskbedömning och därför har ett antal konservativa antaganden gjorts för att vara på den säkra sidan vid riskvärderingen. Eftersom många faktorer valts konservativt leder detta till att osäkerheterna inte bedömts påverka värderingen av riskerna på så sätt att riskerna underskattas. Ett worst case-scenario har därför beaktats vid framtagandet av analyser för att täcka in alla möjliga händelser med negativt utfall.



8 Slutsatser

Riskbedömningen visar att individrisknivån är acceptabel bortom 40 meter från spår. Samhällsrisknivån ligger i mitten och i undre delen av ALARP-området. Följande åtgärder föreslås:

- Skyddsavstånd om 40 meter mellan bebyggelse och spår (implementerat i planen)
- Mark inom skyddsavstånd planeras så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering accepteras bortom 30 meter.
- Vall och höjdskillnad (implementerat i planen).
- Friskluftsintag på flerbostadshus placeras på oexponerad sida, bort från riskkällan.

Ur risksynpunkt, med avseende på farligt gods-transporter på Västkustbanan, anses inget hinder föreligga för att genomföra aktuellt förslag avseende bebyggelse av bostäder med angiven placering förutsatt att föreslagna åtgärder implementeras.

Referenser

- ¹ Plan- och Bygglagen (1987:10). Utfärdad 1987-01-08, med ändringar till och med SFS 2005:1212.
- ² Miljöbalk (1998:808). Utfärdad 1998-06-11, med ändringar till och med SFS 2005:939.
- ³ Säkerhet i vägtunnlar, DS 2005:18, Regeringskansliet, 2005.
- ⁴ RIKTSAM, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, Länsstyrelsen i Skåne län, 2007.
- ⁷ Planskiss med grundkarta 160315, tillhandahållen av Katinka Lovén, Ängelholms kommun per mail, 2016-03-15.
- ⁹ Information från Marinda Jönsson Norin, Trafikverket via Katinka Lovén, Ängelholms kommun per mail, 2016-04-11.
- ¹¹ www.banverket.se, 2008-02-26.
- ¹² Information från Marinda Jönsson Norin, Trafikverket per mail, 2016-04-14.
- ¹³ International Electrotechnical Commission (IEC). International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems, Genève, 1995.
- ¹⁴ International Organization for Standardization (ISO). Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73, Geneva, 2002.
- ¹⁵ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- ¹⁶ Värdering av risk, Räddningsverket Karlstad, 1997.
- ¹⁷ Säkerhetskänslig åtgärder i detaljplaner, Boverket och Räddningsverket, 2006.
- ¹⁸ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- ¹⁹ RID-S, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:3) om transport av farligt gods på järnväg, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- ²⁰ Översiktplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, bilagor 1-5, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997.
- ²¹ Handbok för riskanalys, Statens Räddningsverk, 2003.
- ²² Förvaring av explosiva varor, Statens Räddningsverk, dec 2006, handbok
- ²³ Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- ²⁴ Flödet av farligt gods på järnväg – en översiktlig kartering i GIS-miljö, Räddningsverket, 1997.
- ²⁵ Kartläggning av farligt godstransporter – September 2006, Räddningsverket, 2007.
- ²⁶ Scandiaconsult, Väst kustbanan, delen genom Varberg – Översiktlig studie för alternativa utbyggnader av dubbelspår genom Varberg, Göteborg, 2000.

Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Banverkets *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*²⁷. 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:

- Den studerade sträckans längd (km) som bestäms av den sträcka på vilken en olycka kan påverka planområdet. Studerad sträcka är i detta fall 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år), vilket är 89 000.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är 550 920.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.

A.1.1 Urspårning

Följande mått finns angivna för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg²⁷:

Tabell 5. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet	Frekvens för planområdet (per år)
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm	$8,26 \cdot 10^{-5}$
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm	$2,00 \cdot 10^{-5}$
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm	$6,61 \cdot 10^{-4}$
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	$6,32 \cdot 10^{-4}$
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm	$2,95 \cdot 10^{-3}$
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg, annat)	$3,80 \cdot 10^{-4}$
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm	$5,07 \cdot 10^{-3}$
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm	$1,25 \cdot 10^{-2}$
Totalt			$2,23 \cdot 10^{-2}$

A.1.2 Sammanstötningar/kollisioner

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant²⁷ och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

A.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet förutsätts inga plankorsningar förekomma.

A.1.4 Växling/rangering

I höjd med planområdet förutsätts inget växlingsarbete eller rangering förekomma.

A.1.5 Resultat

Frekvensen för en urspårning på den aktuella sträckningen är $2,23 \cdot 10^{-2}$ per år.

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

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

Frekvensen för en olycka med godståg blir enligt formeln ovan:

$$2,23 \cdot 10^{-2} (\text{per år}) \frac{10920(\text{st})}{89000(\text{st})} = 2,73 \cdot 10^{-3} (\text{per år})$$

A.1.6 Avstånd från spår för urspårade vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I tabellen nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning²⁷.

Tabell 6. 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	78 %	18 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	70 %	20 %	5 %	2 %	2 %
Medel	76 %	18 %	3 %	2 %	0 %

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten^{27,28}. Enligt Tabell 6 varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. Eftersom den närmst placerade läktaren bostaden ligger ca 45 meter från järnvägen, och en vall samt naturlig skärning i naturen finns mellan järnvägen och aktuellt område, bedöms urspårningar inte kunna leda till omkomna på området till följd av mekaniska skador.

A.2 Järnvägsolycka med transport av farligt gods

Fördelningen mellan olika RID-klasser hämtas från RIKTSAM⁴.

Tabell 7. Fördelning mellan olika huvudklasser enligt RID, avseende antal transporter.

Klass	Godsklass	Andel (%)
1	Explosiva ämnen och föremål	0,02
2	Gaser	22,2
3	Brandfarliga vätskor	6,7
4	Brandfarliga fasta ämnen	3,3
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	15,4
6	Giftiga ämnen	1,6
7	Radioaktiva ämnen	-
8	Frätande ämnen	49,2
9	Övriga farliga ämnen och föremål	1,5

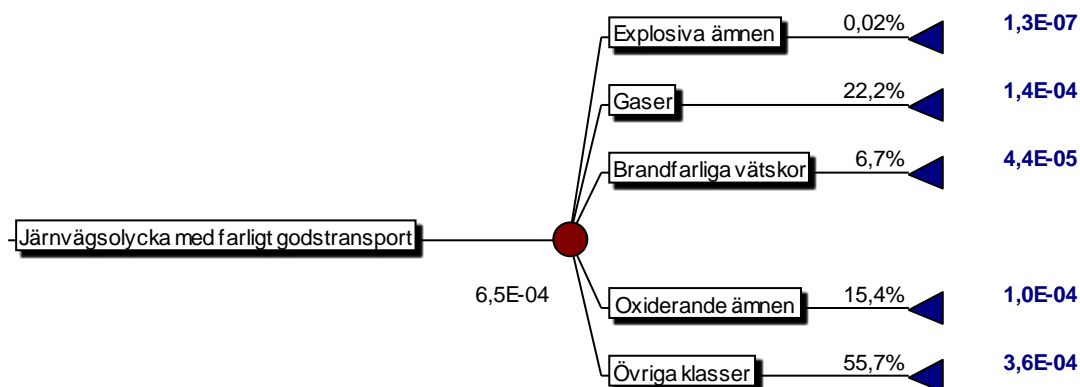
Enligt resonemang i avsnitt 4.3 bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt A.1.5 beräknad till $2,73 \cdot 10^{-3}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar²⁹. Farligt gods-vagnar antas utgöra 7,5 % av det totala antalet godsvagnar. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1 - (1 - 0,075)^{3,5} = 0,24$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan blir då ca $6,55 \cdot 10^{-4}$ per år ($2,73 \cdot 10^{-3} * 0,24$).

I händelseträdet, se Figur 13 nedan, redovisas frekvensen för olycka med transport av respektive aktuell farligt gods-klass inblandad utifrån uppskattad andel av respektive klass enligt Tabell 7.



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

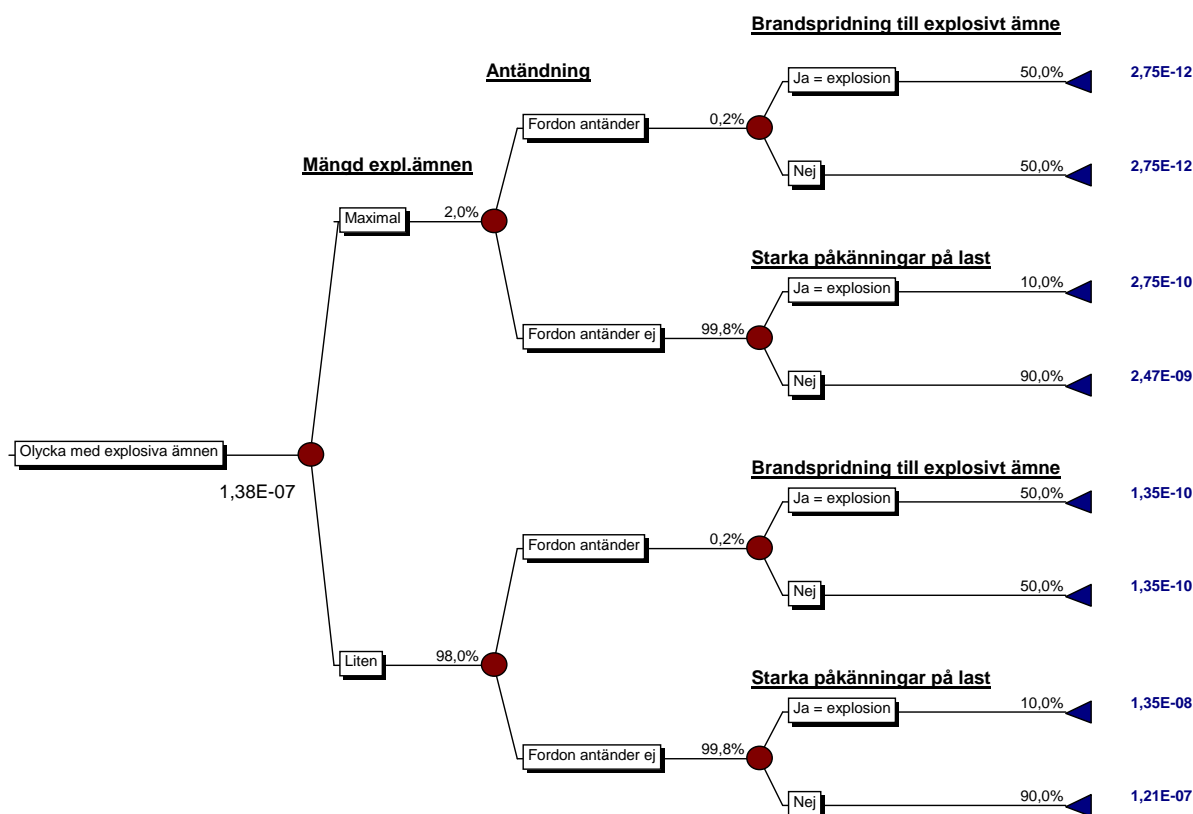
A.3 Olycks scenarier – händelseträds metodik

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

A.3.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Grovt uppskattat utgör maximala mängder explosiva ämnen ca 1-2 % av de totala transporterna. Inom EU är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras på väg 16 ton, och små mängder begränsas till 50-100 kg). Samma maximala mängd om 16 ton har antagits för transport på järnväg.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora. Då det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Ett konservativt uppskattande av sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 10 % av fallen. Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 % och därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 %. I Figur 14 redovisas möjliga scenarion.



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

A.3.2 RID-klass 2 – Gaser

Av den gas som transporteras bedöms 40 % bestå av giftig gas, och 60 % av brandfarlig vilket är mycket konservativt då en del av den komprimerade gasen varken är giftig eller brännbar.

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 fallen²⁷. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 0,98.

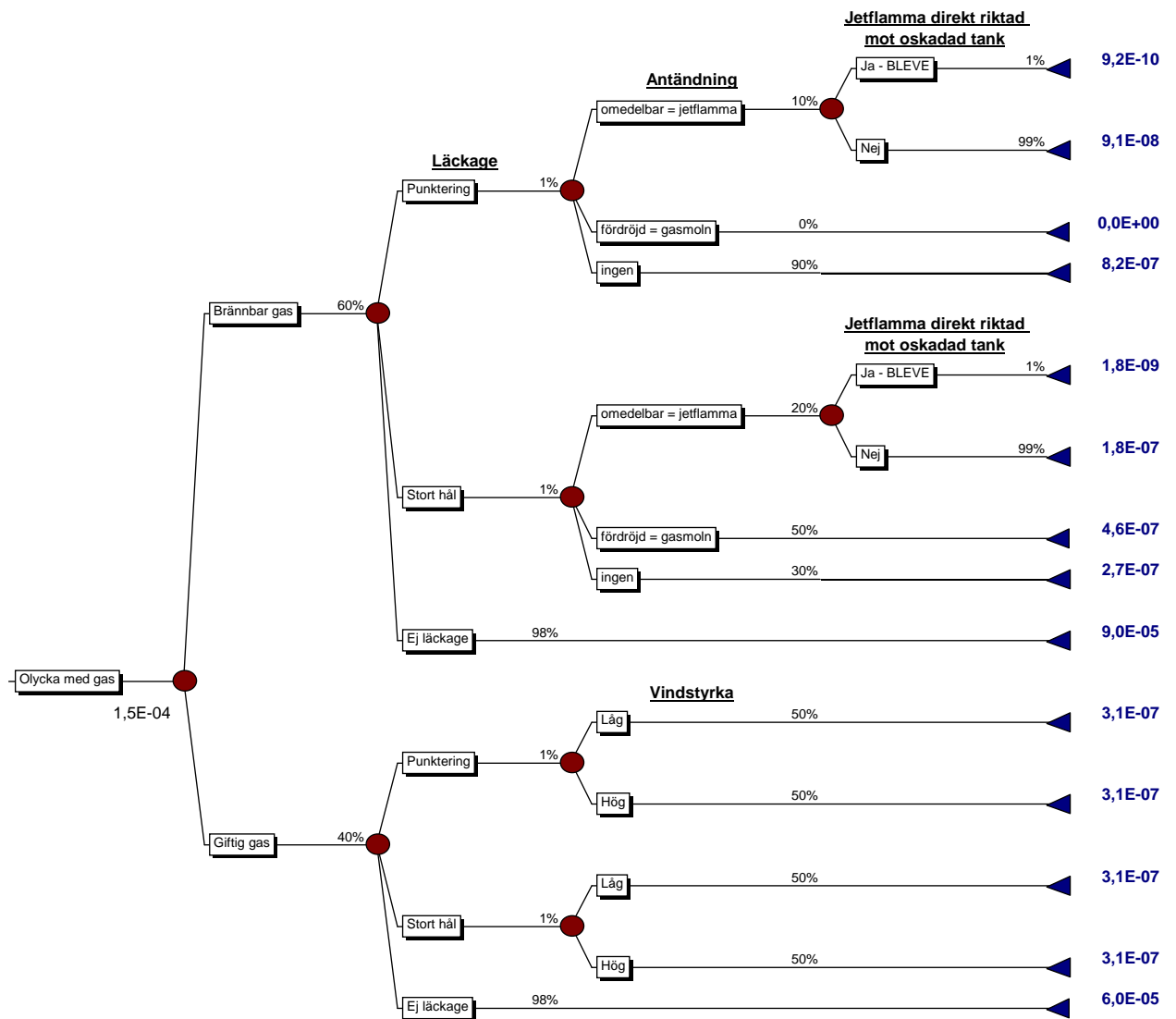
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln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

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter³⁰ för:

- omedelbar antändning (jetflamma): 0,1
- fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- ingen antändning: 0,9

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 0,2, 0,5 och 0,3³⁰. En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten, uppskattningsvis mindre än 0,01.

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

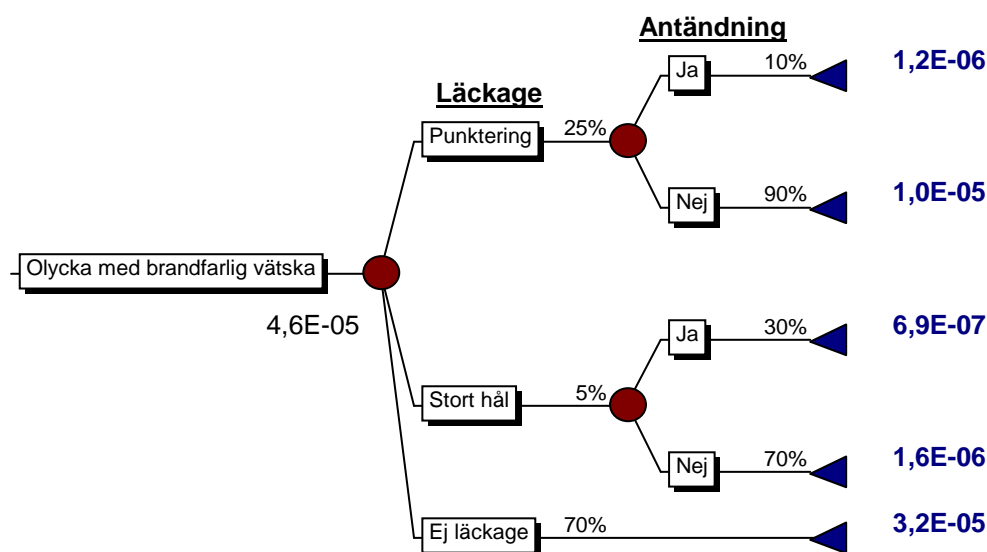


Figur 15. Händelseträd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

A.3.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 %²⁷. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 %²⁷. I Figur 16 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt då underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



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

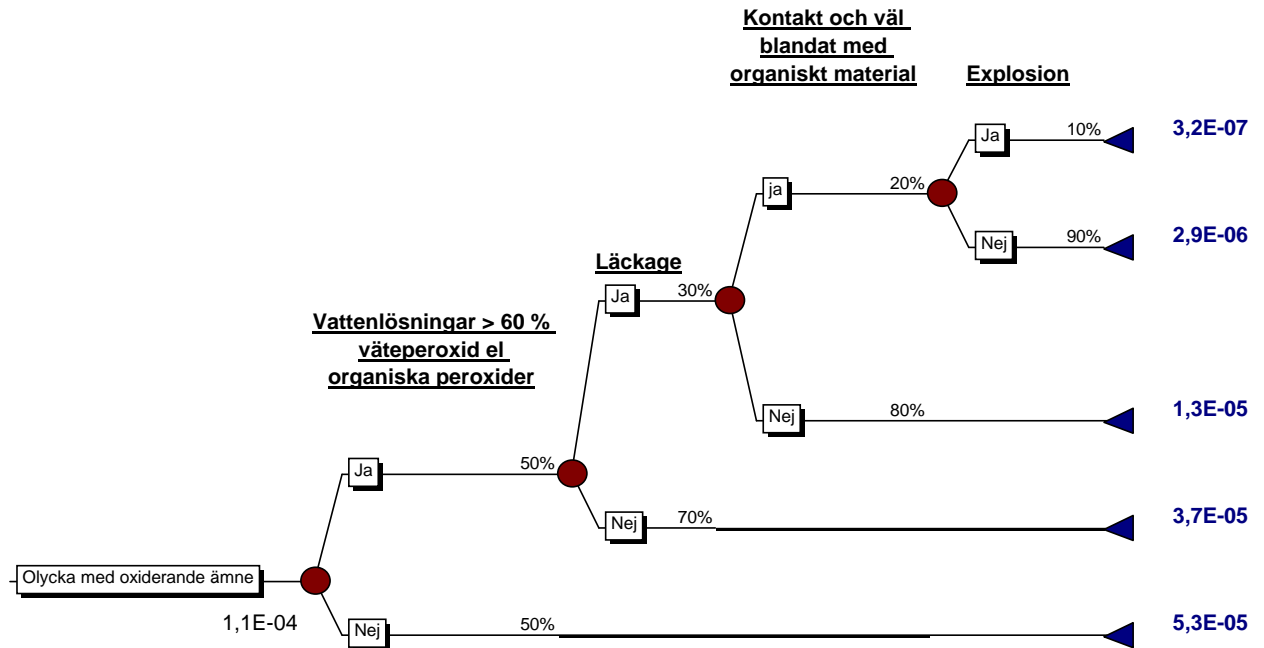
A.3.4 RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

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

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

Andelen oxiderande ämnen och organiska peroxider som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas konservativt utgöra 50 % av den totala mängden av farligt gods-klass 5 som transporteras på sträckningen. Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 0,3 (se ovan i avsnitt A.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 0,2. Sannolikheten för explosion uppskattas därefter till 0,1. I Figur 17 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



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

Referenser Bilaga A

²⁷ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.

²⁸ Säkra järnvägstransporter av farligt gods, Banverket och Räddningsverket, 2004.

²⁹ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.

³⁰ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993.

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

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

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

B.1 Mekanisk skada vid urspårning

Vid individriskberäkningar, som endast genomförts för aktuellt område, har antagits att eventuella urspårade vagnar hindras av höjdskillnaden och vallen mellan järnvägen och aktuellt område. Detsamma gäller för samhällsriskberäkningar för aktuellt område.

B.2 Bedömda konsekvensområden

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

- Explosion: Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck.
- Giftig gas: Gränsvärde för dödliga skador (LC_{50}^1) för klor är 250 ppm.
- Värmestrålning: Nivåer över 15 kW/m² orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering.

B.2.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck. Vid en explosion av 16 ton explosiva ämnen kan detta tryck uppnås 60 meter från olycksplatsen. Samtliga personer som vistas utomhus bedöms i detta fall omkomma. Denna typ av olycka bedöms även leda till att människor inne i byggnaden omkommer. En modern byggnad utförd i betong med sammanhållen stomme klarar av ett tryck på ca 40 kPa. Vid en explosion av 16 ton explosiva ämnen kan detta tryck uppnås på en fasad, som vetter mot en olycksplats, 210 meter bort, och för övriga fasader 120 meter bort. I och med att vinkeln (som byggnadsfasadens höjd över marken utgör i förhållande till järnvägen) mot byggnaden blir liten på stora avstånd samtidigt som andra objekt i viss mån kan reducera konsekvenserna för studerad byggnad ansätts konsekvensområdet för explosiva ämnen till 170 meter²⁰. En olycka med en liten mängd explosiva ämnen i lasten, exempelvis 50-100 kg ammunition antas endast kunna orsaka en lokal skada, konsekvensområde mindre än 25 meter²⁰.

Människor tål tryck förhållandevis bra, och gränsen för direkta dödliga skador går vid 180 kPa tryck. Detta kan jämföras med kritiska tryck för byggnader där gränsen för raserade väggar går vid:

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

¹ Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

B.2.2 RID-klass 2 – Gaser

Gaser indelas i brännbara och giftiga dito.

Brännbar gas

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Mängden gas i en järnvägsvagn antas till ca 40 ton³¹.

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm)²⁰. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol*³², dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet.

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

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

I Tabell 8 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt, runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför deras bredder även presenteras. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 8. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brännbar gas i lasten.

Scenario	Läckagestorlek	Antändning	Konsekvensavstånd (m)
BLEVE			Cirkulärt 200 m radie
Hål i tank nära vätskeyta	Punktering (2,4 kg/s)	Jetflamma	18
		Gasmoln	18
	Stort hål (60 kg/s)	Jetflamma	91
		Gasmoln	21

Giftig gas

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Antagande om klor är ett konservativt antagande, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid. Med simuleringsprogrammet *Spridning luft*³³ beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton³³. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s)³³.

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 9.

De indata som använts i *Spridning luft* för att simulera konsekvensområden för utsläpp av giftig gas presenteras nedan. Vindstyrkan kommer att varieras från 3-8 m/s och simuleringar kommer att göras med olika stora utsläppsmängder, men i övrigt hålls faktorerna konstanta:

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 000 kg)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: vår, dag och klart

Tabell 9. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

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

Koncentrationen inomhus kommer att vara betydligt mycket lägre inomhus p.g.a. att byggnader är förhållandevis täta.

B.2.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara fram till där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m², vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad²³.

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

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. De formler som använts är baserade på den forskning på brandområdet som bedrivits under lång tid. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp³⁴.

I Tabell 10 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika pölareor. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över ett rela-

tivt stort område beroende på topografi med eventuella diken o.s.v. I detta fall antas konservativt att pölen bredds ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 10. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradi	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå
Liten pölbrand bensin (100 m ²)	5,6 m	16,5 m
Stor pölbrand bensin (400 m ²)	11 m	29 m

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

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

Vid en explosion eller explosionsartat brandförlopp kan kriteriet för att personer omkommer (alt. skadas allvarligt) delas upp i två faktorer, dels att personen befinner sig utomhus och omkommer direkt av explosionens tryckuppbyggnad eller att personen befinner sig i en byggnad och omkommer då byggnaden rasar på grund av explosionens tryckuppbyggnad. Se avsnitt B.2.1 för kritiska tryck för byggnader.

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

³¹ Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter, Svenska gasföreningen, 2004-04-20

³² Datorprogrammet Gasol, LTH Brandteknik.

³³ Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank, RIB, Statens räddningsverk.

³⁴ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005.

Bilaga C – Riskberäkningar

C.1 Personantal

Inom det område som beaktats i denna riskbedömning planeras ca 450 bostäder. Ett stort antal av bostäderna ligger utanför det skyddsavstånd om 150 meter som Länsstyrelsen i Skåne rekommenderar.

Enligt kommunen förväntas 900-1125 personer bo inom planområdet (jämfört med ca 800 i riskbedömningen från 2009). Under dagtid antas att 10 % av personerna befinner sig inom området och under natten 100 %. För att ta hänsyn till den nya persontätheten multipliceras antal omkomna med $1125/800=1,4$.

C.2 Bedömning av antal omkomna

Vid bedömningen av antal omkomna har personantalet enligt avsnitt C.1 använts, tillsammans med konsekvensavstånden för de olika farliga gods-olyckorna enligt avsnitt B.2. Inga personer har antagits omkomma vid scenarier med konsekvensområden upp till 30 meter, eftersom ingen på aktuellt område förväntas vistas närmre järnvägen än 35 meter. Hänsyn har även tagits till om scenarierna har sfäriska eller plymformade konsekvensområden. I samtliga fall har olyckorna antagits ske på sämsta tänkbara ställe, med avseende på exponerade personer, längs Västkustbanan. Dessutom har ytterligare några antaganden, som beskrivs nedan, gjorts vid olika scenarier:

Punktering, giftig gas, stark/svag vind (34/38 m) bedöms 3 personer omkomma då endast ett fåtal personer antas befinna sig inom detta område under dagtid.

Scenariot *stor pölbrand (29,5 m)* antas inte drabba någon inom område, eftersom ingen förväntas vistas på detta avstånd.

Vid *explosion oxiderande (70 m)* antas 5-6 byggnader skadas och personer i dessa omkomma. Det antas att upp till 28 personer kan omkomma till följd av rasande byggnadsdelar och splitter nattetid och 7 personer dagtid.

Jetflamma, stort hål brännbar gas (92 m) antas drabba 42 personer inom området på natten då byggnaderna kommer hamna inom branden. Detta är mycket konservativt antaget då en höjdskillnad och vall finns framför byggnaderna, endast några enstaka (6 personer) antas omkomma under dagtid.

Explosion, 16 ton (180 m) Antas drabba stora delar av området där byggnader kommer att raseras. En viss tryckreduktion kommer att ske p.g.a. höjdskillnaderna och vällen. Inom 70 meter så kan samtliga personer antas omkomma p.g.a. tryckuppbyggnaden och bort mot 180 meter kan ett stort antal personer antas omkomma p.g.a. raserade byggnader och splitter. Under dagtid kan 56 personer antas omkomma och under nattetid 210. Detta är konservativa antaganden då en höjdskillnad och vall finns framför byggnaderna.

En *BLEVE (200 m)* antas, trots sitt stora konsekvensområde, endast drabba en liten andel av invånarna på området till följd av värmestrålning som kan orsaka splitter, och viss tryckuppbyggnad som kan orsaka ras. Det låga antalet förmodade omkomna är till största delen avhängigt av den långa tid det tar från en eventuell farlig gods-olycka till att en BLEVE kan uppstå. Under denna tid antas räddningstjänsten normalt hinna ingripa och genomföra evakuering. Dock har ett 40-tal antagits omkomma, med hänsyn till svårigheten att genomföra en fullständig evakuering av ett stort antal bostäder.

Scenarierna *stort hål giftig gas svag/stark vind (755/880 m)* inbegriper p.g.a. spridningen halva området och bedöms drabba en stor del av personerna inom detta område. Samtliga personer som är utomhus och påverkas av gasen kommer att skadas och hälften inomhus bedöms omkomma. Detta gör att nattetid kan 280 personer antas omkomma och dagtid ett 40-tal.

I Tabell 11 och Tabell 12 redovisas det riskbidrag som respektive scenario genererar vid individ- respektive samhällsrisikberäkningar. För somliga skadescenarier, t.ex. gasutsläpp, kan skadeområdet inte förväntas bli cirkulärt. Detta leder till att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt avstånd från järnvägen omkommer vid olycka och den ursprungliga frekvensen för scenariot reduceras därför även med avseende på spridningsvinkeln.

C.1 Individrisk

Tabell 11. Riskberäkningar för individrisknivån genererad av Väst kustbanan.

Scenario	Avstånd från spår (m)	Andel av cirkulärt område	Frekvens [per år]
Explosiva ämnen, 16 ton	180	100,0%	1,99E-08
Explosiva ämnen, 100 kg	25	100,0%	9,76E-07
BLEVE	200	100,0%	4,92E-09
Jetflamma, punktering	18	14,0%	2,27E-08
Jetflamma, stort hål	92	14,0%	4,54E-08
Gasmoln, stort hål	21	37,9%	3,11E-07
Punktering giftig gas, svag vind 2m/s,	38	6,4 %	5,24E-08
Punktering giftig gas, stark vind 8m/s	34	6,7 %	5,49E-08
Stort hål giftig gas, svag vind 2m/s,	755	8,0 %	6,55E-08
Stort hål giftig gas, stark vind,	880	3,2 %	2,62E-08
Liten pölbrand,	22	100,0%	7,45E-06
Stor pölbrand,	40	100,0%	4,47E-06
Explosion oxiderande ämnen 3 ton	30	100,0%	9,88E-07
Urspårning < 5 m,	5	100,0%	2,04E-02

C.2 Samhällsrisk

Förutom justeringen för andel av cirkulärt område som görs vid individriskberäkningar, tas vid samhällsriskberäkningar hänsyn till ytterligare några faktorer. Däribland respektive godsklass konsekvensområde genom att aktuell sträcka av järnvägen, där olycka kan inträffa som påverkar ett intilliggande område, skalas om. För varje scenario gäller att en olycka kan påverka aktuellt område om den inträffar i höjd med aktuellt område, eller inom ett avstånd långt som ett konsekvensområde på varje sida om aktuellt område. Om dessa avstånd tillsammans är längre än 1 km (studerad sträcka), blir omskalningsfaktorn följaktligen större än 100 %. Hänsyn tas också till att personer på området inte alltid förväntas vistas där dygnet runt.

Antal omkomna har justerats enligt aktuella uppgifter från kommunen 2016 med en faktor $1125/800=1,4$.

Tabell 12. Riskberäkningar för samhällsrisknivån genererade av Västkustbanan.

Scenario	Avstånd från spår (m)	Andel av studerad sträcka	Andel av cirkulärt område	Ursprunglig frekvens [per år]	Reducerad frekvens	Antal omkomna
Explosiva ämnen, 16 ton, Dag	180	50 %	100,0%	2,05E-10	1,01E-10	56
Explosiva ämnen, 16 ton, Natt	180	50 %	100,0%	2,97E-09	1,47E-09	210
Explosiva ämnen, 100 kg, Dag	25	19 %	100,0%	1,00E-08	1,86E-09	0
Explosiva ämnen, 100 kg, Natt	25	19 %	100,0%	1,45E-07	2,69E-08	0
BLEVE, dag	200	54 %	100,0%	5,05E-11	2,70E-11	42
BLEVE, natt	200	54 %	100,0%	7,32E-10	3,92E-10	42
Jetflamma, punktering dag	18	17 %	14,1%	1,67E-09	4,02E-11	0
Jetflamma, punktering natt	18	17 %	14,1%	2,42E-08	5,82E-10	0
Jetflamma, stort hål dag	92	32 %	13,9%	3,34E-09	1,48E-10	6
Jetflamma, stort hål natt	92	32 %	13,9%	4,83E-08	2,14E-09	42
Gasmoln, stort hål dag	21	18 %	37,9%	8,42E-09	5,65E-10	0
Gasmoln, stort hål natt	21	18 %	37,9%	1,22E-07	8,18E-09	0
Punktering giftig gas, svag vind, dag	38	21 %	6,4 %	8,42E-09	1,14E-10	3
Punktering giftig gas, svag vind, natt	38	21 %	6,4 %	1,22E-07	1,65E-09	0
Punktering giftig gas, stark vind, dag	34	20 %	6,7 %	8,42E-09	1,15E-10	0
Punktering giftig gas, stark vind, natt	34	20 %	6,7 %	1,22E-07	1,66E-09	0
Stort hål giftig gas, svag vind, dag	755	165 %	8,0 %	8,42E-09	1,11E-09	42
Stort hål giftig gas, svag vind, natt	755	165 %	8,0 %	1,22E-07	1,61E-08	280
Stort hål giftig gas, stark vind, dag	880	190 %	3,2 %	8,42E-09	5,11E-10	42
Stort hål giftig gas, stark vind, natt	880	190 %	3,2 %	1,22E-07	7,40E-09	280
Liten pölbrand, dag	22	18 %	100,0%	7,66E-08	1,37E-08	0
Liten pölbrand, natt	22	18 %	100,0%	1,11E-06	1,99E-07	0
Stor pölbrand, dag	40	22 %	100,0%	4,60E-08	9,88E-09	0
Stor pölbrand, natt	40	22 %	100,0%	6,66E-07	1,43E-07	0
Explosion oxiderande ämnen 3 ton explosiv dag	70	28 %	100,0%	1,02E-08	2,79E-09	7
Explosion oxiderande ämnen 3 ton explosiv natt	70	28 %	100,0%	1,47E-07	4,05E-08	28