

FALKÖPINGS KOMMUN

RISKANALYS FÖR DETALJPLAN GRADSKIVAN 11 M.FL.

2019-03-15



RISKANALYS FÖR DETALJPLAN

Gradskivan 11 m.fl.

Falköpings kommun

KUND

Falköpings Kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 13033

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSON

Malin Jyrinki

malin.jyrinki@wsp.com

010-722 75 59

UPPDRAGSNAMN

Riskbedömning Gradskivan 11 m.fl.

Falköping

UPPDRAGSNUMMER

10280198

FÖRFATTARE

Malin Jyrinki

DATUM

2019-03-15

GRANSKAD AV

Gustav Nilsson

Sammanfattning

WSP har av Falköpings kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av en detaljplan för parkering, verksamheter och kontor på fastigheten Gradskivan 11 m.fl. i Falköping. Väst om planområdet löper Västra stambanan samt ett industrispår till verksamhetsområdet Marjarp. På järnvägen transporteras farligt gods varför syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Länsstyrelsen i Västra Götalands läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

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

För planområdet ligger individrisken på oacceptabla nivåer inom 15 meter från närmaste spårmitt, högt i ALARP-området inom 15-30 meter från spårmitt, lågt inom ALARP inom 30-40 meter från spårmitt och därefter på acceptabla nivåer.

Samhällsrisken ligger inom ALARP-området eller på acceptabla nivåer.

Den planerade markanvändningen tillåter kontor/verksamheter på ett avstånd om cirka 15 meter från närmsta spårmitt och parkering på ett avstånd om cirka 12 meter. Det innebär att riskreducerande åtgärder för att minska risken för de människor som vistas inom planområdet krävs. WSP rekommenderar följande riskreducerande åtgärder:

- En skyddsavstånd om 30 meter från närmsta spårmitt till nya byggnader. Inom denna yta ska inte byggnader för verksamheter, kontor och P-hus uppföras och ytan ska inte uppmuntra stadigvarande vistelse.
- För byggnaderna ska utrymning bort från järnvägen möjliggöras.
- Ventilation för byggnader med kontor/verksamhet förses med friskluftsintag högt på oexponerad sida samt förses med manuell nödavgångsmöjlighet så att ventilation (samt dörrar och fönster) kan stängas centralt vid t.ex. ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten).

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	SYFTE OCH MÅL	5
1.2	OMFATTNING	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	6
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	7
1.6	INTERNKONTROLL	7
2	OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1	PLANOMRÅDET	8
2.2	JÄRNVÄGEN	8
2.3	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	9
3	RISKIDENTIFIERING	10
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	10
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG	10
3.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	10
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	11
4.1	RISKNIVÅ	12
4.2	INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄG	13
4.3	SAMHÄLLSRISKNIVÅ (GRUPPRISK) MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄG	14
4.4	SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT	14
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	14
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	15
6	OSÄKERHETER	17
7	SLUTSATS	18
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	19
BILAGA B.	FREKVENSBERÄKNINGAR	20
BILAGA C.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	29
BILAGA D.	SKYDDSEFFEKTER	33
BILAGA E.	REFERENSER	36

1 INLEDNING

WSP har av Falköpings kommun fått i uppdrag att utföra en riskbedömning i samband med upprättande av en detaljplan för Gradskivan 11 m.fl. Området är idag detaljplanlagt för industri och natur, men då planen inte förverkligats och genomförandetiden gått ut ska nu ny detaljplan för området tas fram.

I direkt anslutning väster om planområdet ligger Västra stambanan vilken används för transport av farligt gods. Det passerar även ett stickspår till ett industriområde utmed planområdet.

Enligt länsstyrelsen i Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led (1). Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan-och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

Målet med riskbedömningen är utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

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

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

1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med urspårning/ transport av farligt gods på järnvägen. 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. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

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

1.4 STYRANDE DOKUMENT

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

1.4.1 Plan- och bygglagen

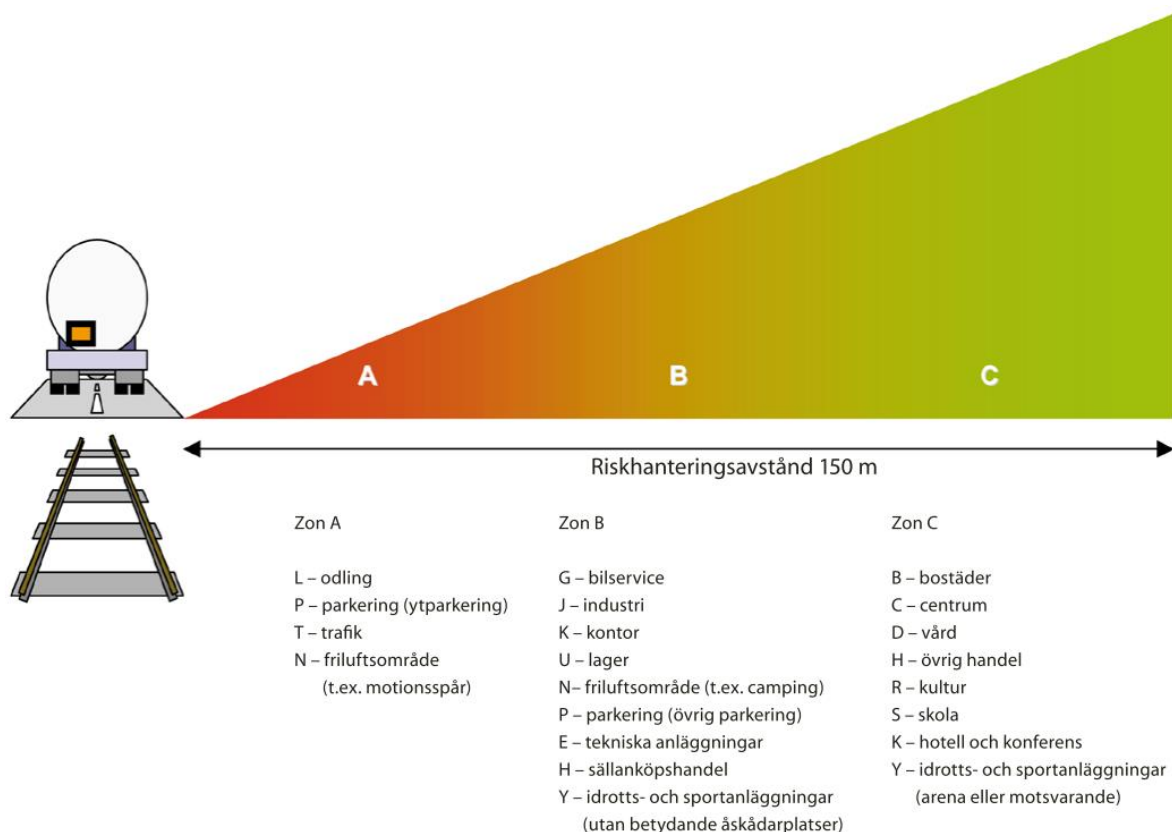
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

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

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

1.4.2 Riktlinjer

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen (1) anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods (1).

1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras huvudsakligen på följande underlag:

- Statistik över farligt gods-transporter på Västra stambanan förbi planområdet, via mail januari 2019.
- Utkast över plankarta, via mail från kommunen december 2018.

1.6 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Malin Jyrinki (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 en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Gustav Nilsson (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering).

2 OMRÅDESBESKRIVNING

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

2.1 PLANOMRÅDET

Falköpings kommun arbetar med att upprätta en detaljplan för Gradskivan 11 m.fl. Området är idag detaljplanelagt för industri och natur, men då planen inte förverkligats och genomförandetiden gått ut ska nu ny detaljplan för området tas fram.

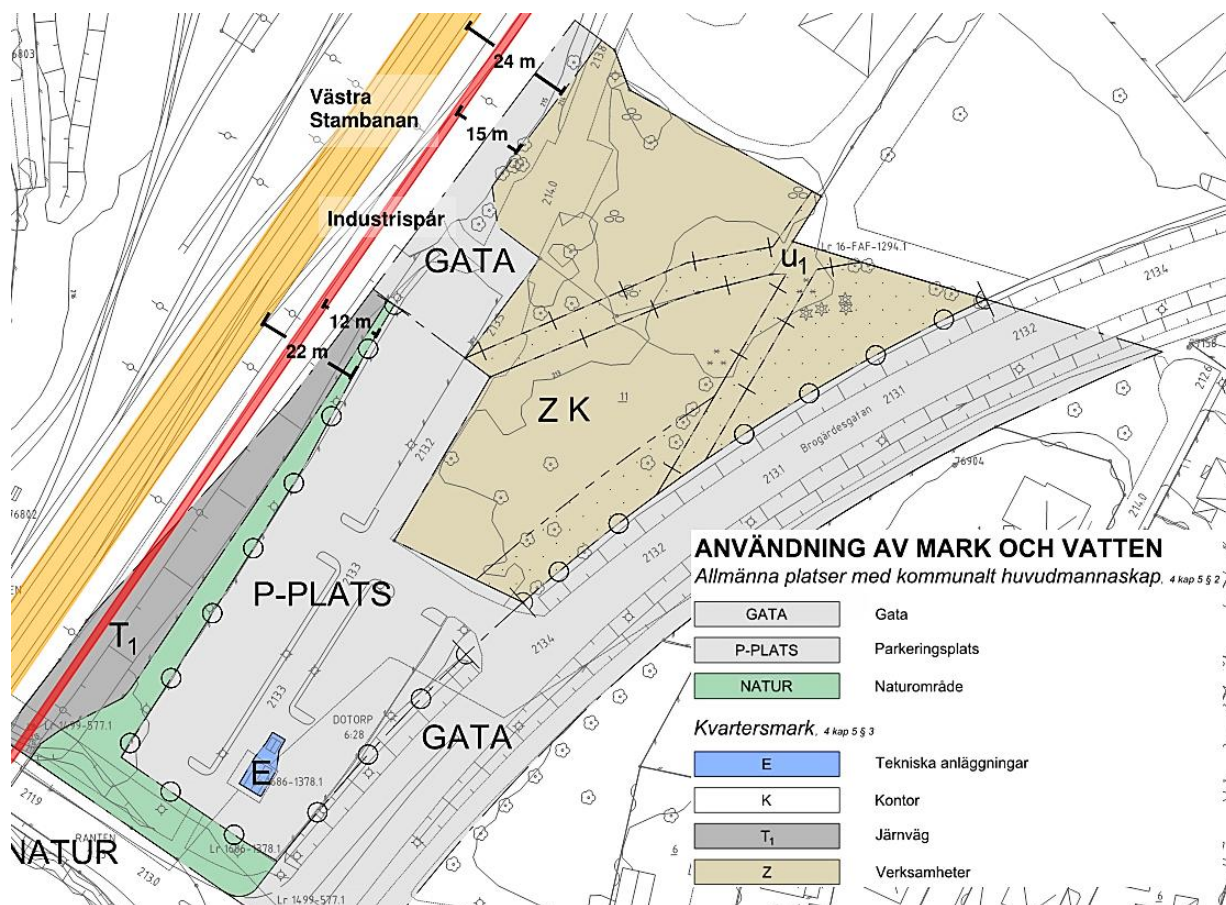
Idag består planområdet av ytparkering samt naturområde. Parkeringen har tillfälligt bygglov och ska planläggas som ytparkering alternativt som parkeringshus vid genomförande av detaljplanen. Intill parkeringen finns ett mindre naturområde som planeras för användningen verksamheter och kontor, se Figur 2 nedan.



Figur 2. Översiktlig bild av planområdet, samt planerad användning inom det.

2.2 JÄRNVÄGEN

Planområdet ligger i direkt anslutning till Västra stambanan som är klassad primär transportled för farligt gods. Det passerar även ett stickspår till ett industriområde utmed planområdet. I Figur 3 nedan ses en preliminär plankarta som kompletterats med ungefärliga avstånd till riskkällorna. Det minsta avståndet från Västra stambanan till planområdet är cirka 22 m. Från industrispår till planområdet är det minsta avståndet cirka 12 meter.



Figur 3. Illustration av planområdet samt ungefärligt avstånd till riskkällor.

2.2.1 Västra stambanan

Väster om planområdet löper Västra stambanan som är den järnväg som förbinder Stockholm och Göteborg. Järnvägen är dubbelspårig. Enligt prognos kommer banan att trafikeras av totalt cirka 186 tåg/dygn (ÅDT) år 2040, varav 56 tåg/dygn utgörs av godståg (2).

2.2.2 Industrispåret

Industrispåret ansluter till en kombiterminal samt till Stora Ensos och Södra Skogsägarnas virkesterminaler vid verksamhetsområdet Marjarp. Antalet godståg som trafikerar industrispåret har antagits vara 5 tåg/dygn år 2040. Hastigheten på industrispåret uppgår till max 40 km/h (3).

2.3 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Med utgångspunkt i att planområdet utgörs av dagliga verksamheter, p-plats/p-hus, verksamheter och kontor ansätts att närvarograden är 100 % under dagen och 0 % under natten. Halva dygnet räknas som dagtid och resten som nattetid.

Befolkningstätheten i Falköpings tätort var år 2017 cirka 2000 personer/km². Detta är den persontäthet som används vid beräkningarna av samhällsrisk och värdet anses vara representativt. 90 % förväntas vistas inomhus och 10 % utomhus.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel presenteras identifierade riskkällor samt en sammanställning av de olycksscenarioer som beaktas vidare i rapporten.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Följande riskkällor har identifierats:

- Transporter av farligt gods på Västra stambanan samt på industrispår förbi planområdet
- Ursparning mot planområdet

Inga Sevesoanläggningar eller andra farliga anläggningar har identifierats inom eller i planområdets närhet.

3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG

WSP har delgivits statistik över transporter av farligt gods på sträckan förbi planområdet för år 2013-2018. Statistiken innefattar antal godsvagnar och godståg med farligt gods, ton farligt gods samt fördelningen mellan transporterade RID-S-klasser på den aktuella sträckan. Informationen är konfidentiell och redovisas därför inte i rapporten.

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5.

Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

3.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 1.

Tabell 1. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen Klass 1	Brandfarlig gas Klass 2.1	Giftig gas Klass 2.3	Brandfarlig vätska Klass 3	Oxiderande ämnen Klass 5.1
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion
Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand
Stor explosion	Liten jetflamma Mellan jetflamma Stor jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand	

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transport/urspårning.

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk (4). Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med åtgärder och
- acceptabla

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

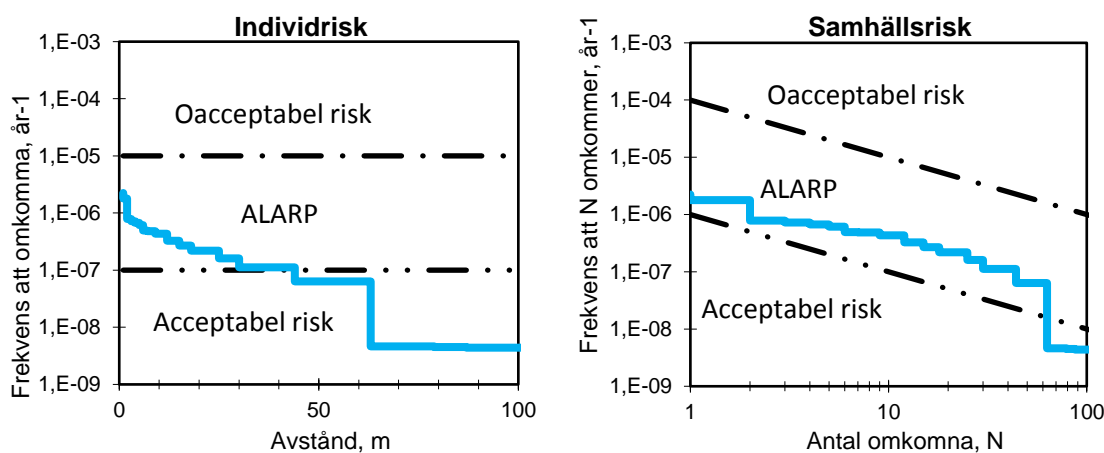
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande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

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

I Tabell 2 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 4.

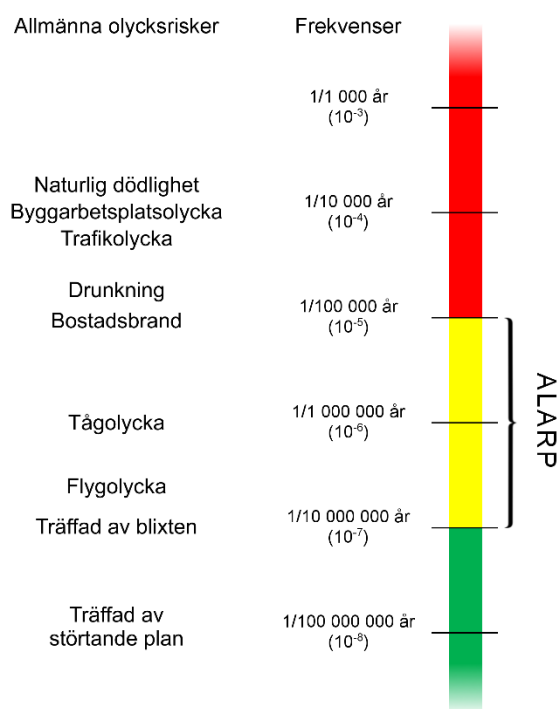
Tabell 2. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

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



Figur 4. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (4).

Som jämförelse illustreras i Figur 5 ett antal olycksrisker i samhället.



Figur 5. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området.

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

Individriska redovisas ofta med en individriska profil (t.v. i Figur 4) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

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

Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 4) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

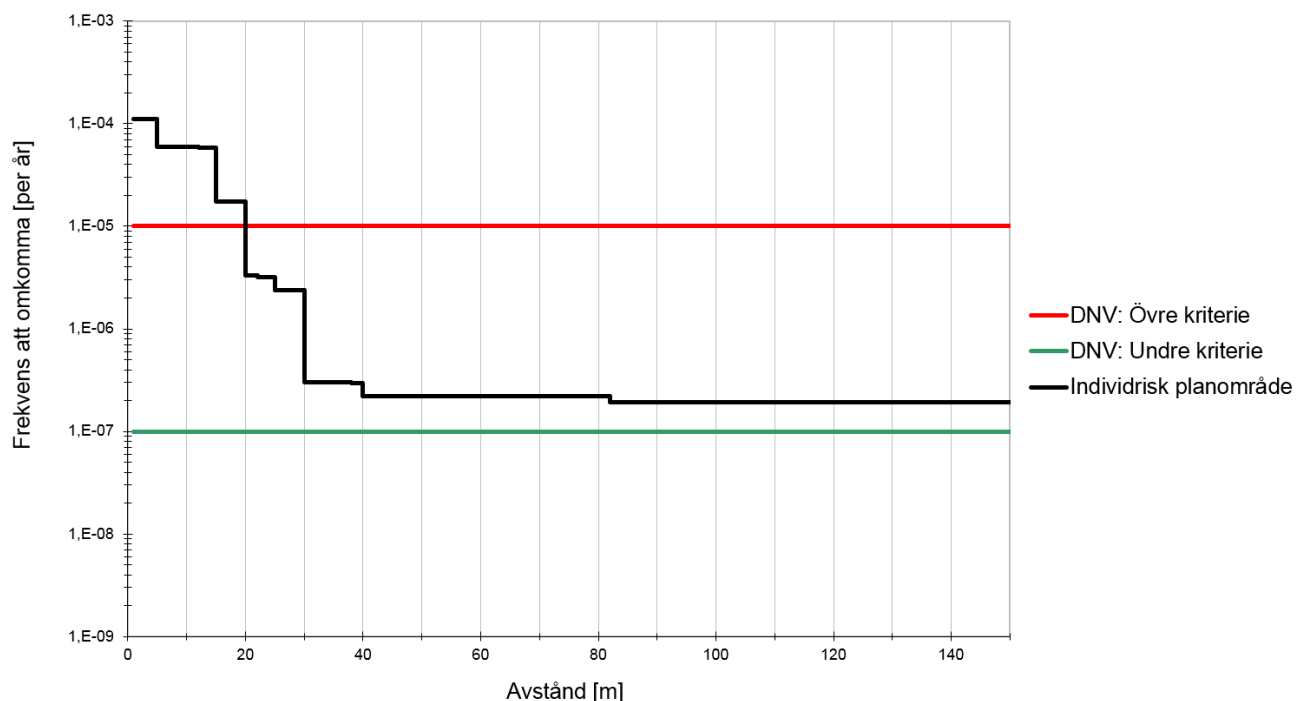
4.1 RISKNIVÅ

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmått, individriska och samhällsriska, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas.

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport (5) 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 B.

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

4.2 INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄG

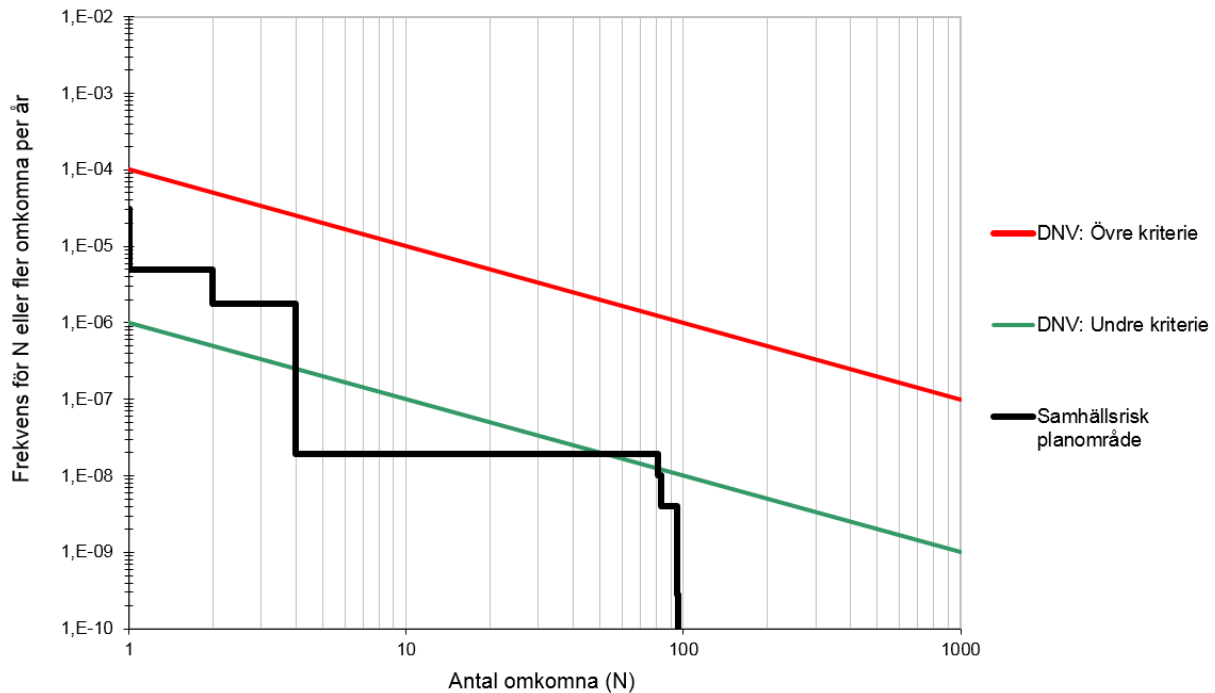


Figur 6. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på järnvägen.

I Figur 6 illustreras individrisknivån för aktuellt område längs Västra stambanan. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Ur figuren kan utläsas att risken är på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP fram till 30 meter från närmsta spårmittpunkt och därefter lågt inom ALARP.

Avståndet 0 m i figuren utgår från det närmsta spårets mitt, dvs. från industrispåret.

4.3 SAMHÄLLSRISKNIVÅ (GRUPPRISK) MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄG



Figur 7. Samhällsrisiknivå med avseende på farligt gods-transporter på järnvägen.

I Figur 7 ovan illustreras individrisiknivån för aktuellt område längs Västra stambanan. Ur figuren kan utläsas att risken ligger inom ALARP-området eller på acceptabla nivåer. Samhällsrisikberäkningarna har beaktat skyddseffekter som fås av att en stor del människor vistas inomhus. Se Bilaga D för antaganden om skyddseffekters storlek.

4.4 SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT

Individrisiknivån ligger på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP-området inom 30 meter från järnvägen. Risknivån inom de närmsta 0-30 meterna bedöms dock vara något överskattad eftersom hastigheten på industrispåret är väldigt begränsad. Detta minskar sannolikheten för urspårningar.

Eftersom planerad markanvändning tillåter verksamheter/kontor inom 30 meter samt att man planerar att eventuellt uppföra ett parkeringshus inom planområdet krävs riskreducerande åtgärder.

Ytparkering är markanvändning som bedöms vara lämplig att tillåta inom området närmst järnvägen. Avståndet från närmsta järnväg till befintlig ytparkering anses vara tillräcklig för denna typ av markanvändning.

Således avser de riskreducerande åtgärder som presenteras i kommande kapitel endast bebyggelse inom fastigheten.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Resultatet av individ- och samhällsriskskattningen visar att riskreducerande åtgärder ska beaktas för att minska risknivån enligt DNV:s värderingskriterier. Riskreducerande åtgärder identifieras utifrån det specifika planförslaget samt Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (6), 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.

Åtgärderna 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. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (6).

De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och beräknade risknivåer presenteras och diskuteras nedan. Observera att avsnittet utgör ett diskussions- och beslutsunderlag för vidare planering och således inte har formulerats som konkreta planbestämmelser.

5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

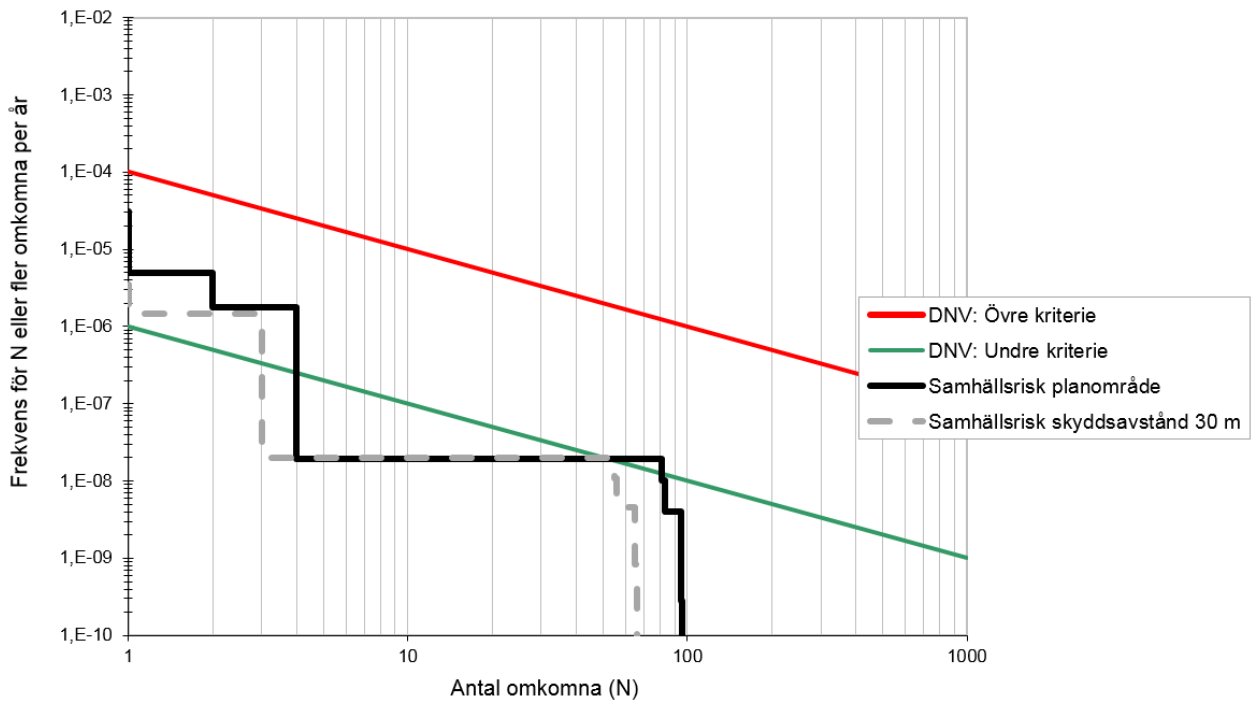
Samtliga åtgärder är inte lämpliga att reglera i en detaljplan, utan beaktas först i senare skede. Där inget annat nämns nedan, anses åtgärderna, enligt Boverkets skrift, vara lämpliga att reglera i detaljplan.

5.1.1 Skyddsavstånd

För projektet rekommenderas ett skyddsavstånd för bebyggelse om minst 30 meter från närmsta spårmit. Det rekommenderas att det inom detta område inte uppmuntras till stadigvarande vistelse. Skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder. Åtgärden är mest effektiv på korta avstånd.

Med en befolkningsfri yta om 30 meter reduceras samhällsriskens inom området enligt Figur 8 nedan.

Bortom 30 meter ligger individrisken lågt inom ALARP. Samhällsriskens ligger även den lågt inom ALARP eller på acceptabla nivåer. Det anses acceptabelt med hänsyn till den markanvändning som planeras inom eftersom de som förväntas vistas inom planområdet förväntas vara vakna och kapabla att sätta sig själva i säkerhet vid en eventuell olycka.



Figur 8. Påverkan på samhällsrisken vid ett skyddsavstånd om 30 meter från spårmit.

5.1.2 Ventilationsåtgärder

Beräkningarna visar att stor påverkan till risknivån kommer från olycksscenarioet utsläpp av giftig gas. För byggnad med kontor/verksamhet inom planområdet rekommenderas därför att friskluftsintag placeras så att de inte är riktade mot järnvägen (högt och på oexponerad sida). Ventilationen förses med manuell nödavsängningsmöjlighet så att ventilation (samt dörrar och fönster) kan stängas centralt vid t.ex ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten).

Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen för personer som vistas inomhus vid utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar. Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektpassad.

5.1.3 Utrymningsmöjligheter bort från olycksplatsen

Vidare ska bebyggelse inom planområdet möjliggöra för utrymning bort från järnvägssidan.

6 OSÄKERHETER

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

- utformning och disposition av etableringar,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. (7)

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället. (7)

7 SLUTSATS

För planområdet ligger individrisken på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP fram till 30 meter från närmsta spårmitt. Samhällsrisken ligger inom ALARP-området eller på acceptabla nivåer.

För planområdet krävs därför att följande riskreducerande åtgärder genomförs:

- En skyddsavstånd om 30 meter mellan ny bebyggelse och närmsta spårmitt. Inom denna yta ska inte byggnader för verksamheter, kontor och P-hus uppföras och ytan ska inte uppmuntra stadigvarande vistelse.
- För byggnaderna ska utrymning bort från järnvägen möjliggöras.
- Ventilation för byggnader med kontor/verksamhet förses med friskluftsintag högt på oexponerad sida samt förses med manuell nödavstängningsmöjlighet så att ventilation (samt dörrar och fönster) kan stängas centralt vid t.ex. ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten).

Förutsatt att dessa åtgärder genomförs bedömer WSP risknivåerna inom fastigheten ligger på en acceptabel nivå med hänsyn till planerad markanvändning.

BILAGA A. METOD FÖR RISKHANTERING

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

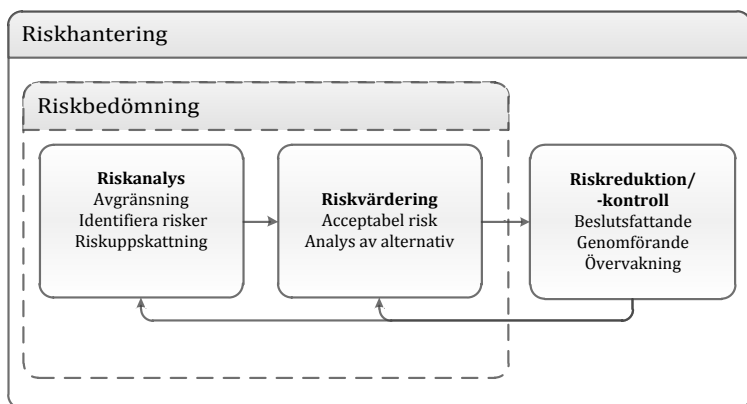
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system (8) (9), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 9.

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 9. Riskhanteringsprocessen.

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

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

A.2. RISKANALYSMETODER

Denna rapport har i sin helhet utförts med kvantitativa metoder vilka är helt numeriska och beskriver risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år (10).

BILAGA B. FREKVENSBERÄKNINGAR

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats och bedömts kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Trafikverkets (tidigare 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.

B.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 0,3 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är cirka 70 000.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 600 000.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar på beaktad sträcka: 1 st.

Inga plankorsningar finns på beaktad järnvägssträcka.

B.1.1 Urspåring

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspåring av tåg redovisas i Tabell 3 (11):

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

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

B.1.2 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

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

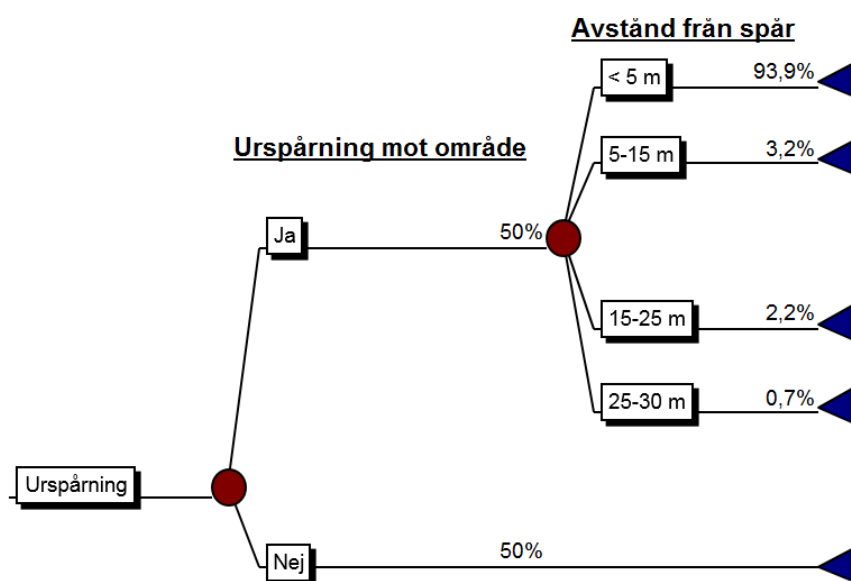
B.1.3 Avstånd från spår för urspårande vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 4 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar (70 % persontåg och 30 % godståg) (11).

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

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Viktat medel efter andel	75,36%	18,52%	3,22%	2,23%	0,66%

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten (12). Enligt Tabell 4 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 10.



Figur 10. Händelsetråd med sannolikheter för urspårningar.

B.2. JÄRNVÄGSOLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar (13) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 5 nedan

redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 5. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

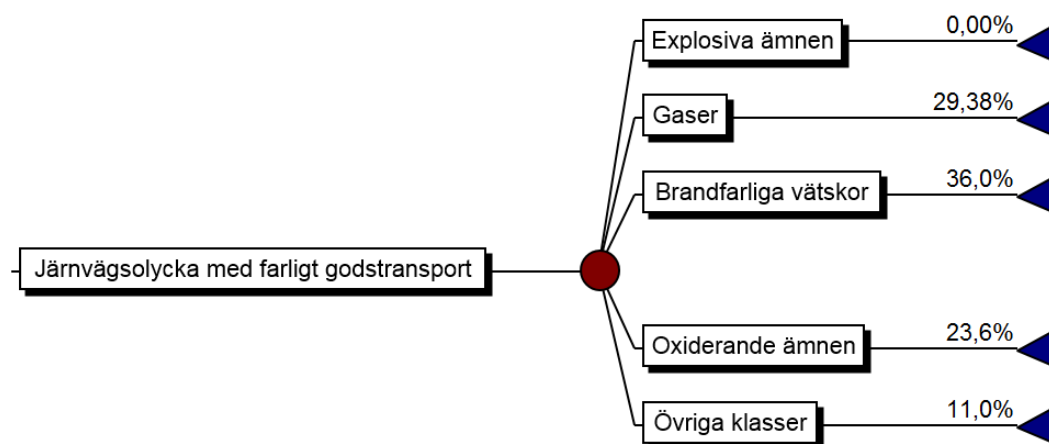
RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton (13).	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m (14).
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (15). Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

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

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt B.1.2 beräknad till $3,2 \cdot 10^{-3}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar (16). Farligt gods-vagnar antas utgöra 7 % av det totala antalet godsvagnar. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då: $1-(1-0,07)^{3,5}$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka $7,56 \cdot 10^{-4}$ per år.

I händelseträdet, se Figur 11, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella farligt gods-klasser inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass.



Figur 11. Händelsetråd med sannolikhet för olycka med farligt gods.

B.3. OLYCKSSCENARIER – HÄNDELSETRÄDSMETODIK

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

B.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

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

Transport av RID-S klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006-2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods (17). Denna siffra gäller för Sverige i helhet, och en nedbrytning till transporter på en specifik sträcka går inte göra på något enkelt sätt. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels företagsmässigt och dels säkerhetsmässigt. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg hade det endast tre transporter med klass 1 under hela 2011 i Sverige. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transportererna på mer än 500 kg explosivt ämne (18).

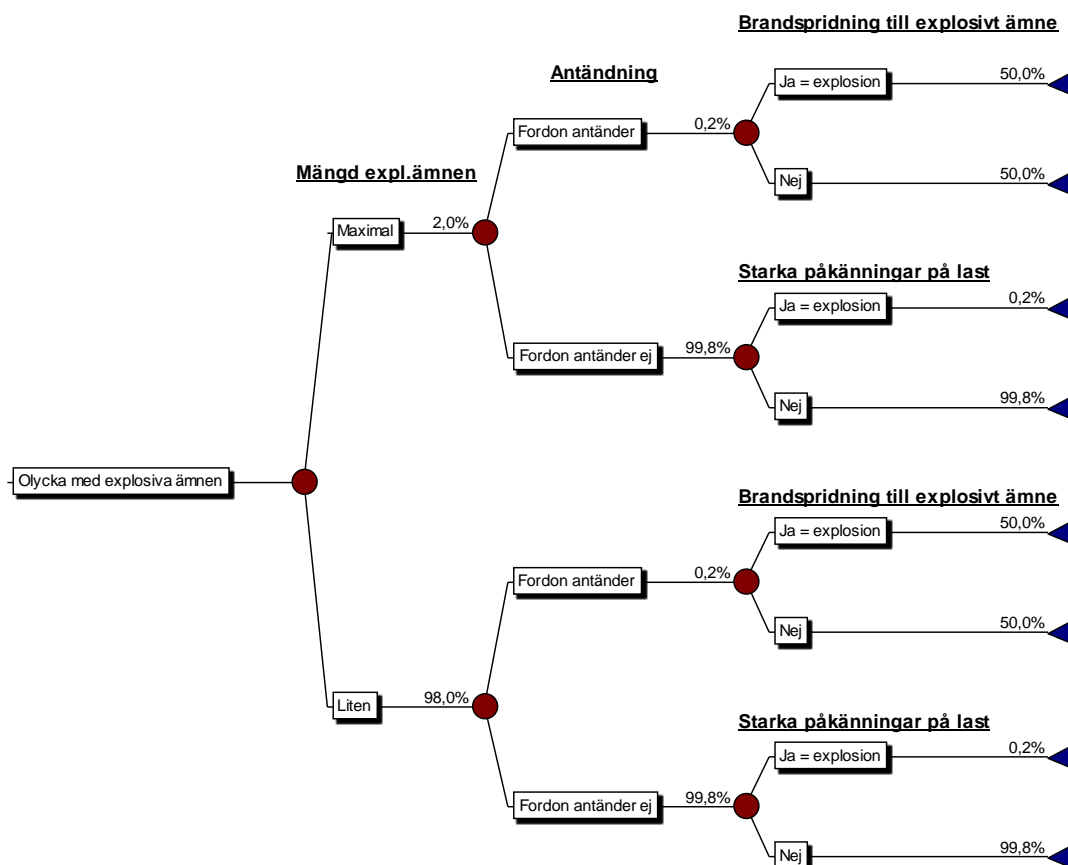
En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas förenklat utgöra mindre laster om 100-150 kg.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora, d.v.s. om lasten utsätts för stöt. Eftersom det finns

detaljerade regler för hur explosiva ämnen ska förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 %, vilket är hälften av motsvarande sannolikhet för vägolycka (19) (20). Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % (21).

Med stöt avses sådan stöt som har den intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s (22). Till skillnad från i fallet med brand så saknas kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. Som ett jämförelsevärde att förhålla sig till anger HMSO (23) att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 12 redovisas möjliga scenarier.



Figur 12 Händelseträd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 (24), antas 73 % av transportererna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 27 % antas vara giftiga gaser.

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 1 % i båda fallen (11). Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen

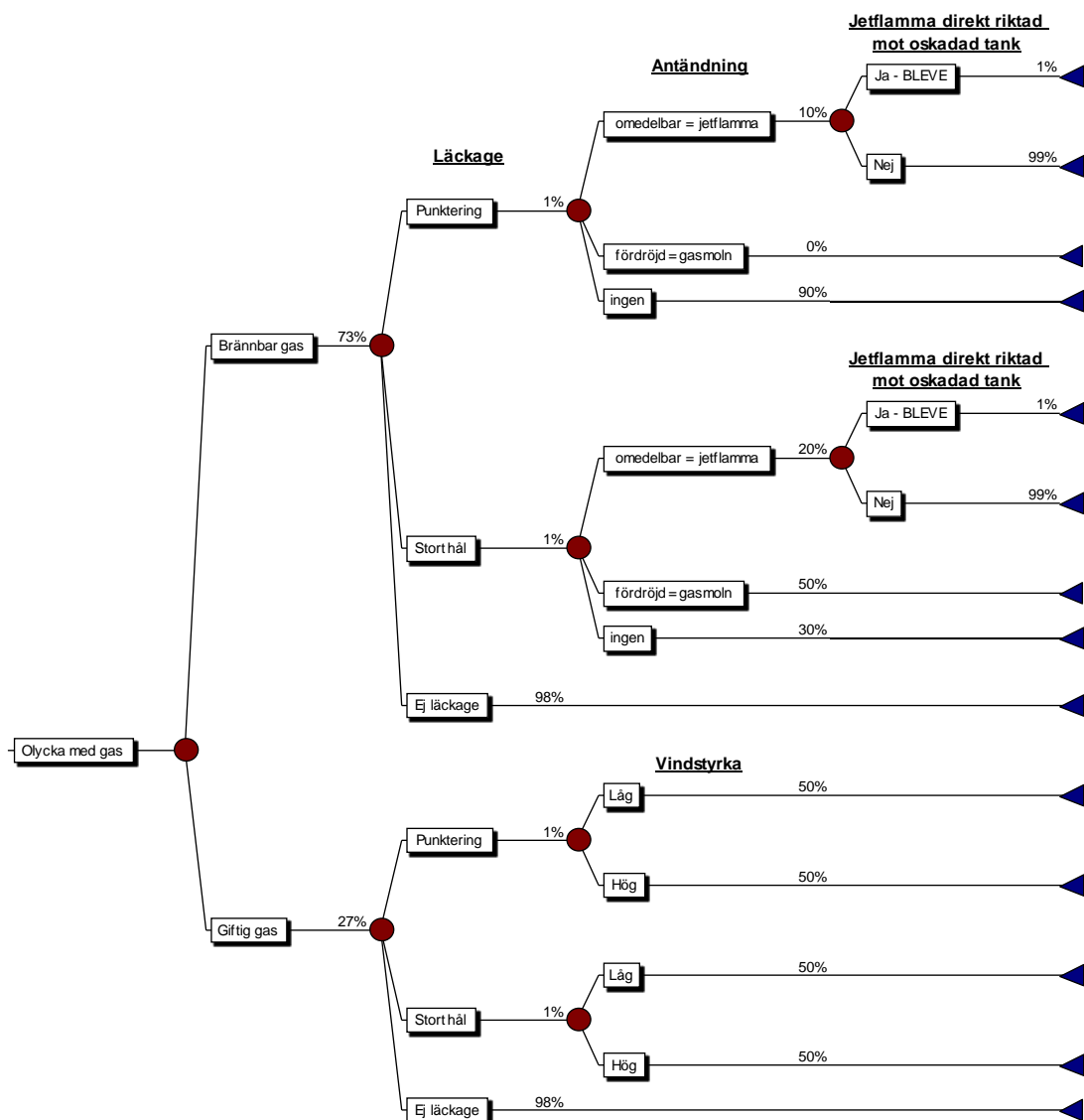
antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot, BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion), är mycket ovanligt och kan endast inträffa om vagnen saknar säkerhetsventil och tanken utsätts för en omfattande brand. En BLEVE kan då uppkomma om tanken utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter (25) för:

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

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 20 %, 50 % och 30 % (25). En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten. Konservativt ansätts 1 %.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s) med lika stor sannolikhet. I Figur 13 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

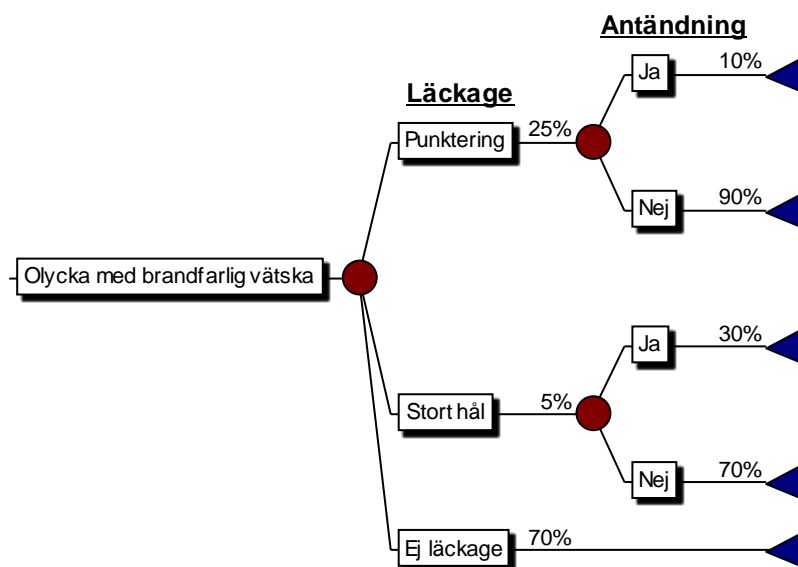


Figur 13. Händelse-träd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

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

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 % (11). I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg ska antändas antas vara 10 % respektive 30 % (11). I Figur 14 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt om underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material, vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 14. Händelsesträd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

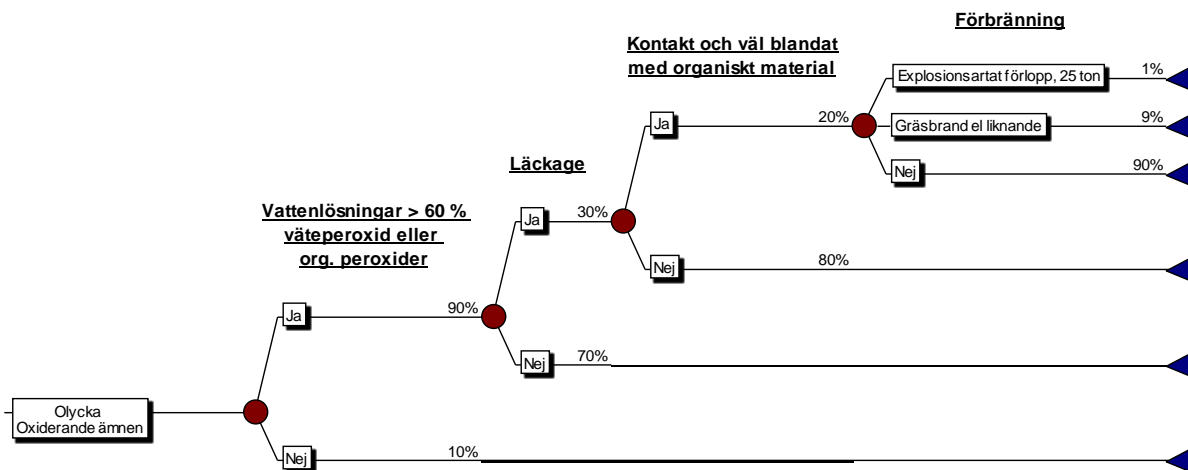
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända.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

Transportstatistik (17) anger att 93 % av transporterna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transporterna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (se ovan i avsnitt B.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 1 % (21). Givet att blandning skett antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. 10 % av fallen då blandningen antänt antas gå till detonation, medan resterande 90 % antas utvecklas till en kraftig brand. I Figur 15 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 15. Händelsesträd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

B.4. ANPASSNING AV SANNOLIKHETEN AVSEENDE KONSEKVENSAVSTÅND

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

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

BILAGA C. KONSEKVENSBERÄKNINGAR

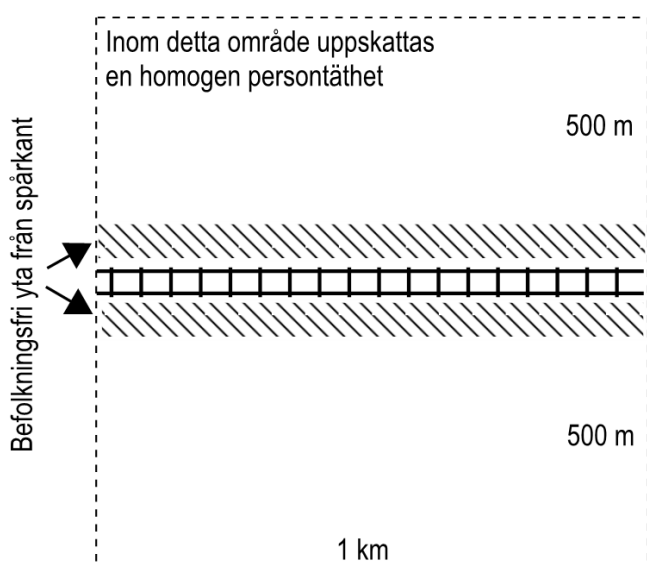
De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

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

C.1. PERSONTÄTHET

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring järnvägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer.

Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt figur nedan.



Figur 16. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

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

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

C.2. MEKANISK SKADA VID URSPÅRNING

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25-30 m, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom.

C.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 B. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

C.3.1 *RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen*

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

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål som splitter kastas mot människor (sekundära) (26).

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa (27). Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas i denna riskbedömning uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter (21).

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader). I FÖP Göteborg (21) anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

C.3.2 *RID-S-klass 2 – Gaser*

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

Brännbar gas, RID-S-klass 2.1

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Mängden gas i en järnvägsvagn antas till cirka 40 ton (28).

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) (29). För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* (30), dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek

och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet.

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

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

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- 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 6 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 6. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.

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

Giftig gas, RID-S-klass 2.3

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid. Med simuleringsprogrammet *Spridning luft* (31) beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC₅₀¹) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton (31). Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) (31).

¹ Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. *Spridning luft* visar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning, se Tabell 7.

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

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

Tabell 7. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

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

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

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m², vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad (29).

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

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp (32).

I Tabell 8 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika stora pölbränder. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen, eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över ett relativt stort område beroende på topografi med eventuella diken osv. I detta fall antas konservativt att pölen bredds ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 8. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradien	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
Liten pölbrand bensen (100 m ²)	5,6 m	17 m	22 m

Stor pölbrand bensin (400 m ²)	11 m	29 m	40 m
--	------	------	------

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

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

Vid transport kan en vagn med 25 ton gods av RID-S-klass 5 vid urspårning kollidera med en vagn innehållande någon form av brännbart ämne som t.ex. bensin. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplosiva varor (21), se vidare avsnitt B.3.1.

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

Tabell 9. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

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

C.4. UPPSKATTNING AV ANTAL OMKOMNA I RESPEKTIVE SCENARIO

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt avsnitt B.3, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt avsnitt C.3, med den persontäthet som antagits i området, enligt avsnitt C.1. Samtliga personer inom den area som utsätts för dödliga konsekvenser antas omkomma i grundberäkningen.

BILAGA D. SKYDDSEFFEKTER

Vid beräkning av samhällsrisknivå med avseende på järnvägstransporterna på Västra stambanan och industrispåret beaktas skyddsfaktorer för inomhusvistelse. Majoriteten av människorna inom planområdet kommer att vistas inomhus och bedöms därmed delvis vara skyddade under olyckans akuta skede.

I tabellen nedan redovisas de skyddsgrader vid inomhusvistelse som använts vid beräkningarna av samhällsrisknivån. I beräkningarna medför en ansatt skyddsgrad på 50 % att hälften av individerna som vistas inomhus inom olyckans konsekvensområde förväntas omkomma. Ingen skyddsgrad ansätts för individer som vistas utomhus.

Tabell 10. Skyddsfaktorer för respektive zon med avseende på olycksscenarioer med farligt gods på järnvägen.

RID-Klass	Olycksscenario	Konsekvensavstånd (meter)	Skyddsgrad för inomhusvistelse inom planområdet
1	Explosiva ämnen 25 ton	250	0 %
	Explosiva ämnen 100 kg	25	50 %

2.1	BLEVE	200	50 %
	Jetflamma punktering	18	50 %
	Gasmoln punktering	18	50 %
	Jetflamma stort hål	92	50 %
	Gasmoln stort hål	21	50 %
2.3	Punktering giftig gas svag vind	38	50 %
	Punktering giftig gas stark vind	34	50 %
	Stort hål giftig gas svag vind	755	50 %
	Stort hål giftig gas stark vind	880	50 %
3	Liten pölbrand	22	50 %
	Stor pölbrand	40	50 %
5	Explosion oxiderande ämnen 25 ton	250	0 %
	Brand oxiderande ämnen	40	50 %

Skyddsgraderna bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar, beräkningar och internationella vägledningarna såsom CPR 18E (33) .

Urspårningar:

Mekanisk påverkan på omgivande bebyggelse från urspårade tåg antas kunna medföra fortskridande ras av byggnader. Kollaps av moderna byggnader till följd av jordbävningar uppskattas kunna medföra ett skadeutfall på 20-50 % omkomna och 50-80 % skadade (34). I samhällsriskberäkningarna antas 50 % av individerna som befinner sig inomhus inom urspårningens konsekvensområde förolyckas till följd av fortskridande ras.

Explosioner:

Tryckvågor från större explosionslaster kan medföra omfattande skador på byggnader belägna långt ifrån olyckans centrum. Planområdet är beläget nära invid järnvägsspår varför ingen skyddsgrad för explosioner ansätts.

Pölbränder:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på utfallande strålning från pölbränder. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymning har skett är antagandet mer osäkert. På grund av detta används endast en 50 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse med avseende olycksscenarioer som medför pölbrand.

Olycksscenarioer med brännbara gaser:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på utfallande strålning från jetflammar. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. Gasmolnsexplosioner kan utöver strålningspåverkan även medföra tryckskador på omgivningen. Skyddsgraden vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarioer med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 50 %.

Utsläpp av giftig gas:

I CPR 18E bedöms individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas (35). Planområdet ligger dock i direkt anslutning till

järnvägen varför detta antagande bedöms vara för optimistiskt. Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse inom planområdet avseende utsläpp av giftig gas antas i beräkningarna således endast uppgå till 50 %.

BILAGA E. REFERENSER

1. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län.** Riskhantering i Detaljplanprocessen. *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
2. **Trafikverket.** *Trafikuppgifter prognos 2040, via mail 2019.*
3. **Falköpings kommun.** *Järnvägsnätbeskrivning för Falköpings kommuns järnvägsnät i Brogårdet/Marjarp 2011-12-13 och tills vidare.* 2011.
4. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** Värdering av risk. *FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
5. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
6. **Räddningsverket och Boverket.** Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
7. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** VTI rapport 387:1. 1994.
8. **IEC.** International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneve : International Electrotechnical Commission, 1995.
9. **ISO.** Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73.* Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
10. **Nystedt, Fredrik.** Riskanalysmetoder. Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
11. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
12. **Banverket och Räddningsverket.** *Säkra järnvägstransporter av farligt gods.* 2004.
13. **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.
14. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
15. **VTI.** Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. *VTI-rapport 387:4.* u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
16. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2.* 1994.
17. **Trafik analys - TRAFKA.** *Bantrafik 2010, Statistik 2011:24.* 2011.
18. **Pettersson, Jan.** Säkerhetsansvarig Green Cargo. *Muntligt.* 2012.
19. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
20. **VTI.** Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
21. **Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad.** *Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.* 1997.
22. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.

23. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
24. **MSB.** *Trafikflödet på järnväg – 2006.* . [<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Jarnvag/>] 2013-08-09.
25. **Purdy, Grant.** Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail. *Journal of Hazardous materials*, 33. 1993.
26. **Stefan Lamnevik AB.** *Verkan av explosioner i det fria.* 2010.
27. **Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker.* Tumba : u.n., 1997.
28. **Svenska gasföreningen.** *Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter.* 2004.
29. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4.* 1994.
30. **Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.** *Datorprogrammet Gasol.*
31. **RIB, Statens räddningsverk.** Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.
32. **Brandteknik, Lunds tekniska högskola.** *Brandskyddshandboken, Rapport 3161.* Lund : u.n., 2012.
33. **Ministry of Transport and Water Management.** *CPR 18E: Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book'.* Haag : Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1999.
34. —. *CPR 14E: Methods for the calculation of physical effects.* Haag : Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1996.
35. **Advisory Council on Dangerous Substances .** *Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E.* u.o. : Ministry of Transport (NL), 2005.

VI ÄR WSP

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

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

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

