

PLP PROJEKTKONSULT LARS POSTRUP AB

RISKBEDÖMNING DETALJPLAN

KV. KOMPANIET 4

2022-02-21



wsp

Riskbedömning Detaljplan

Kv. Kompaniet 4

Tranås

KUND

PLP Projektkonsult Lars Postrup AB

KONSULT

WSP Project Management

201 25 Malmö
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Olov Holmstedt Jönsson, WSP, olov.holmstedt.jonsson@wsp.com

Lars Postrup, PLP Projektkonsult Lars Postrup AB, lars@plp.nu

UPPDRAGSNAMN
RB Kv. Kompaniet 4

UPPDRAGSNUMMER
10333432

FÖRFATTARE
Olov Holmstedt Jönsson

DATUM
2022-02-21

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Emelie Laurin

GODKÄND AV
Olov Holmstedt Jönsson

Sammanfattning

WSP har av PLP Projektkonsult Lars Postrup AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med ändring av detaljplan för fastigheten Kompaniet 4 i Tranås kommun. Inom den aktuella fastigheten bedrivs i nuläget en skolverksamhet för vuxna med ett tillfälligt bygglov. Den gällande detaljplanen medger dock enbart markanvändningen industri inom planområdet. Syftet med planändringen är att göra den befintliga vuxenskolan förenlig med detaljplanen. Öster om planområdet löper Södra stambanan, som är transportled för farligt gods. Kortaste avstånd mellan byggnaden som inrymmer vuxenskolan och Södra stambanan uppgår till cirka 14 meter.

Länsstyrelsen i Jönköpings län tillämpar de riktlinjer som Länsstyrelsen i Hallands län upprättat avseende bebyggelse intill transportleder för farligt gods. I dessa riktlinjer anges att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt godsled. I riskbedömningen belyses därför specifikt risker förknippade med järnvägstransporterna på Södra stambanan.

WSP bedömer att markanvändningen vuxenskola inom planområdet är acceptabelt ur ett riskhänseende med hänsyn till riskpåverkan från Södra stambanan förutsatt att följande skyddsåtgärder vidtas:

- Entréer till vuxenskolan ska ligga på motsatt sida från järnvägen. Vidare ska vuxenskolan minsta ha en utrymningsväg som inte vetter mot järnvägen.
- Ytan mellan järnvägen och husfasaden ska utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering kan dock tillåtas inom detta område då denna typ av markanvändning inte medför stadigvarande vistelse.
- Friskluftsintag till byggnader med stadigvarande vistelse inom planområdet ska placeras på oexponerad sida, dvs. vända bort från Södra stambanan. Vidare ska det vara möjligt att nödstoppa ventilationen från en central plats i byggnaden.
- Fasader som vetter mot och ligger inom 30-50 meter från järnvägen ska utföras i obrännbart material och glaspartier (samt andra ingående komponenter) ska utföras i lägst brandteknisk klass E 30.
- Fasader som vetter mot och ligger inom 30 meter från järnvägen ska utföras med brandskyddad fasad. Detta innebär att fasaden ska utföras i obrännbart material samt i lägst brandteknisk klass EI 30. Vidare ska dörrar och glaspartier som vetter mot järnvägen utföras i lägst brandteknisk klass EI 30.

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	INTERNKONTROLL	7
2	OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1	OMGIVNING	8
2.2	PLANOMRÅDET	8
2.3	SÖDRA STAMBANAN	9
2.4	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	10
3	RISKIDENTIFIERING	11
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	11
3.2	MEKANISK PÅVERKAN I SAMBAND MED URSPÅRNING	11
3.3	TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ SÖDRA STAMBANAN	12
3.4	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	12
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	13
4.1	OMGIVNINGSPÅVERKAN FRÅN SÖDRA STAMBANAN	14
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	18
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	18
6	DISKUSSION	21
6.1	ALLMÄNT OM OSÄKERHETER	21
6.2	KÄNSLIGHETSANALYSER	21
6.3	INFÖRANDET AV SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	24
7	SLUTSATSER	25
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	26
BILAGA B.	FREKVENSBERÄKNINGAR	28
BILAGA C.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	36
BILAGA D.	SKYDDSAKTÖRER	41
BILAGA E.	REFERENSER	43

1 INLEDNING

WSP har av PLP Projektkonsult Lars Postrup AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med ändring av detaljplan för fastigheten Kompaniet 4 i Tranås kommun. Inom den aktuella fastigheten bedrivs i nuläget en skolverksamhet för vuxna med ett tillfälligt bygglov. Den gällande detaljplanen medger dock enbart markanvändningen industri inom planområdet. Syftet med planändringen är att göra den befintliga vuxenskolan förenlig med detaljplanen. Öster om planområdet löper Södra stambanan, som är transportled för farligt gods. Kortaste avstånd mellan byggnaden som inrymmer vuxenskolan och Södra stambanan uppgår till cirka 14 meter.

Länsstyrelsen i Jönköpings län tillämpar de riktlinjer som Länsstyrelsen i Hallands län upprättat avseende bebyggelse intill transportleder med farligt gods. I dessa riktlinjer anges att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt godsled.

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 godsled.

Målet med riskbedömningen är utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på 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 specifikt risker förknippade med järnvägstransporterna på Södra stambanan. 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

Vid planläggning intill vägar eller järnväg där farligt gods transporteras hänvisar Jönköpings län till riktlinjer framtagna av Hallands län.

Länsstyrelsen i Halland har utifrån en kvantitativ analys av väg- och järnvägstransporter inom länet genomfört en värdering av tolerabla risknivåer i samband med samhällsplanering utmed transportleder avsedda för farligt gods [1]. Resultatet har omarbetats till riktlinjer som baseras på att områdena utmed transportlederna delas in i fyra zoner; yttre gräns för riskbedömningsområde, basavstånd, reducerat avstånd och bebyggelsefritt område.

Den yttre gränsen är utifrån riktlinjen satt till 150 meter och gäller alla transportleder för farligt gods. I praktiken innebär denna gräns att alla typer av byggnader för normalt förekommande användningsområden får etableras bortanför 150 meter från närmsta farligt gods-led utan att någon särskild riskbedömning görs. Vid etablering vid basavståndet bedöms risknivån som acceptabel utan särskilda åtgärder, dock ska vissa grundläggande säkerhetskrav på byggnaden vara uppfyllda. Det reducerade avståndet kräver att specificerade säkerhetshöjande åtgärder redovisas innan etablering, medan bebyggelse inom det vanligtvis bebyggelsefria området kräver en särskild riskanalys för att ett sådant undantag ska tas i beaktning.

Skyddsavstånden för farligt gods-transporter på väg och järnväg utifrån riktlinjer från Länsstyrelsen i Halland, kan sammanfattas som:

- **Yttre gräns:** 150 meter. Ingen särskild hänsyn tas till risker från farligt gods.
- **Basavstånd:** 30–100 meter. Ett rekommenderat avstånd till allmänna transportleder för farligt gods. Varierar beroende på verksamhetstyp.
- **Reducerat avstånd:** Avstånd specificeras från fall till fall. Byggnation kräver att specificerade säkerhetshöjande åtgärder vidtas.
- **Bebyggelsefritt område:** 15–30 meter. Minimavstånd mellan byggnader och transportleder. Kräver en särskild riskanalys.

Rekommenderade skyddsåtgärder samt avstånd varierar med hänsyn till den markanvändning som planeras. Markanvändningen har i riktlinjerna delats upp i fyra kategorier;

- Industri – avser olika typer av småindustri, lager och annan verksamhet som inte i sig utgör signifikant fara för omgivningen.
- Kontor – avser enbart kontorsbebyggelse i flera våningar.
- Småhus – avser villor, parhus, radhus, storvillor och liknande.
- Tätort – avser till exempel lägenhetsbebyggelse med tre våningar eller mer och av stads- eller tätortskaraktär.

Den aktuella vuxenskolan bedöms falla under kategorin "tätort". För markanvändningen tätortsbebyggelse gäller för järnväg ett basavstånd om 80 meter samt ett reducerat avstånd om 30 meter. Enligt riktlinjen får de angivna skyddsavstånden underskridas men då ska först en fördjupad riskbedömning genomföras för att tillstryka lämpligheten med placeringen.

1.5 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Olov Holmstedt Jönsson (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 Emelie Laurin (Brandingenjör och 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 OMGIVNING

Fastigheten Kompaniet 4 är belägen inom Tranås tätort drygt 350 meter norr Tranås station och resecentrum, se Figur 1. Markanvändningen inom de fastigheter som omger planområdet utgörs företrädesvis av industri och fjärrvärmeproduktion men enstaka bostadshus förekommer också. I östlig riktning avgränsas planområdet av Södra stambanan på vilken transporter av farligt gods förekommer. En ingående beskrivning av järnvägens trafikering och utformning presenteras i avsnitt 2.3.



Figur 1. Planområdets placering i förhållande till övriga delar av tätorten.

2.2 PLANOMRÅDET

Den befintliga detaljplanen för fastigheten omfattar en total yta på 3 hektar och planområdet består i huvudsak av en större byggnad samt två mindre friliggande byggnader, se Figur 2. I den södra delen av den stora byggnadskroppen bedriver vuxenskolans verksamhet med ett tillfälligt bygglov. Övriga delar av byggnaden inrymmer EFG European Furniture Group AB:s verksamhetslokaler. Vuxenskolans, vilken går under namnet Vux Tranås, erbjuder yrkesutbildningar samt enstaka kurser och bedriver även SFI-undervisning. Inom vuxenskolans lokaler vistas som mest 300-400 personer och EFG European Furniture Group AB har i sin tur drygt 160 anställda [2]. Den gällande detaljplanen (stadsplanen) för Kompaniet 4 antogs år 1986 och medger markanvändningen industri samt även transformatorstation i den västra delen fastigheten [3]. Som tidigare nämnts är syftet med planändringen är att göra den befintliga vuxenskolans förenlig med detaljplanen.



Figur 2. Fastigheten Kompaniet 4, röd markering visar vilken del av byggnaden som inrymmer vuxenskolan.

2.3 SÖDRA STAMBANAN

Södra stambanan är en dubbelspårig elektrifierad järnväg som stäcker sig mellan Katrineholm och Malmö via bland annat Hässleholm, Nässjö och Tranås. Södra stambanan är i nuläget en av de mest trafikerade järnvägssträckorna i Sverige och nyttjas både för person- och godstransporter. I Tabell 1 redovisas det prognostiserade trafikflödet på Södra stambanan delsträckan Mjölby - Nässjö enligt Trafikverkets basprognos för horisontår 2040 [4]. För att resultatet av riskbedömningen ska bli robust kommer det prognostiserade trafikflödet för horisontår 2040 användas som ingångsvärde vid beräkningen av järnvägens riskpåverkan på omgivningen.

Tabell 1. Antal person- och godståg per årsmedeldygn på aktuell delsträcka av Södra stambanan enligt Trafikverkets basprognos för år 2040 [4].

Södra stambanan (Mjölby – Nässjö)	År 2040
Antal persontåg per årsmedeldygn (S-tåg)	44
Antal persontåg per årsmedeldygn (B-tåg)	44
Antal godståg per årsmedeldygn (A-tåg)	48

Järnvägsspåren i höjd med aktuellt planområde ligger i nivå med omgivningen och mellan spårområdet och vuxenskolans lokaler har en bullerskärm uppförts. STH (Största Tillåtna Hastighet) på sträckan varierar för olika tågslag enligt följande [5]:

A-tåg: 140 km/h (godståg)

B-tåg: 150 km/h (pendeltåg)

S-tåg: 180 km/h (regionaltåg, exempelvis X2000)

2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Den generella persontätheten inom Tranås tätort uppgick år 2020 till drygt 1 470 invånare/km² [6]. Persontätheten inom det aktuella planområdet kan dock under dagtid förväntas bli signifikant högre än den generella för tätorten. För en vidare beskrivning av hur persontätheten inom planområdet och omnejd har uppskattats se avsnitt 4.1.2.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Att bedöma möjlig påverkan på omgivningen innebär, enligt avgränsningarna för denna riskbedömning, att identifiera de risker som är förknippade med järnvägsanläggningen som ligger i nära anslutning till planområdet. De risker som har identifierats kopplade till järnvägstransporterna på Södra stambanan är:

- Mekanisk påverkan i samband med urspårning.
- Olycka vid transport av farligt gods på järnväg.

3.2 MEKANISK PÅVERKAN I SAMBAND MED URSPÅRNING

Den dominerande risken (med avseende på sannolikhet) i anslutning till järnväg är urspårning. Konsekvenserna till följd av urspårning kan omfatta att människor förolyckas, antingen utomhus eller i intilliggande byggnader som påverkas av händelsen. Dock är den vanligaste konsekvensen av en urspårning materiella skador på järnvägsanläggningen och/eller på tåg. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg.

Det finns ett antal kända orsaker som var för sig eller tillsammans kan resultera i en urspårning, såsom växelpassager, kraftiga inbromsningar, spårlägesfel, solkurvor och sabotage. Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna av en urspårning är direkt beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. Enligt länsstyrelsens riktlinje är det vanligtvis ur en kostnadssynpunkt inte skäligen att vidta skyddsåtgärder för att hantera risken för mekanisk påverkan på omgivningen till följd av tågurspårning:

"(...) Motsvarande krav har inte ställts för järnvägar. Även i detta fall är det viktigt att undvika mekanisk konflikt och att ge plats för bärgningsoperationer. Dock är sannolikheten för urspårning låg och det är ofta svårt och mycket kostsamt att anordna effektiva barriärer. Det har därmed inte ansetts motiverat ur kostnads-nyttasynpunkt att ställa detta krav vid etableringar intill järnväg." - [6]

I det aktuella fallet understiger dock avståndet mellan vuxenskolans fasad och järnvägen det rekommenderade skyddsavståndet i länsstyrelsens riktlinje varvid en fördjupad analys avseende risken för mekanisk påverkan bedöms vara nödvändig. I Eurocode om dimensioneringskrav avseende olyckslaster hänvisas till UIC 777-2¹ för vägledning avseende olyckslaster orsakade av spårbunden trafik [7]. I UIC-modellen har hastigheten på sträckan en central betydelse då denna parameter bland annat avgör hur långt från spåret (vinkelrätt) urspårade fordon kan hamna. Modellen anger att tågets maximala avvikelser vinkelrätt från spåret i meter kan skattas utifrån $V^{0.55}$ (V = urspåringshastigheten i km/h) [8]. I avsnitt C.1 redovisas hur sambanden i UIC-772 har nyttjats för att uppskatta risken för mekanisk påverkan på omgivningen vid händelse av en urspårning längs den aktuella järnvägssträckan.

¹ UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone

3.3 TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ SÖDRA STAMBANAN

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [9] [10] som har tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade RID-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt.

Statistiken som ligger till grund för de kvantitativa analyserna i denna riskbedömning baseras på ett utdrag från Trafikverkets databas LUPP (Leveransuppföljningssystemet). Statistiken innefattar: antal godståg-, antal godståg med farligt gods-, antal vagnar med farligt gods-, antal ton farligt gods- samt mängder av och fördelningen mellan transporterade farligt gods-klasser på delsträckan Mjölby – Nässjö under tidsperioden 2014–2019 [11]. Statistiken är sekretessbelagd och kan ej redovisas i rapporten. Statistiken ligger likväl till grund för de kvantitativa analyserna avseende Södra stambanans omgivningspåverkan.

I B.2 redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka. 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, 2.1, 2.3, 3 och 5. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

3.4 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 2.

Tabell 2. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen	Brandfarlig gas	Giftig gas	Brandfarlig vätska	Oxiderande ämnen
Klass 1	Klass 2.1	Klass 2.3	Klass 3	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 planområde och omnejd med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med järnvägstransporterna på Södra stambanan.

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 [12]. 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.

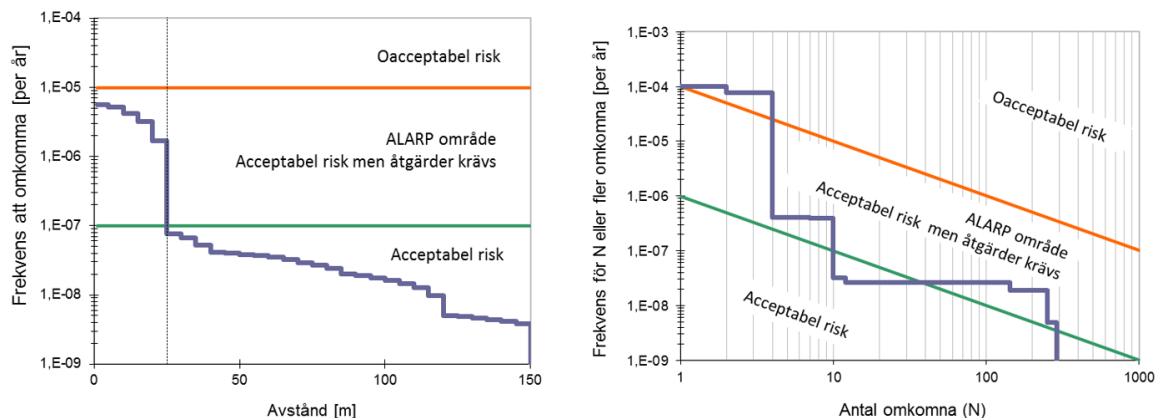
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande 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 3 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 3.

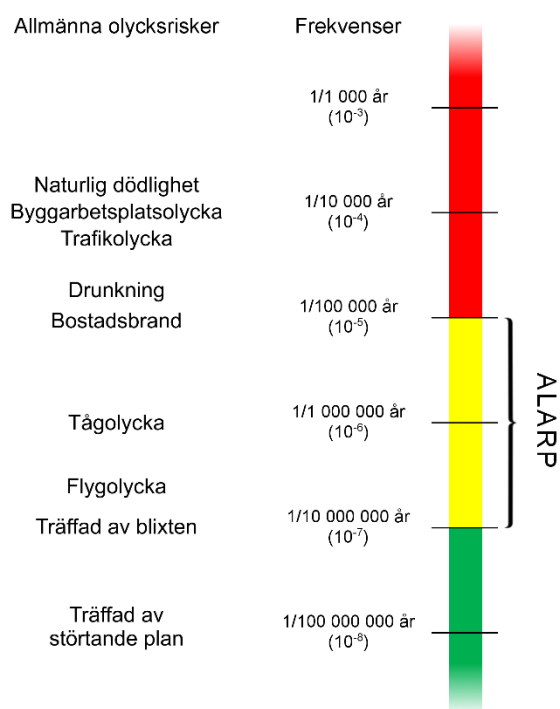
Tabell 3. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

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 3. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [12]

Som jämförelse illustreras i Figur 4 ett antal olycksrisker i samhället



Figur 4. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området [6].

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 riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individriska redovisas ofta med en individriska profil (t.v. i Figur 3) 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 3) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåten, 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.

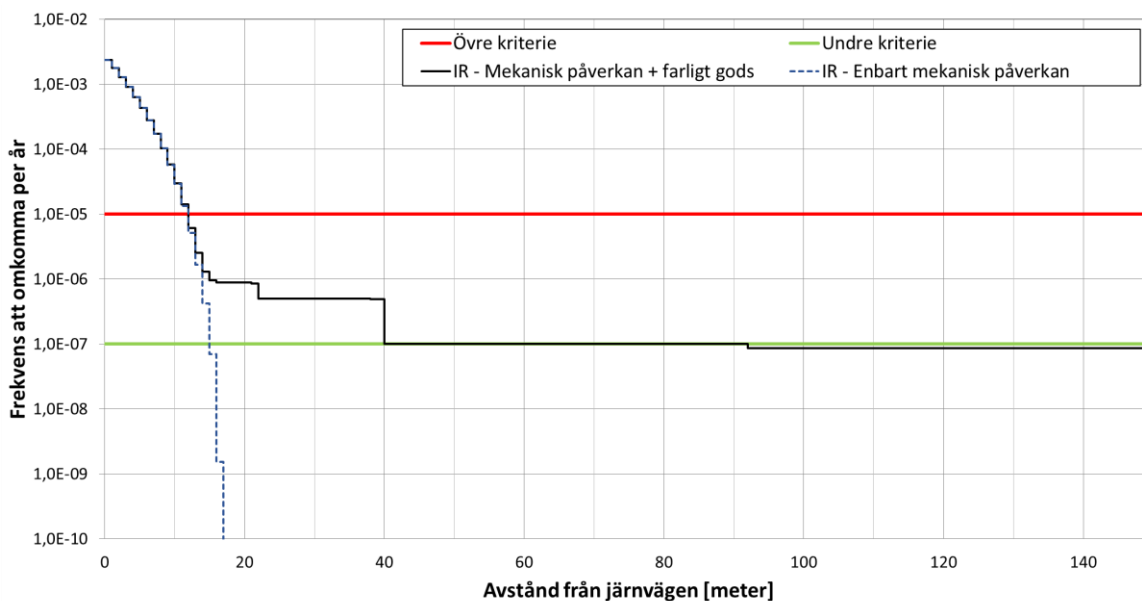
4.1 OMGIVNINGSPÅVERKAN FRÅN SÖDRA STAMBANAN

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport [13] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella delsträckan av Södra stambanan. 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.

4.1.1 Individrisknivå

I Figur 5 illustreras individrisknivån längs den delsträcka av Södra stambanan som ligger i höjd med aktuellt planområde. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Beräkningen indikerar att individrisknivån ligger inom oacceptabla nivåer inom 12 meter från järnvägen och högt inom ALARP-området ($>10^{-6}$ per år) från 12 till 16 meter sett från närmsta spårmit. Mellan 17-40 meter ligger individrisknivån inom den nedre halvan av ALARP-området ($10^{-7} < IR \leq 10^{-6}$ per år) och ligger därefter inom acceptabla nivåer. Ur figuren kan även utläsas att bidraget från mekanisk påverkan dominerar riskbilden upp till drygt 15 meter från järnvägen men att riskbidraget från farligt gods-olyckor därefter blir styrande.



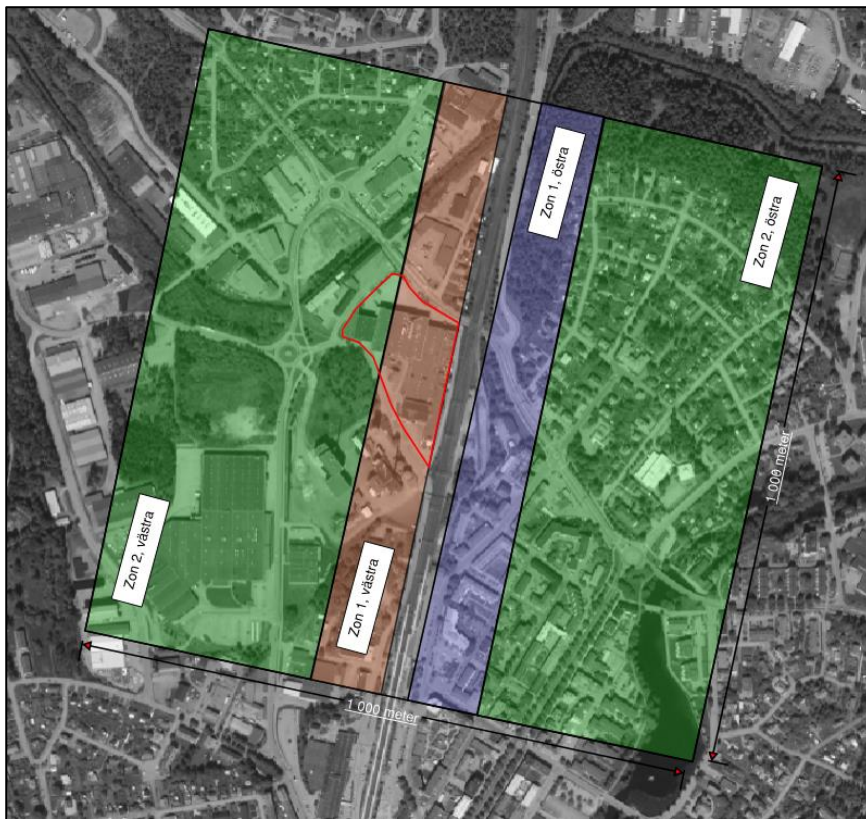
Figur 5. Uppskattad individrisknivå med avseende på järnvägstransporterna på Södra stambanan horisontår 2040.

4.1.2 Samhällsrisknivå

I detta avsnitt redovisas hur beräkningarna av samhällsrisk har genomförts. Vidare redovisas vilka skyddsfaktorer avseende inomhusvistelse som har antagits vid beräkningarna av samhällsrisknivån. I Figur 6 redovisas den modell som har använts vid uppskattningen av samhällsrisk för planområdet och omnejd. I Tabell 4 redovisas persontätheten inom respektive zon i beräkningsmodellen.

Tabell 4. Ansatt persontäthet inom respektive zon i beräkningsmodellen.

Zonindelning	Bredd	Persontäthet dagtid [inv. per km ²]	Persontäthet nattetid [inv. per km ²]
Befolkningsfri yta, västra	20 meter	N/A	N/A
Zon 1, västra	100 meter	7 500	1 500
Zon 2, västra	380 meter	1 500	1 500
Befolkningsfri yta, Östra	30 meter	N/A	N/A
Zon 1, östra	100 meter	1 500	1 500
Zon 2, östra	370 meter	1 500	1 500



Figur 6. Modell för beräkning av samhällsrisknivå för planområdet och omnejd.

Närmst Södra stambanan antas en bebyggelse- samt befolkningsfri yta. Bredden av den bebyggelse- och befolkningsfria ytan varierar dock längs den betraktade järnvägssträckan och är generellt större på den östra sidan. Skyddsavståndet mellan närmsta spårmitt och närliggande bebyggelse öster om järnvägen antas vid beräkningarna uppgå till 30 meter. Detta bedöms vara en konservativ ansats då avståndet i flera fall överstiger 50 meter.

Som tidigare nämnts är kortaste avståndet mellan byggnaden som inrymmer vuxenskolan och Södra stambanan cirka 14 meter. Det är dock enbart en begränsad del av skolbyggnaden som ligger så pass nära järnvägen och avståndet mellan närmsta spårmitt och husfasad uppgår generellt till cirka 18 meter. Längs övriga delar av den betraktade sträckan är skyddsavståndet gentemot järnvägen generellt större och överstiger i flera fall 45 meter. Vid beräkningarna antas bredden av den bebyggelse- samt befolkningsfri ytan längs den västra sidan av järnvägen i medeltal uppgå till 20 meter.

DNV:s utvärderingskriterier för samhällsrisk är anpassade för 1 km² stort område och den betraktade delsträckan av Södra stambanan i riskbedömningen är således 1 km lång. Detta innebär att en farligt gods- eller urspårningsolycka på den betraktade järnvägssträckan inte nödvändigtvis behöver påverka det aktuella planområdet. Vidare utgår DNV:s kriterier ifrån riskneutralitet vilket innebär att olycksrisker anses vara likvärdiga om de har samma förväntade konsekvens över tid. Sammantaget medför detta att människorna inom planområdet kan fördelas över hela "Zon 1, västra" vilket förenklar beräkningarna betydligt samtidigt som en representativ skattning av medelrisken erhålls. Grundantagandet är i övrigt att personer uppehåller sig jämnt utspridda över respektive zon samt att en större andel av dessa personer vistas inomhus när olyckan inträffar enligt värdena i Tabell 5.

Vid beräkningarna av samhällsrisken antas inomhusvistelse vid vissa olycksscenarier medföra en signifikant lägre risk att omkomma. De ansatta skyddsgraderna som redovisas i Tabell 6 bygger på tidigare riskbedömningar inom samhällsplanering [14] och internationella vägledningar så som CPR 18E [15]. I Bilaga D redovisas mer ingående motiveringar av ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse.

Tabell 5. Andel personer som befinner sig inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet enligt riktvärden från RIKTSAM [16].

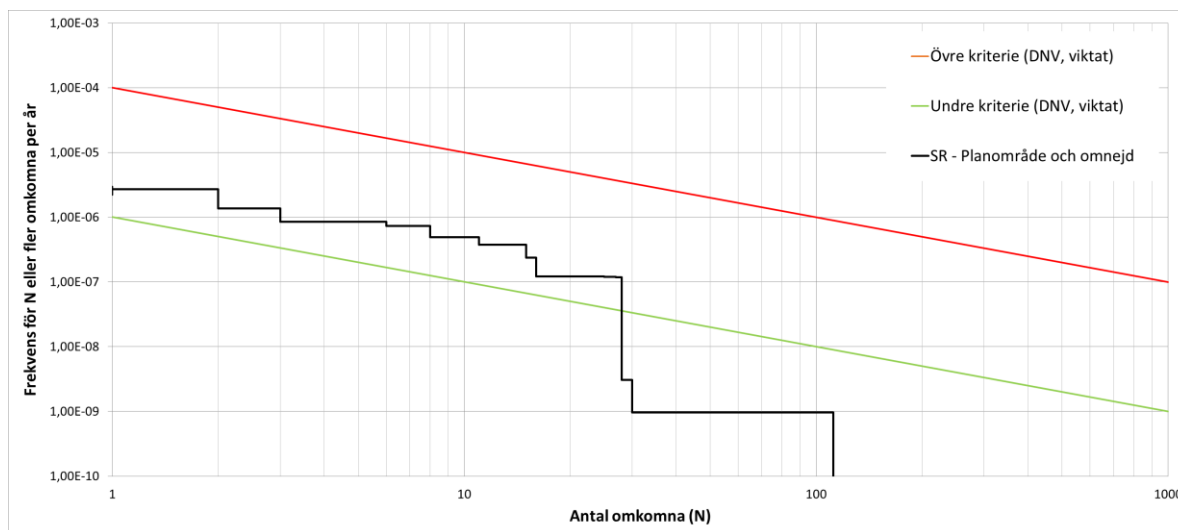
Tid på dygnet	Andel inomhus	Andel utomhus
Dagtid (kl. 07-19)	90 %	10 %
Nattetid (kl. 19-07)	99 %	1 %

Tabell 6. Ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse när samhällsriskn för planområdet med omnejd beräknas. En skyddsgrad på exempelvis 60 % innebär att individerna som befinner sig inom konsekvensområdet och inomhus antas ha en 60 % mindre sannolikhet att omkomma till följd av olyckan jämfört med individer som vistas utomhus inom samma konsekvensområde.

Olycksscenario	Zon 1 (skyddsgrad vid inomhusvistelse)	Zon 2 (skyddsgrad vid inomhusvistelse)
Stora explosionslaster (~25 000 kg)	0 %	50 %
Mindre explosionslaster (~150 kg)	0 %	N/A*
Utsläpp av brandfarliga gaser (jetflamnor, gasmoln)	50 %	N/A*
Utsläpp av brandfarliga gaser (BLEVE)	90 %	90 %
Utsläpp av giftiga gaser	50 %	95 %
Utsläpp av brandfarliga vätskor	75 %	N/A*

*Konsekvensavståndet vid dessa typer av olyckor understiger skyddsavståndet mellan bebyggelsen inom Zon 2 och järnvägen.

I Figur 7 redovisas den uppskattade samhällsrisknivån för planområdet och omnejd. Beräkningen indikerar att samhällsrisknivån för det betraktade området ligger inom den nedre halvan av ALARP-området vid utvärdering mot DNV:s kriterier. Då risknivån ligger inom ALARP-området ska behovet av ytterligare säkerhetshöjande åtgärder utvärderas. Vidare kravställer länsstyrelsens riktlinje att vissa säkerhetshöjande åtgärder alltid ska vidtas om avståndet mellan den tilltänka markanvändningen och transportleden understiger de rekommenderade basavstånden i riktlinjen. I Kapitel 5 redogörs för vilka säkerhetshöjande åtgärder som bör kravställas i detaljplanen för att den tilltänka markanvändningen (vuxenskola) inom planområdet ska anses vara tolerabel ur ett riskhänseende.



Figur 7. Uppskattad samhällsrisknivå för planområdet och omnejd med avseende på järnvägstransporterna på Södra stambanan.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I Tabell 7 redovisas de säkerhetshöjande åtgärder som enligt Hallands riktlinje ska vidtas när avståndet mellan typbebyggelse tätort och en större järnväg understiger basavståndet [1]. Notera att det reducerade avståndet för typbebyggelsen tätort i riktlinjen är 30 meter. Eftersom avståndet mellan vuxenskolans fasad och närmst spårmittpunkt är kortare än det reducerade avståndet i riktlinjen kan det vara skäligt att skärpa vissa av kraven som anges i Tabell 7 för de delar av bebyggelsen som ligger inom 30 meter från närmsta spårmittpunkt. I kommande avsnitt beskrivs vilka åtgärder som bedöms vara skäliga att införa i den aktuella detaljplanen med hänsyn till de lokala förutsättningarna och beräknade risknivåerna.

Tabell 7. Säkerhetshöjande åtgärder som ska vidtas vid reducerat skyddsavstånd gentemot typområde "tätort" [1]. Notera att tabelltexten är hämtad direkt från länsstyrelsens riktlinje.

Funktionskrav	Föreskriven åtgärd
Reducera/motverka strålningseffekter	För fasader som vetter mot led gäller följande: 30-50 meter: Fasad ska vara i obrännbart material och fönster (i normal omfattning)/ingående komponenter ska vara motsvarande klass E 30.
Motverka effekter från ett dimensionerat fall för explosion	För etableringar mellan 30-50 meter ifrån led ska hänsyn tas till dimensionerade explosionslast
Motverka/reducera effekter från giftig gas	För bostäder gäller att: Luftintag ska placeras högt och på motsatt sida av leden. För hotell/konferens och andra användningsområden där det är möjligt att underhålla/upprätthålla ett system gäller därutöver att: gasdetektor kopplad till automatiskt nedstängningssystem/varselblivningssystem och utrymningsplan ska finnas.
Begränsa antal personer som kan bli utsatta: placering av entréer, utrymningsvägar etc.	För alla byggnader inom 50 meter ifrån led ska minst en utrymningsväg finnas som inte vetter mot leden. Balkonger, uteplatser, lekplatser etc. ska inte finnas på kortare avstånd än 50 meter ifrån leden. Placeringen av entréer bör ligga så långt ifrån leden som möjligt, gärna på motsatt sida. Utforma området nära leden på ett sätt som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

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 vara lämpliga att reglera i detaljplan.

5.1.1 Disposition av byggnad och utrymningsvägar

Åtgärden innebär disposition av lokaler i en byggnad för att uppnå ett skydd mot olyckor. Exempelvis planeras en byggnad så att inga eller få personer vistas i den del som är närmst godsleden. Utrymningsvägar bör förläggas så att de inte mynnar mot riskkällan.

WSP rekommenderar att entréer till vuxenskolans ska ligga på motsatt sida från järnvägen. Vidare ska vuxenskolans minsta ha en utrymningsväg som inte vetter mot järnvägen.

5.1.2 Disposition av planområde

Genom att reglera användandet av planområdets yta kan den optimeras baserat på risknivå:

WSP rekommenderar att ytan mellan järnvägen och husfasaden, se Figur 8, utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering kan dock tillåtas inom detta område då denna typ av markanvändning inte medför stadigvarande vistelse.



Figur 8. Vuxenskolans fasad (t.v.) och spårområdet samt befintlig bullerskärm (t.h.).

5.1.3 Reducera effekterna av giftig gas

Åtgärden innebär vanligtvis att friskluftsintag placeras högt 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 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 projektanpassad.

- I enlighet med länsstyrelsen riktlinje rekommenderar WSP att friskluftsintag till byggnader med stadigvarande vistelse inom planområdet placeras på oexponerad sida och vända bort från Södra stambanan.

Vidare krävställer riktlinjen att gasdetektor kopplad till automatiskt nedstängningssystem eller varselblivningssystem med tillhörande utrymningsplan ska finnas. Utifrån den beräknade samhällsriskenivån, vilken ligger inom den nedre halvan ALARP-området, bedömer WSP att kravet inte är skäligt att införa i det aktuella fallet utifrån ett kostnadsperspektiv. System för gasdetektion är kostsamma och kräver kontinuerligt underhåll och kalibrering för att säkerställa skyddsfunktionen över tid. WSP anser dock att ska vara möjligt att manuellt nödstoppa ventilationen till vuxenskolans lokaler från en central plats i byggnaden, exempelvis från receptionen:

- Det ska vara möjligt att nödstoppa ventilationen från en central plats i byggnaden.

5.1.4 Reduktion av strålningspåverkan

Obrännbara fasadmaterier och takyttskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnaden, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmaterier för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. I enlighet med länsstyrelsen riktlinje ska följande åtgärd kravställs i detaljplanen:

- Fasader som vetter mot och ligger inom 30-50 meter från järnvägen ska utföras i obrännbart material och glaspartier (samt andra ingående komponenter) ska utföras i lägst brandteknisk klass E 30.

Vidare rekommenderar WSP att följande kompletterande krav bör införas i detaljplan för de byggnadsdelar som ligger inom 30 meter från järnvägen²:

- Fasader som vetter mot och ligger inom 30 meter från järnvägen ska utföras med brandskyddad fasad. Detta innebär att fasaden ska utföras i obrännbart material samt i lägst brandteknisk klass EI 30. Vidare ska dörrar och glaspartier som vetter mot järnvägen utföras i lägst brandteknisk klass EI 30.

5.1.5 Dimensionering för explosionslast

Särskilda dimensioneringskrav för byggnader inom planområdet med hänsyn till dynamisk tryckpåverkan till följd av en explosion på järnvägen bedöms inte vara skäligen. Åtgärden bedöms vara mycket kostsam och därmed oskälig med hänsyn till att explosionsscenarioer har ett relativt litet bidrag till den totala risknivån för planområdet och omnejd.

² Motsvarande krav anges i riktlinjen för kontorsbebyggelse som placeras inom 30 meter från en farligt gods-led.

6 DISKUSSION

I detta kapitel beskrivs osäkerheter kopplade till den kvantitativa riskbedömningen. Därefter genomförs två känslighetsanalyser för att undersöka hur resultatet från riskbedömningen påverkas vid förändrade ingångsvärden. Avslutningsvis diskuteras i vilket skede de föreslagna säkerhetshöjande i Kapitel 5 bör vara genomförda.

6.1 ALLMÄNT OM 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,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

Antaganden i riskbedömningen har gjorts utifrån vad som bedöms vara konservativa ansatser för att säkerställa 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. [17]

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. [17]

6.2 KÄNSLIGHETSANALYSER

I detta avsnitt genomförs följande känslighetsanalyser för att undersöka hur de uppskattade risknivåerna för planområdet och omnejd skulle påverkas vid förändrade ingångsvärden:

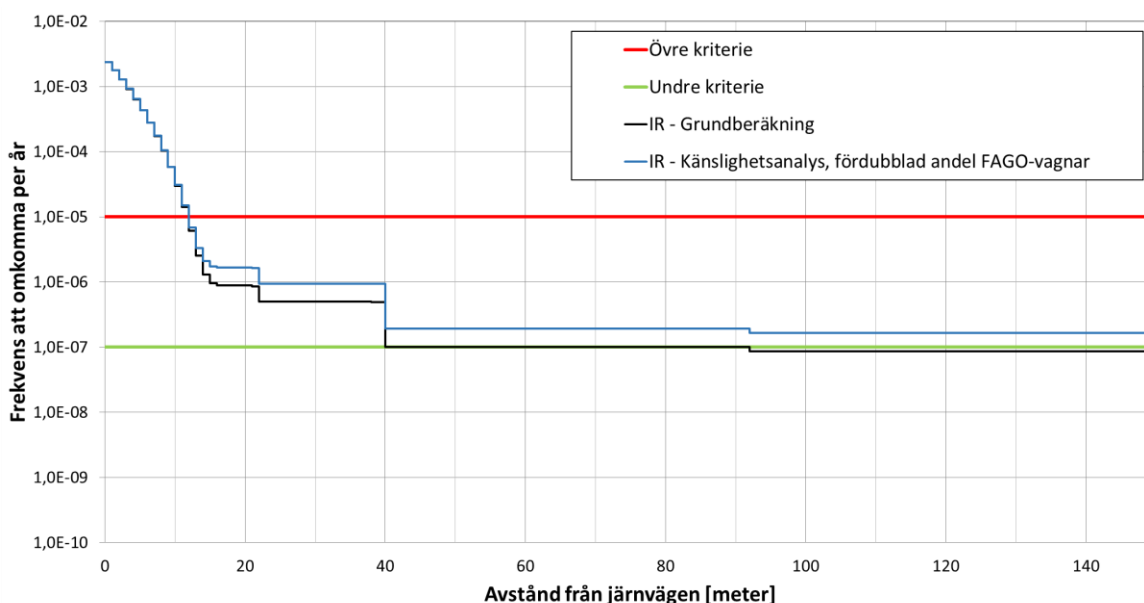
- Påverkan på individ- och samhällsrisknivån om omfattningen av farligt gods-transporterna på Södra stambanan i framtiden ökar markant i förhållande till nuläget.
- Påverkan på samhällsrisknivån om den uppskattade persontätheten inom planområdet från avsnitt 2.4 antas vara representativ för hela "Zon 1 västra".

6.2.1 Ökad omfattning av farligt gods-transporter

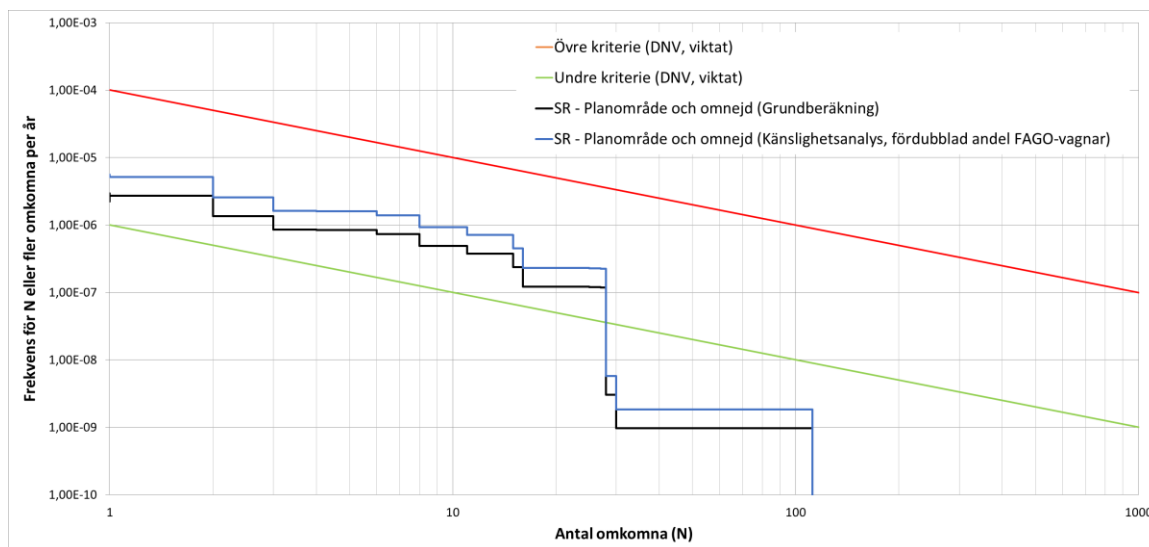
I denna känslighetsanalys studeras hur risknivåerna för planområdet och omnejd skulle påverkas om andelen farligt gods-vagnar på sträckan i framtiden skulle fördubblas i jämförelse med nuläget. Inledningsvis undersöks hur individrisknivån längs järnvägen skulle påverkas vid en ökad omfattning av farligt gods-transporter på Södra stambanan, se Figur 9.

Vid en ökad omfattning av farligt gods-transporter når individrisknivån den nedre halvan av ALARP-området först efter 22 meter (jämfört med 17 meter i grundberäkningen. Vidare når individrisknivån i känslighetsanalysen inte acceptabla nivåer inom vägledningens tillämpningsområde, dvs. upp till 150 meter från järnvägen. I grundberäkningen nådde individrisknivån acceptabla nivåer efter 40 meter. Det är företrädesvis bidraget från farligt gods-olyckor med RID-klass 2.1 (giftig gas) som medför att individrisknivån i känslighetsanalysen inte når acceptabla nivåer inom vägledningens tillämpningsområde. Notera dock att den redovisade individrisknivån avser utomhusvistelse och tar inte hänsyn till eventuella skyddseffekter som inomhusvistelse kan medföra.

I Figur 10 genomförs motsvarande känslighetsanalys fast för samhällsrisknivå. En ökad omfattning av farligt gods-transporterna skulle medföra en generell höjning av risknivån. Samhällsrisknivån befinner sig dock fortsatt, precis som i grundberäkningen, inom den nedre halvan av ALARP-området. Sammantaget indikerar känslighetsanalysen är resultatet från riskbedömningen är förhållandevis robust gentemot eventuella framtida ökning av farligt gods-transporterna på Södra stambanan.



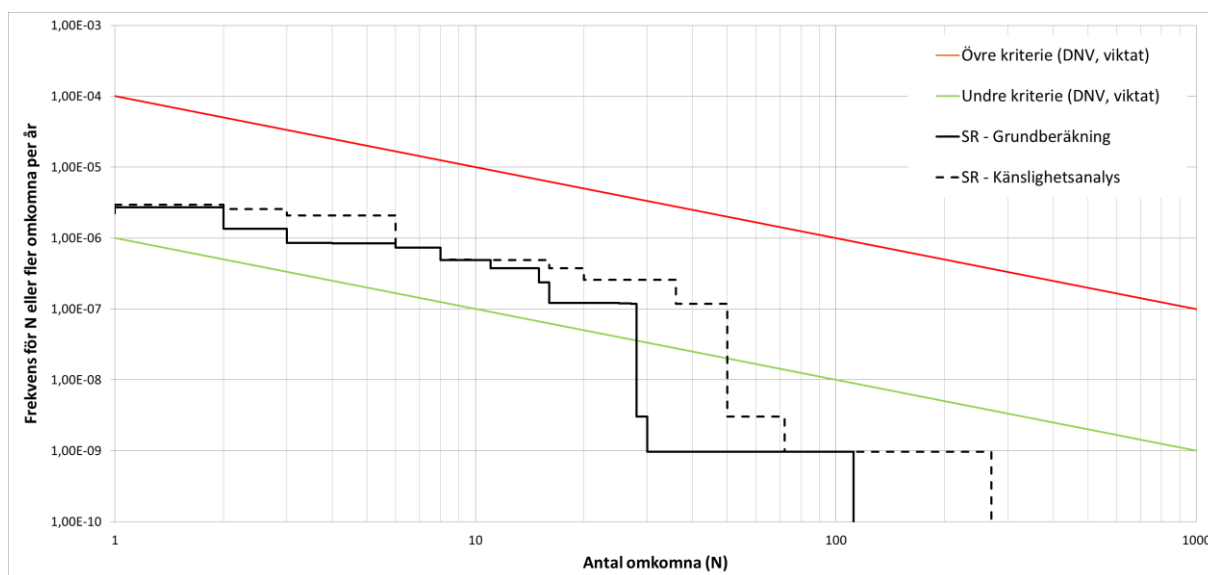
Figur 9. Förändringen av individrisknivå längs aktuell delsträcka Södra stambanan om andelen godsvagnar som fraktar farligt gods skulle fördubblas i framtiden.



Figur 10. Förändring av samhällsriskenivå för planområdet och omnejd om andelen godsvagnar som fraktar farligt gods skulle fördubblas i framtiden.

6.2.2 Ökad persontäthet

I Figur 11 syns hur samhällsriskenivån påverkas om den uppskattade persontätheten inom planområdet på 18 700 per km², se avsnitt 2.4, antas vara representativ för hela "Zon 1 västra". Den ökade persontätheten medför en betydande ökning av samhällsriskenivån för planområdet och omnejd i förhållande till grundberäkningen. Samhällsriskenivån ligger dock precis som i grundberäkningen fortsatt inom den nedre halvan av ALARP-området varvid resultatet från riskbedömningen anses vara robusta. Notera även att den ansatta persontätheten i känslighetsanalysen rimligtvis innebär en överskattning av samhällsriskenivån då persontätheten inom övriga delar av "Zon 1 västra" är betydligt lägre än den för planområdet.



Figur 11. Förändring av samhällsriskenivå för planområdet och omnejd när persontätheten inom "Zon 1 västra" under dagtid antas vara cirka tre gånger högre än i grundberäkningen.

6.3 INFÖRANDET AV SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER

Riskbedömningen indikerar att relativt omfattande åtgärder sannolikt behöver vidtas för att den tilltänka markanvändningen ska kunna anses vara tolerabel ur ett riskhänseende samt förenlig med länsstyrelsens riktlinje. Att implementera åtgärderna i samband med den tilltänka planändringen kan möjligtvis framstå som oskäligt kostsamt och tufft utifrån perspektivet att vuxenskolan är befintlig. Andra läns riktlinjer inom området, exempelvis den som länsstyrelsens i Stockholms län har givit ut, klargör dock att verksamheter med tillfälliga bygglov inte bör anses vara en förmildrande omständighet i sammanhanget:

”Om befintlig bebyggelse ligger innanför rekommenderade skyddsavstånd kan det innebära att de till exempel inte går att omvandla en gammal industrifastighet till en detaljplan med ändamålet bostäder. Det kan även behövas kompletterande skyddsåtgärder för att möjliggöra en ändrad markanvändning eller en tillbyggnad. Vilka åtgärder som behövs beror på markanvändningens lämplighet ur en risksynpunkt samt vilka ändringar man vill åstadkomma. ...”

Det bör poängteras att man inte kan använda tillfälliga bygglov för att kringgå planprocessen. Att bebyggelsen är befintlig är ingen förmildrande omständighet vid en planändring som syftar till att fastställa ett tillfälligt bygglov.” [18]

En tänkbar kompromiss är att åtgärderna först införs i samband med en framtida större bygglovspliktig ändring av vuxenskolan. Detta måste dock fastställas i samråd med berörd kommun och länsstyrelse.

7 SLUTSATSER

WSP bedömer att markanvändningen vuxenskola inom planområdet är acceptabelt ur ett riskhänseende förutsatt att följande skyddsåtgärder vidtas:

- Entréer till vuxenskolan ska ligga på motsatt sida från järnvägen. Vidare ska vuxenskolan minst ha minst ha en utrymningsväg som inte vetter mot järnvägen.
- Ytan mellan järnvägen och husfasaden ska utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering kan dock tillåtas inom detta område då denna typ av markanvändning inte medför stadigvarande vistelse.
- Friskluftsintag till byggnader med stadigvarande vistelse inom planområdet ska placeras på oexponerad sida, dvs. vända bort från Södra stambanan. Vidare ska det vara möjligt att nödstoppa ventilationen från en central plats i byggnaden.
- Fasader som vetter mot och ligger inom 30-50 meter från järnvägen ska utföras i obrännbart material och glaspartier (samt andra ingående komponenter) ska utföras i lägst brandteknisk klass E 30.
- Fasader som vetter mot och ligger inom 30 meter från järnvägen ska utföras med brandskyddad fasad. Detta innebär att fasaden ska utföras i obrännbart material samt i lägst brandteknisk klass EI 30. Vidare ska dörrar och glaspartier som vetter mot järnvägen utföras i lägst brandteknisk klass EI 30.

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.

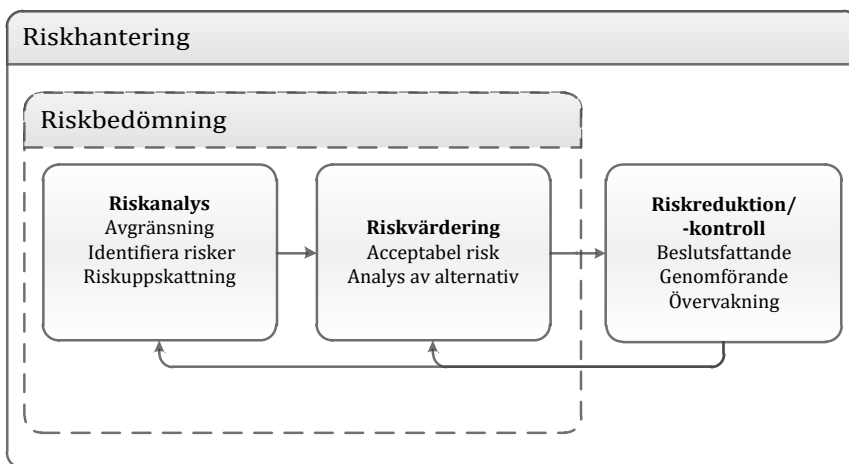
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 [19] [20], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 12.

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 12. 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

I denna riskbedömning används en kvantitativ metod för att uppskatta järnvägstransporternas riskpåverkan på omgivningen.

A.2.1 ***Kvalitativa metoder***

I kvalitativa metoder används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall utan, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra [21].

A.2.2 ***Semi-kvantitativa metoder***

De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna, och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ. En riskmatris är ett exempel på ett semi-kvantitativt verktyg [21].

A.2.3 ***Kvantitativa metoder***

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [22].

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* [23]. 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 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är cirka 49 700.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år). Persontågen antas i genomsnitt ha fem vagnar och godstågen 30 vagnar.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Varje tåg antas i genomsnitt passera en järnvägsväxel.
- Inga plankorsningar finns längs den studerade delsträckan..

B.1.1 Urspåring

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspåring av tåg redovisas i Tabell 8 [23]:

Tabell 8. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspåring.

Identifierade olyckstyper för urspåring	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm (godståg)
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg)
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 (persontåg)
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm (godståg)
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm (godståg)

B.1.2 Sammanstötningar

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant [23] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

B.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet finns inga plankorsningar.

B.1.4 Resultat

Notera att vissa olyckstyper i Tabell 8 som kan resultera i en urspårning är specifikt kopplade till godstrafik, exempelvis vagnfel godståg och lastförskjutningar. Olycksfrekvenserna för dessa olyckstyper allokeras därmed enbart till händelsen urspårning godståg. Frekvensbidraget från olyckstyper som inte specifikt rör godståg fördelas genom att vikta för andelen tåg av respektive trafikslag som förekommer på sträckan enligt nedanstående exempel:

$$\varphi(\text{Godståg, rälsbrott}) = \varphi(\text{rälsbrott}) \cdot \text{Andel godståg}$$

$$\text{Andel godståg} = \frac{\text{Antal godståg}}{\text{Antal godståg} + \text{Antal persontåg}}$$

I Tabell 9 redovisas hur olycksfrekvenserna har fördelats över respektive trafikslag.

Tabell 9. Fördelning av olycksfrekvenser för respektive trafikslag.

Urspårning godståg	Frekvens (per år)
Vagnfel godståg	$\varphi(\text{vagnfel godståg})$
Lastförskjutning	$\varphi(\text{lastförskjutning})$
Okänd orsak	$\varphi(\text{okänd orsak})$
Spårlägesfel	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{spårlägesfel})$
Solkurvor	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{solkurvor})$
Växel sliten, trasig	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{växel sliten, trasig})$
Växel ur kontroll	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{växel ur kontroll})$
Rälsbrott	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{rälsbrott})$
Annan orsak	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{annan orsak})$
Σ	$\varphi(\text{godståg})$
Urspårning persontåg	Frekvens (per år)
Vagnfel persontåg	$\varphi(\text{vagnfel persontåg})$
Solkurvor	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{solkurvor})$
Spårlägesfel	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{spårlägesfel})$
Växel sliten, trasig	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{växel sliten, trasig})$
Växel ur kontroll	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{växel ur kontroll})$
Rälsbrott	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{rälsbrott})$
Annan orsak	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{annan orsak})$
Σ	$\varphi(\text{persontåg})$

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 [9] 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 10 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 10. 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 [9].	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 [24].
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.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [25]. 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).

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 förekommer i väldigt liten mängd. RID-S klass 1 utgjorde under tidsperioden 2006-2010 endast 0,015 % av den totala transportmängden farligt gods i Sverige som helhet [26]. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels av företagsmässiga och dels av säkerhetsmässiga skäl. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg utfördes endast tre transporter med klass 1 i Sverige under hela 2011. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transporterna på mer än 500 kg explosivt ämne [27].

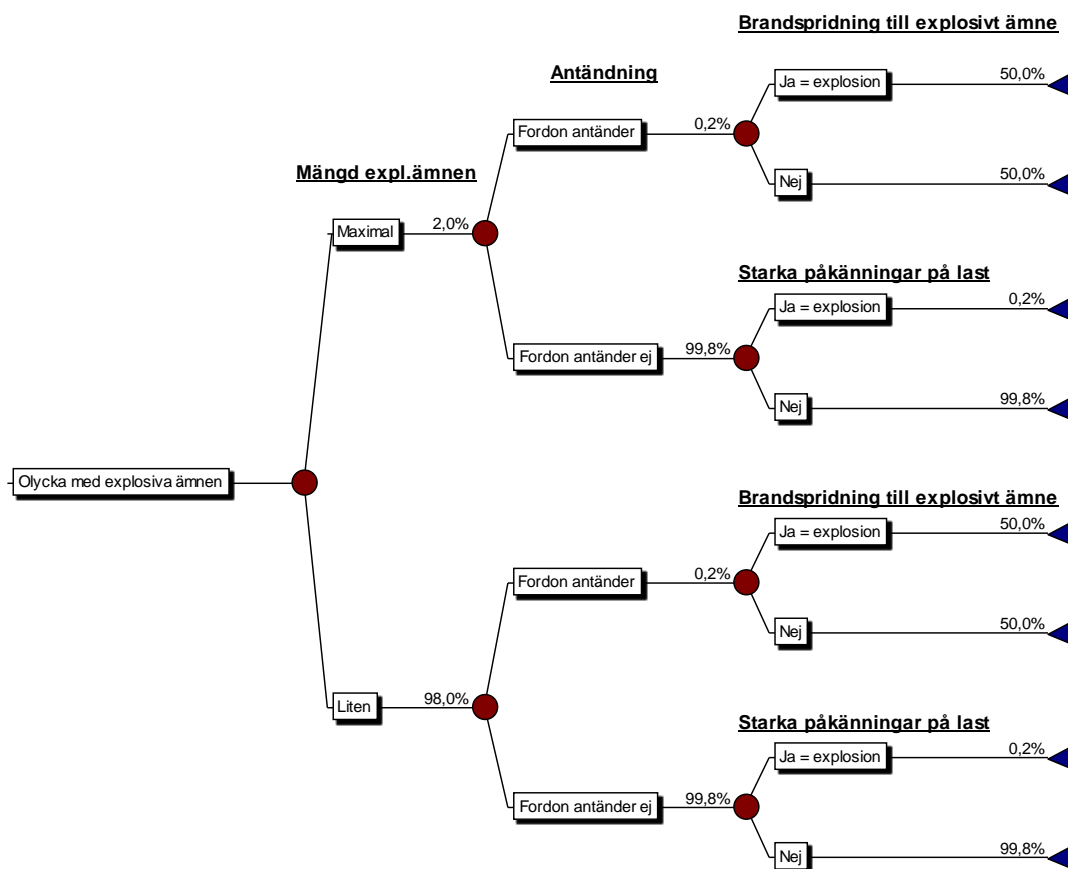
En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas i beräkningarna förenklat utgöra mindre laster om 150 kg.

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 en 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 [28] [29]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [14].

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 [30]. 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 [31] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 13 redovisas möjliga scenarier.



Figur 13 Händelsesträd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmäts 2006 [32], antas 87 % av transporterna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 13 % antas vara giftiga gaser.

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 1 % i båda fallen [23]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

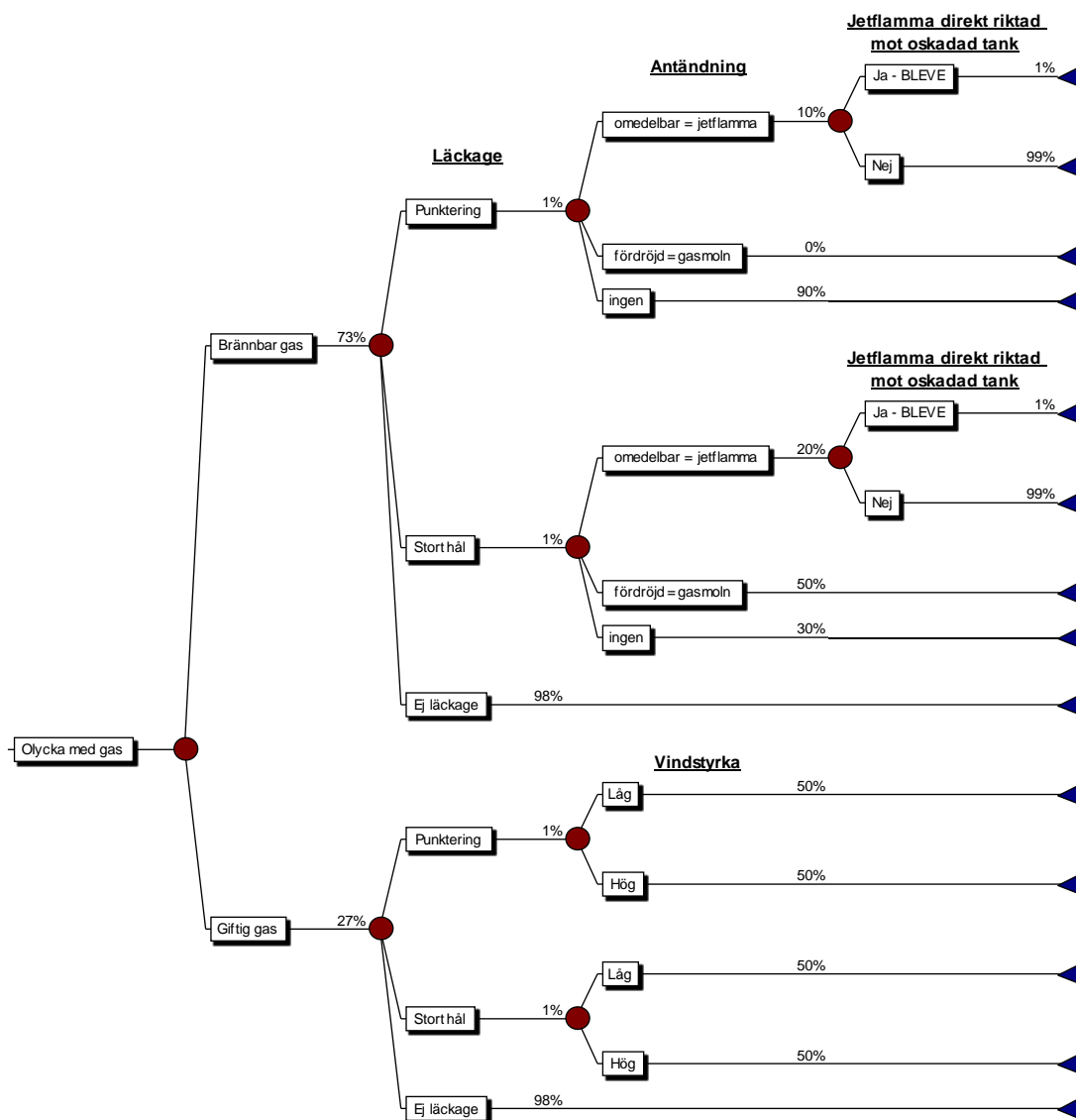
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 [33] 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 % [33]. 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 14 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

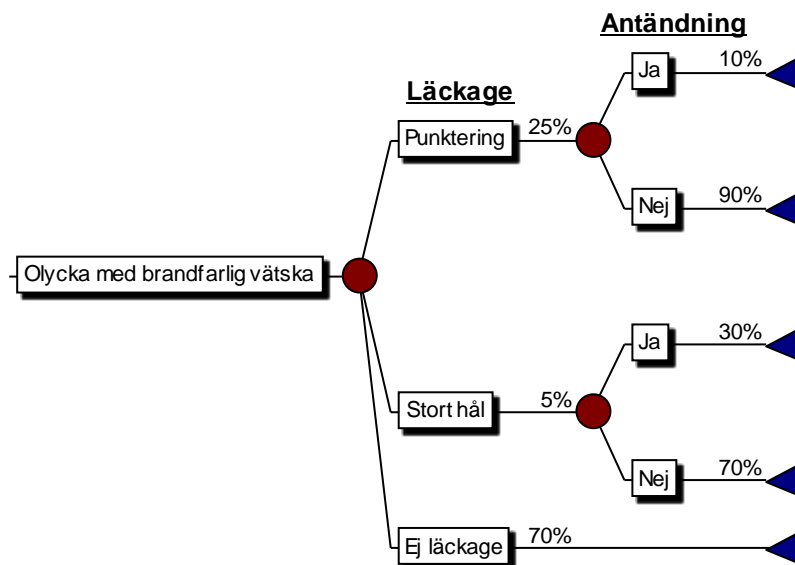


Figur 14. Händelsetråd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

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 % [23]. 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 % [23]. I Figur 15 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 15. Händelse-träd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

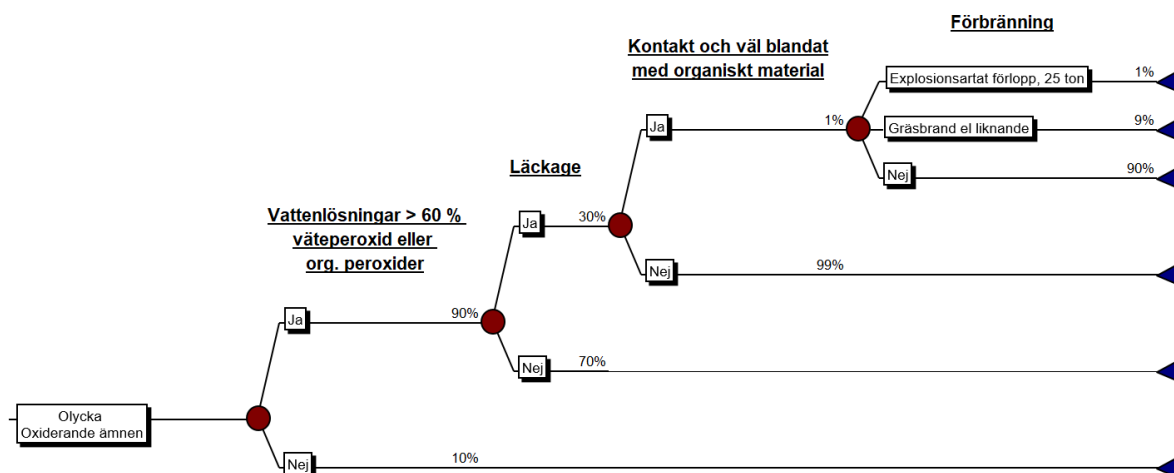
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. 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 [26] 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 % [14]. 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 16 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 16. Händelsetråd 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 mitt på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspårning har dock de urspårande vagnarnas avstånd från spårmit beaktats.

C.1. 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.

Sträckan som tåget färdas parallellt med spåret efter urspårningen (d) antas i modellen vara direkt beroende av urspårningshastigheten ($V^2/80$). Sambandet $V^2/80$ förutsätter en konstant retardation på 3 m/s^2 [34]. Sträckan d utgör längden av riskområdet vid händelse av en urspårning på den aktuella järnvägssträckan. Dvs. människor eller byggnader som befinner sig inom sträckan d riskerar att träffas av de urspårade tåget.

I Tabell 11 redovisas sträckan d för de olika tågtyper som trafikerar den aktuella järnvägssträckan. Beräkningarna av sträckan d baseras konservativt på den största tillåtna hastigheten (STH) för respektive tågtyp som trafikerar sträckan:

A-tåg: 140 km/h (godståg)

B-tåg: 150 km/h (pendeltåg)

S-tåg: 180 km/h (regionaltåg, exempelvis X2000)

Tabell 11. Sträckan parallellt med spåret som urspårade tåg antas färdas efter urspårningen beroende på urspårningshastigheten.

Tågtyp	Sträckan d ($V^2/80$)
S-tåg (regionaltåg, ex. X2000)	405 m
B-tåg (pendeltåg)	~280 m
A-tåg (godståg)	245 m

I nästa steg av UIC-modellen uppskattas sannolikheten för att objekt som befinner sig inom sträckan d ska träffas av det urspårade tåget (P_2):

$$P_2 = [(b - a)/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$$

b = det urspårade tåget maximala avvikelse vinkelrätt från spåret i meter = $V^{0,55}$

a = det vinkelrätta avståndet mellan spårcentrumlinjen och ett givet objekt i meter

c = sträckan parallell med spåret på avståndet a som riskerar att träffas av urspårade fordon

$$c = (d/b) \cdot (b - a)$$

Tabell 12. Ekvationer för beräkning av P2 samt c för respektive spår.

Spår	P2	c
Norrgående trafik	$P2 = [(b - a)/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$	$c = (d/b) \cdot (b - a)$
Södergående trafik	$P2 = [(b - a - 4,5)/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$	$c = (d/b) \cdot (b - a - 4,5)$

C.2. 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.2.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

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 (splitter) kastas mot människor (sekundära) [35].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splittersverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splittersverkan 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 [36]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammantaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % omkomma.
- Inom det område där trycket uppgår till 20-180 kPa antas 20 % omkomma.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [37] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, beräknats för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 13. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 13. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av RID-S klass 1 gods. Explosionen antas vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstötstågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd P ≥ 180 kPa	Avstånd P ≥ 20 kPa
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Stor explosion	25 000 kg	74 meter	221 meter

C.2.2 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 [38].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [39]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [40], 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 14 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 14. 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* [41] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC₅₀³) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [41]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [41].

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 15.

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 15. 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.2.3 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 [39].

³ Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

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 [42].

I Tabell 16 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 breddas ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 16. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

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

C.2.4 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. bensen. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplösiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplösiva varor [14], 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 17. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

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

C.3. 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.2, med den persontäthet som antagits i området

BILAGA D. SKYDDSAKTÖRER

Vid beräkningar av samhällsrisken för det aktuella planområdet och omnejd har skyddsaktörer vid inomhusvistelse använts. Skyddsaktörer bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar och internationella vägledningar så som CPR 18E [15]. I nedanstående stycken ges mer ingående motiveringar av ansatta skyddsaktörer vid inomhusvistelse.

Explosioner:

Tryckvågor från större explosionslastar kan medföra omfattande skador på byggnader belägna långt ifrån olyckans centrum. Människor som befinner sig inomhus bedöms vara relativt skyddade från direkt tryckpåverkan men kan förolyckas om delar av byggnaden rasar. Kollaps av moderna byggnader till följd av jordbävningar bedöms kunna medföra ett skadeutfall på 20–50 % omkomna och 50–80 % skadade [43]. Inom Zon 1 antas ingen skyddsaktör vid inomhusvistelse. Byggnader inom Zon 2 kommer delvis vara skyddade från tryckpåverkan av framförvarande byggnader inom Zon 1. Skyddsaktören vid inomhusvistelse inom Zon 2 till följd av explosioner på järnvägen antas uppgå till 50 %.

Olycksscenarioer med brännbara gaser:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande 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. Skyddsaktören vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarioer med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 50 %.

BLEVE:

En BLEVE förväntas inte uppstå förrän efter cirka en halv till en timmes extern brandpåverkan på tanken. Fullskaliga tester har visat att oisolerade tankar med säkerhetsventiler kan klara 25 min av kraftig yttre upphettning innan en BLEVE inträffar [44]. Om tanken är värmeisolerad ökar den tiden till kring 90 minuter [44]. Vid BLEVE av en lagringstank med brandfarlig gas uppstår både tryck- och strålningspåverkan mot omgivningen. Strålningspåverkan bedöms dock utgöra den dimensionerande skadeeffekten med avseende på potentiellt konsekvensavstånd. Människor som befinner sig inomhus antas vara skyddade från den utfallande strålningen men skulle kunna förolyckas om delar av byggnadskroppen rasar. Möjligheten att hinna utrymma riskområdet bedöms även vara relativt god då olycksscenarioet inte inträffar momentant. Skyddsaktören vid en BLEVE vid inomhusvistelse inom ansätts till 90 %.

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 [45]. För byggnader som ligger nära anslutning till transportleden och olycksplatsen bedöms dock föregående antagande underskatta konsekvensen baserat på erfarenhet av liknande fall. Skyddsaktören vid inomhusvistelse inom Zon 1 avseende utsläpp av giftig gas antas konservativt i beräkningarna endast uppgå till 50 %. Inom Zon 2 antas skyddsaktören vid inomhusvistelse med avseende på utsläpp av giftig gas öka till 95 %.

Pölbränder:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från pölbränder. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. I beräkningarna ansätts en 75 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarioer som medför pölbrand.

BILAGA E. REFERENSER

- [1] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hallands län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [2] Brandskyddslaget, *Brandskyddsbeskrivning Kv. Kompaniet 4 i Tranås (bygglovshandling)*, 2015.
- [3] Tranås kommun, *Förslag till ändring av stadsplanen för kv. Kompaniet 4 och kv. Åsen i Tranås Tätort*, 1986.
- [4] Trafikverket, *Trafikuppgifter järnväg T18 och bullerprognos 2040.xlsx: Hämtad via <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>*, Trafikverket, 2018.
- [5] Trafikverket, *Nationella Järnvägsdatabasen (NJDB)*, Hämtad 2022-01-28.
- [6] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hannalds län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [7] Swedish Standard Institute, *Eurocode 1 - Laster på bärverk - Del 1-7: Allmänna laster - Olyckslast*, 2008: Swedish Standard Institute.
- [8] UIC, *Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2)*, UIC, 2002.
- [9] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [10] MSB, *MSBFS (2016:9) föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S)*, 2016.
- [11] Anders Nilsson, "Statistik över RID-S-transporter på Södra stambanan mellan åren 2014-2019.," Trafikverket, 2020.
- [12] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [13] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [14] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [15] CPR 18E, Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book', 1999.
- [16] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [17] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [18] Länsstyrelsen Stockholm, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (Fakta 2016:6)*, Länsstyrelsen Stockholm, 2016.
- [19] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.

- [20] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [21] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [22] F. Nystedt, *Riskanalyismetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [23] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [24] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [25] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [26] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [27] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [28] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [29] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [30] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [31] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [32] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [33] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [34] International Union of Railways (UIC), *Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone (UIC 777-2, andra utgåvan)*, UIC, 2002.
- [35] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [36] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [37] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [38] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [39] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [40] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [41] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank*.
- [42] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.
- [43] Ministry of Transport and Water Management, CPR 14E: Methods for the calculation of physical effects, Haag: Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1996.

- [44] W. Townsend, "Comparison of thermally coated and uninsulated rail tank cars filled with LPG subjected to a fire environment.," U.S. Department of Transportation, federal railroad administration, Washington, 1974.
- [45] Advisory Council on Dangerous Substances , "Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E," Ministry of Transport (NL), 2005.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00

wsp.com

