

FL INVEST AB

RISKBEDÖMNING

KVARNGÄRDET 25:4

2019-04-29



wsp

Riskbedömning

Kvarngärdet 25:4

UPPSALA

KUND

FL Invest AB

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Dragarbrunnsgatan 41

753 20 Uppsala

Besök: Dragarbrunnsgatan 41

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.se>

KONTAKTPERSONER

PROJEKT

Kvarngärdet 25:4

UPPDRAGSNAMN

Kvarngärdet 25:4 Riskbedömning

UPPDRAGSNUMMER

10284613

FÖRFATTARE

Johan Björck

DATUM

2019-04-29

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV

Katarina Herrström

GODKÄND AV

Johannes Lärkner

Sammanfattning

WSP har av FL Invest AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för Kvarngärdet 25:4 i Uppsala kommun. Sydväst om planområdet löper järnvägen genom Uppsala, som är transportled för bland annat farligt gods. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är cirka 45 meter i nuläget. Dock planeras järnvägen genom Uppsala att byggas ut från två till fyra spår, vilket medför att avståndet i framtiden skulle kunna bli så kort som cirka 20 meter. Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-leden.

Mellan åren 2012 till och med år 2014 genomförde en annan konsultfirma tre riskbedömningar för ett annat område i närheten av det aktuella området för denna riskbedömning, och dessa tre riskbedömningar har legat till grund för denna riskbedömning. För vissa värden i beräkningarna, i denna riskbedömning, har dock uppdaterade eller platsspecifika värden använts istället för de värden som har använts i de tidigare genomförda beräkningarna. Om ingen mer aktuell eller platsspecifik, indata har hittats har dock samma indata använts i denna riskbedömning som i de tidigare genomförda riskbedömningarna.

Utbyggnaden av järnvägen genom Uppsala från två till fyra spår kommer medföra en beräknat markant ökad individ- och samhällsrisk som hamnar på oacceptabla risknivåer för såväl individ- som för samhällsrisk. Riskreducerande åtgärder enbart på järnvägen efter utbyggnationen till fyra spår kommer inte vara tillräckligt, utan byggnadstekniska åtgärder kommer att krävas. Om fasaden mot järnvägen genom Uppsala uppfyller klass EI 30 och fönsterna EW 30 bedöms risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand, jetflamma, och gräsbrand reduceras på ett tillfredsställande sätt. Om dessa rekommenderade riskreducerande åtgärder vidtas redan vid uppförande av bebyggelsen sparas samhällsresurser och åtgärderna blir mer kostnadseffektiva och sannolikt mer estetiskt tilltalande.

De förhöjda risknivåer som uppstår i framtiden vid utbyggnationen av järnvägen genom Uppsala kommer, ifall de rekommenderade riskreducerande åtgärderna installeras, att bero på urspärning, vilket bedöms bli en fråga för Trafikverket vid utbyggnaden av järnvägen.

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	6
1.6	INTERNKONTROLL	7
2	OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1	OMGIVNING	8
2.2	PLANERAD BYGGNATION	9
2.3	INFRASTRUKTUR	9
2.4	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	10
3	RISKIDENTIFIERING	11
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	11
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄGEN GENOM UPPSALA	11
3.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	12
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	13
4.1	INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄGEN GENOM UPPSALA	15
4.2	SAMHÄLLSRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄGEN GENOM UPPSALA	16
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	17
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	17
6	DISKUSSION	22
7	SLUTSATSER	23
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	24
BILAGA B.	FREKVENSBERÄKNINGAR	25
BILAGA C.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	34
BILAGA D.	KÄNSLIGHETSANALYS	39
BILAGA E.	REFERENSER	43

1 INLEDNING

WSP har av FL Invest AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för Kvarngärdet 25:4 i Uppsala kommun. Sydväst om planområdet löper järnvägen genom Uppsala, som är transportled för bland annat farligt gods. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är cirka 45 meter i nuläget. Dock planeras järnvägen genom Uppsala att byggas ut från två till fyra spår, vilket medför att avståndet i framtiden skulle kunna bli så kort som cirka 20 meter. Ingen järnvägsplan finns framtagen för denna utbyggnation av järnvägen vid framtagandet av denna riskbedömning.

Länsstyrelsen i Uppsala län har inga egna riktlinjer för riskhanteringsprocessen, och därför har riktlinjerna från länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län beaktats. Ur denna framgår att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från en 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-leden.

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 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 och transport av farligt gods på järnvägen förbi det aktuella området. 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

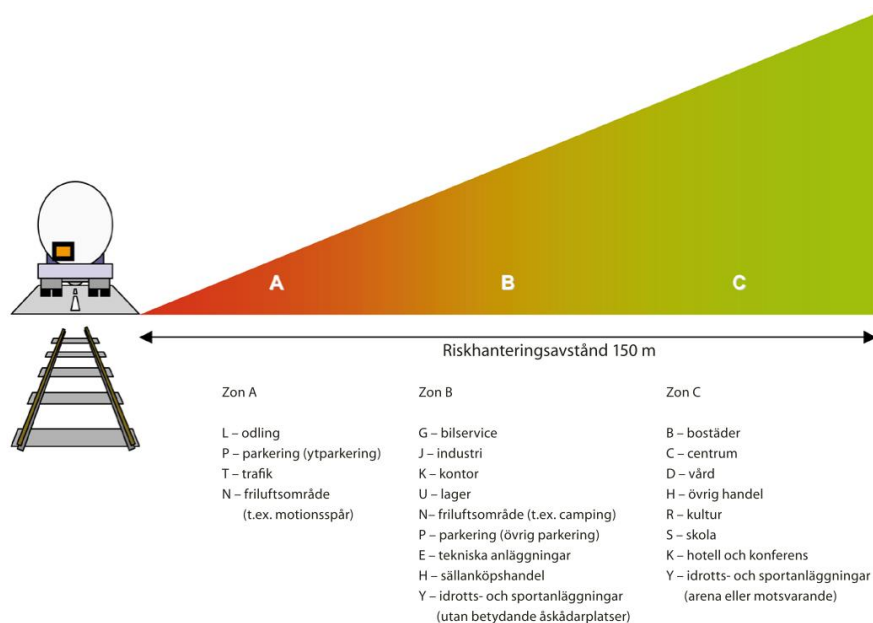
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

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

År 2012 genomfördes en riskbedömning på uppdrag av Stendörre och broadgate AB för ett område i närheten av det aktuella området för denna riskbedömning. Vid riskanalysarbetet genomfördes en inledande inventering av möjliga olyckshändelser, analys av identifierade olycksscenarier och en bedömning om den förväntade risknivån var acceptabla eller inte. I anslutning till riskbedömningen presenterades även förslag på riskreducerande åtgärder för området. [2]

Under våren 2013 var detaljplanen, som denna riskbedömning beaktade, ute på samråd och i samband med detta såldes området till en ny aktör (Moutarde Factory AB) som avsåg att ytterligare öka den möjliga exploateringen av området. På uppdrag av Moutarde Factory AB genomfördes en kompletterande riskbedömning med syftet att undersöka om den ändrade markanvändningen kunde tillåtas med hänsyn till det ändrade avståndet till rangerbangården. Olika förslag undersöktes utifrån riskhänsyn för att se om möjlighet fanns för ökad exploatering och olika kombinationer av riskreducerande åtgärder undersöktes och presenterades. [3]

Utifrån ovanstående framarbetades ett specifikt förslag på kvartersindelning, med bostäder på ett avstånd av 40 meter från Ostkustbanan. Till följd av detta genomfördes ytterligare en fördjupad riskanalys 2014 för att bedöma om den föreslagna kvartersindelningen, med bebyggelse 40 meter från Ostkustbanan, kunde bedömas som acceptabel utifrån riskhänsyn samt vilka eventuella kompletterande riskreducerande åtgärder som skulle bli aktuella. [4]

Dessa tre riskbedömningar, utförda mellan åren 2012 till och med år 2014, har legat till grund för denna riskbedömning. För vissa värden i beräkningarna, i denna riskbedömning, har uppdaterade eller platsspecifika värden använts istället för de värden som har använts i de tidigare genomförda riskbedömningarna. Om inget nyare, eller mer platsspecifikt, värde har hittats har dock samma värde använts i denna riskbedömning som i de tidigare genomförda riskbedömningarna.

1.6 INTERNKONTROLL

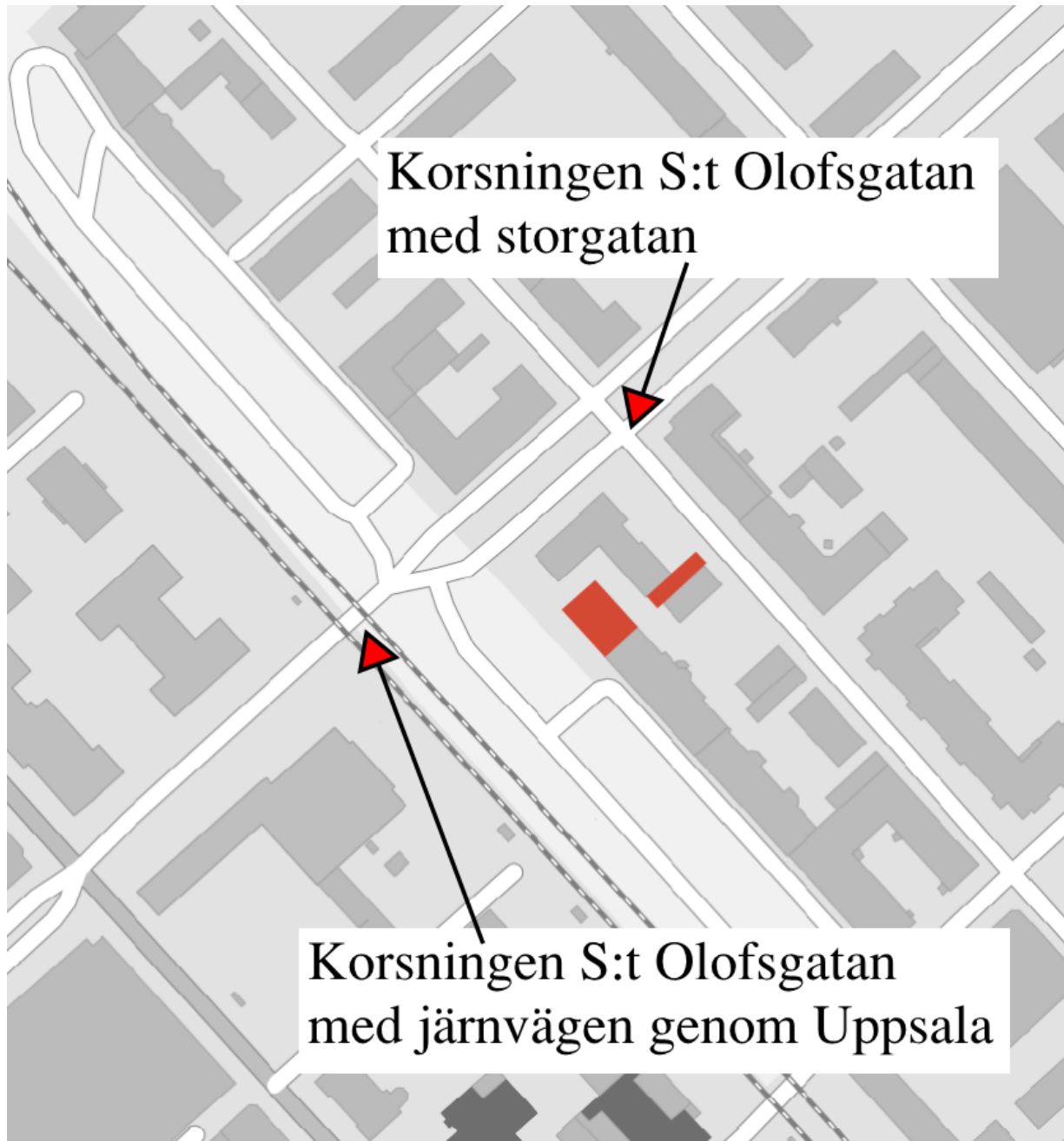
Rapporten är utförd av Johan Björck (Civilingenjör Riskhantering) med Johannes Lärkner (Civilingenjör System i teknik och samhälle) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll.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

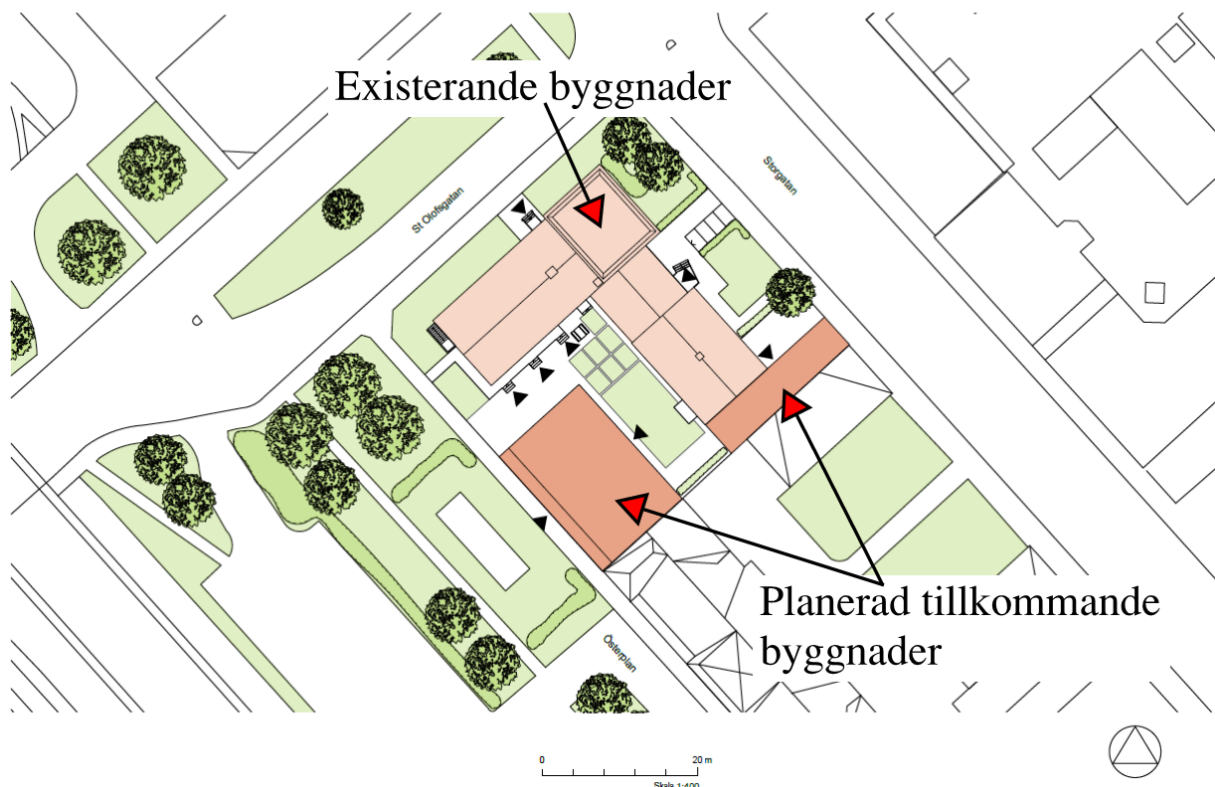
De aktuella byggnaderna utgör tillbyggnation till befintliga hus, bland annat gamla tingshuset i Uppsala, vilka är lokaliserade mellan korsningen S:t Olofsgatan med järnvägen genom Uppsala och korsningen S:t Olofsgatan med storgatan, se Figur 2 nedan.



Figur 2. Karta över omgivningen, den planerade tillbyggnationen är markerad med röd färg. [5]

2.2 PLANERAD BYGGNATION

Den planerade tillbyggnationen utgörs av två byggnader där fasaden planeras att bestå av tegel, se Figur 3 nedan. Byggnaderna kommer bestå av bostäder, men det kan bli aktuellt att behålla en del av det tidigare tingshuset publikt där en mindre scen skulle kunna inhysas, vilket skulle kunna utgöra en satellitscen tillhörande exempelvis Uppsala konserthus. [5]



Figur 3. Översiktsbild över existerande och tillkommande byggnation. Existerande byggnader är markerade med ljusröd färg, medan planerade tillkommande byggnader är markerade med en mörkare röd nyans. [5]

2.3 INFRASTRUKTUR

I nära anslutning till de planerade byggnaderna passerar järnvägen genom Uppsala. Avståndet till järnvägen kommer vara detsamma som för de redan existerande byggnaderna, vilket enligt kartstudier bedöms uppgå till minst cirka 45 meter. Det finns inga större nivåskillnader mellan planerad byggnation och järnvägen i nuläget.

Järnvägen genom Uppsala utgör en primär farligt gods-led och består av Ostkustbanan som går mellan Sundsvall och Stockholm [6], Dalabanen som går mellan Uppsala och Mora [7], och museijärnvägen mellan Uppsala och Faringe. [8]

Järnvägen genom Uppsala ingår i Trafikverkets nationella plan för transportsystemet för perioden 2018 – 2029 [9]. I denna nationella plan ingår en utbyggnation av järnvägen genom Uppsala från två till fyra spår, vilket även har gått igenom i regeringen [10]. Detta kommer påverka, och minska, avståndet mellan den planerade bebyggelsen och järnvägen. Exakt hur kort detta avstånd mellan planerad bebyggelse och närmsta järnvägsspår efter utbyggnaden från två till fyra spår genom Uppsala är oklart i nuläget, men enligt kartstudier, där tomtgränser har beaktats, har en konservativ skattning varit att

avståndet kan bli cirka 20 meter. I beräkningarna har utbyggnationen från två till fyra spår genom Uppsala slutförts och tagits i drift senast till år 2040. Se Bilaga B för vilka värden som har använts i beräkningarna för nuläget respektive för år 2040.

Statistik för den aktuella delen av järnvägen har erhållits av Trafikverket via mail från Anders Nilsson (Statistiker på Trafikverket) och har använts i beräkningarna för denna riskbedömning. Erhållen statistik sträcker sig mellan åren 2013 till och med 2018 och gäller för Uppsala C samt består av: fördelningen mellan transporterade RID-klasser (fördelat på vikt eller antal vagnar), antal tåg och antal vagnar som har transporterat farligt gods, och antal tåg som har trafikerat sträckan uppdelat på tågtyp. Statistiken omfattar inte start- och mål-punkterna för respektive tåg/transport.

2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Området ligger cirka 600 meter från Uppsala centralstation, enligt kartstudier, och består av bostäder, företagsverksamhet, kyrka, och skola. Persontätheten har uppskattats till 3 669¹ personer/km² för nuläget [11] och 4 770¹ personer/km² för år 2040 [12], vilket motsvarar en ökning med 30 %. I beräkningarna har persontätheten antagits vara densamma under både dagtid och nattetid, och halva dygnet räknas som dag och andra halvan som natt.

¹ Avrundat uppåt till närmsta heltal.

3.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

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

Tabell 1. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarier 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 och urspärning på järnvägen genom Uppsala.

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 [13]. 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.

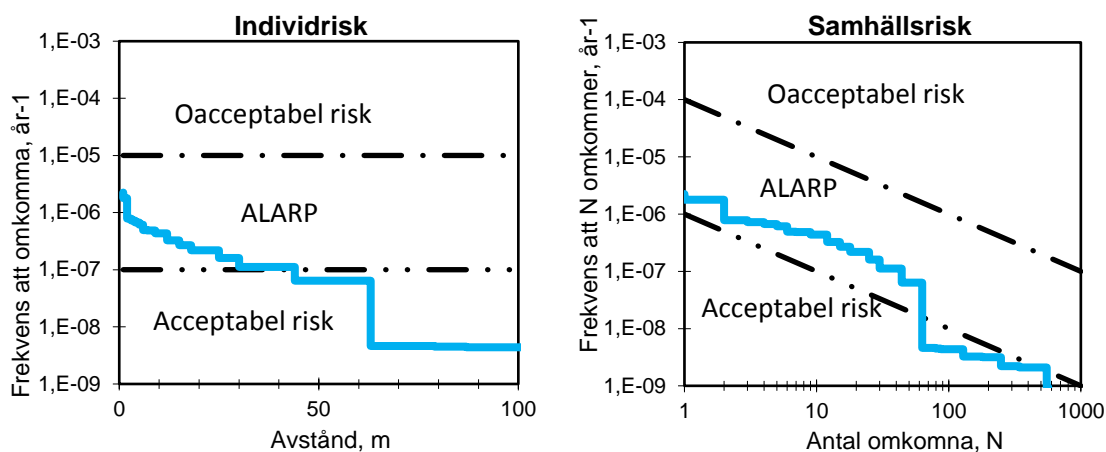
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande 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 5.

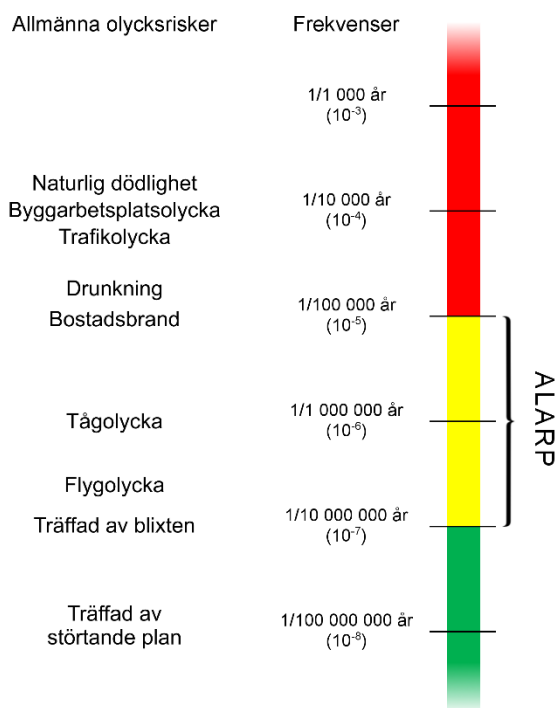
Tabell 2. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

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 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [13].

Som jämförelse illustreras i Figur 6 ett antal olycksrisker i samhället.



Figur 6. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området [14].

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik plats omkommer.

Individrisken är platsspecifik 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.

Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 5) 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 persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

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

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

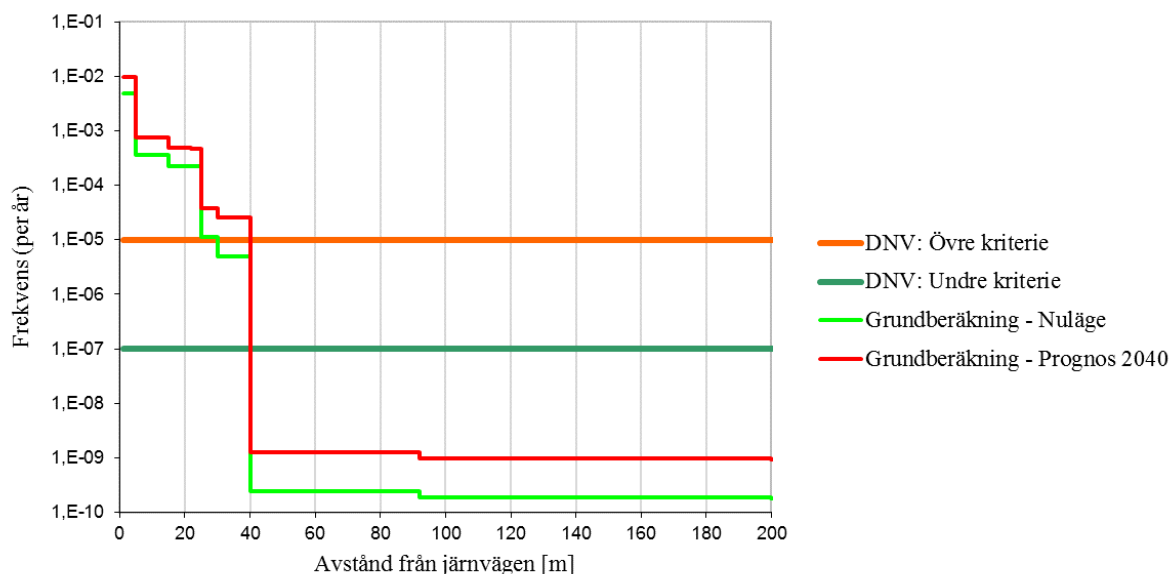
Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport [15] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys.

Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga B.

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

4.1 INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄGEN GENOM UPPSALA

Nedan i Figur 7 illustreras individrisknivån för det aktuella området längs järnvägen genom Uppsala. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området.



Figur 7. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på järnvägen genom Uppsala.

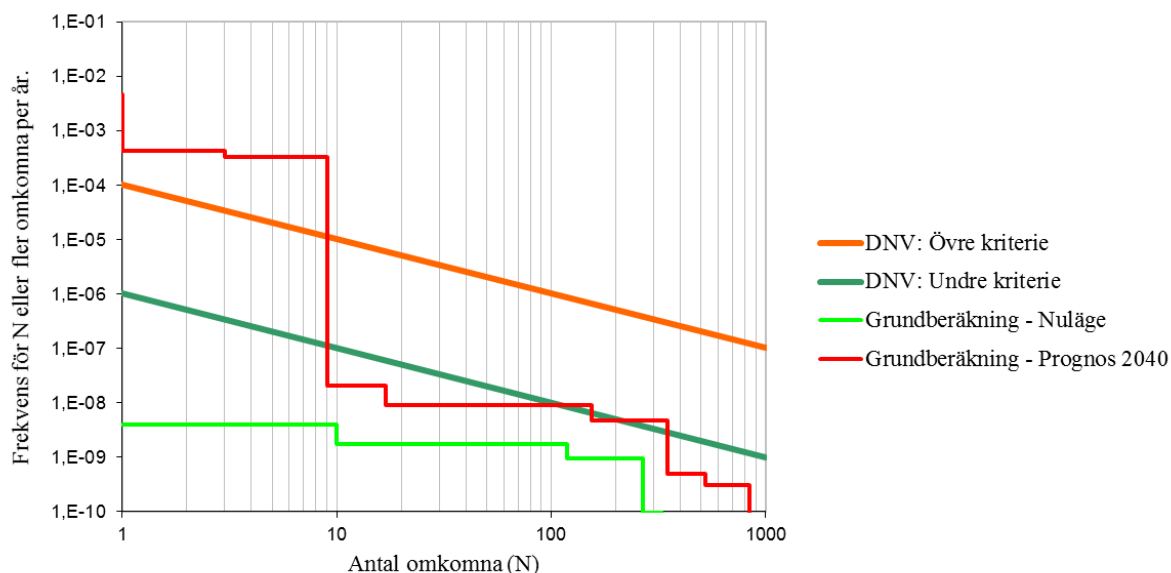
Ur Figur 7 ovan kan utläsas att risken är för nuläget acceptabel bortom 40 meter från järnvägens närmsta spårcentrumlinje, inom ALARP-området mellan 30 och 40 meter från järnvägens närmsta spårcentrumlinje, och oacceptabel hög de närmsta 30 metrarna intill järnvägens närmsta spårcentrumlinje. För prognos år 2040 är risken fortfarande acceptabel bortom 40 meter från järnvägens närmsta spårcentrumlinje, och sedan direkt oacceptabel hög de närmsta 40 metrarna intill järnvägens närmsta spårcentrumlinje.

Detta innebär att för nuläget är individrisknivån inom acceptabla nivåer eftersom avståndet mellan järnvägen och planerad bebyggelse är cirka 45 meter. I beräkningarna för år 2040 har järnvägen byggts ut från två till fyra spår [10] och avståndet mellan järnväg och planerad bebyggelse är 20 meter, detta medför att individrisknivån för år 2040 hamnar på oacceptabla nivåer.

Grunden för den vidare riskbedömningen har varit risknivån för år 2040 och därför krävs det riskreducerande åtgärder för att uppnå acceptabla individrisknivåer. Detta undersöks vidare i kapitel 5 Riskreducerande åtgärder.

4.2 SAMHÄLLSRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ JÄRNVÄGEN GENOM UPPSALA

Nedan i Figur 8 illustreras samhällsrisknivån för det aktuella området längs järnvägen genom Uppsala.



Figur 8. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på järnvägen genom Uppsala.

Ur Figur 8 ovan kan utläsas att samhällsrisknivån är acceptabel för scenariot nuläget, medan samhällsrisknivåerna för prognos år 2040 ligger på oacceptabla samhällsrisknivåer. Den oacceptabla samhällsrisknivån för prognos år 2040 beror främst på avståndet mellan järnvägen och planerad bebyggelse. I beräkningarna för år 2040 har järnvägen byggts ut från två till fyra spår och avståndet mellan järnväg och planerad bebyggelse är 20 meter.

Grunden för den vidare riskbedömningen har varit risknivån för år 2040 och därför krävs det riskreducerande åtgärder för att uppnå acceptabla samhällsrisknivåer. Detta undersöks vidare i kapitel 5 Riskreducerande åtgärder.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [16], vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

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 [16]. 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.

För att utvärdera vilka riskreducerande åtgärder som är rimliga har olika riskreducerande åtgärder kvantitativt utvärderats, var för sig och i kombination. Bedömningen angående rekommenderade riskreducerande åtgärder har varit risknivån för år 2040.

Olika beräkningar har genomförts för att undersöka vilka riskreducerande åtgärder som krävs (enskilt eller i kombination) för att uppnå en acceptabel individ- och samhällsrisknivå för prognos år 2040, då järnvägen genom Uppsala i beräkningarna har byggts ut från två till fyra spår.

Eftersom bedömningen baseras på risknivåerna för år 2040, är det enbart dessa som har undersökts vidare angående riskreducerande åtgärder. I beräkningarna nedan har åtgärden brandklassade fasader och fönster reducerat konsekvensen i sådan omfattning att inga individer har antagits omkomma inomhus i beräkningarna för olycksscenarierna: pölbrand, jetflamma, och gräsbrand. Vidare har fysisk barriär eliminerat risken för urspårningar bortom barriären (från järnvägen sett), och den riskreducerande effekten av skyddsräll har antagits medföra en reduktion av stora urspårningsavstånd ner till 1 meter i 90 % av fallen. Det vill säga att urspårningar större än 1 meter har begränsats till 1 meter i 90 % av fallen [17]. Detta tillvägagångssätt användes i utredningen för Varbergstunneln och i projekteringen av Mälarbanan.

5.1.1 Byggnadstekniskt brandskydd

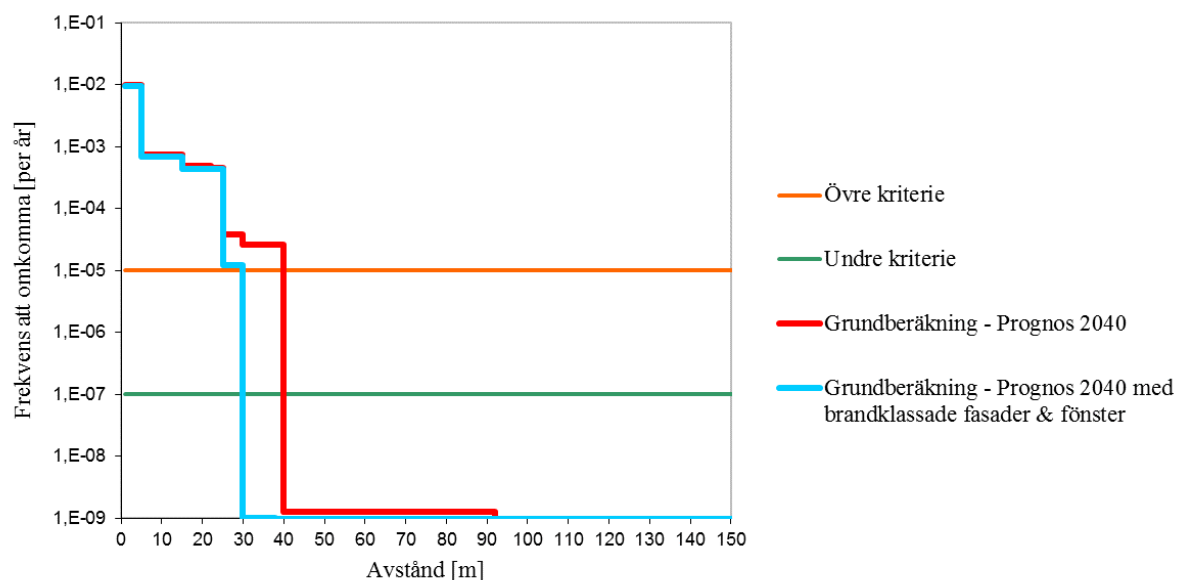
Åtgärden innebär att ytterväggar, tak, fasad och fönster utformas på ett sätt som reducerar konsekvensen i händelse av brandpåverkan till följd av pölbrand, jetflamma, och gräsbrand.

Planbestämmelsen avser krav på byggnad inom ett visst avstånd från riskkällan för att förhindra brandspridning in i byggnaden samt begränsa brandspridning längs fasadytan. Ytterväggar utformas med brandtekniskt avskiljande funktion i EI 30 och så att risken för brandspridning längs med fasadytan begränsas enligt 5:551, punkt 3, i Boverkets byggregler.

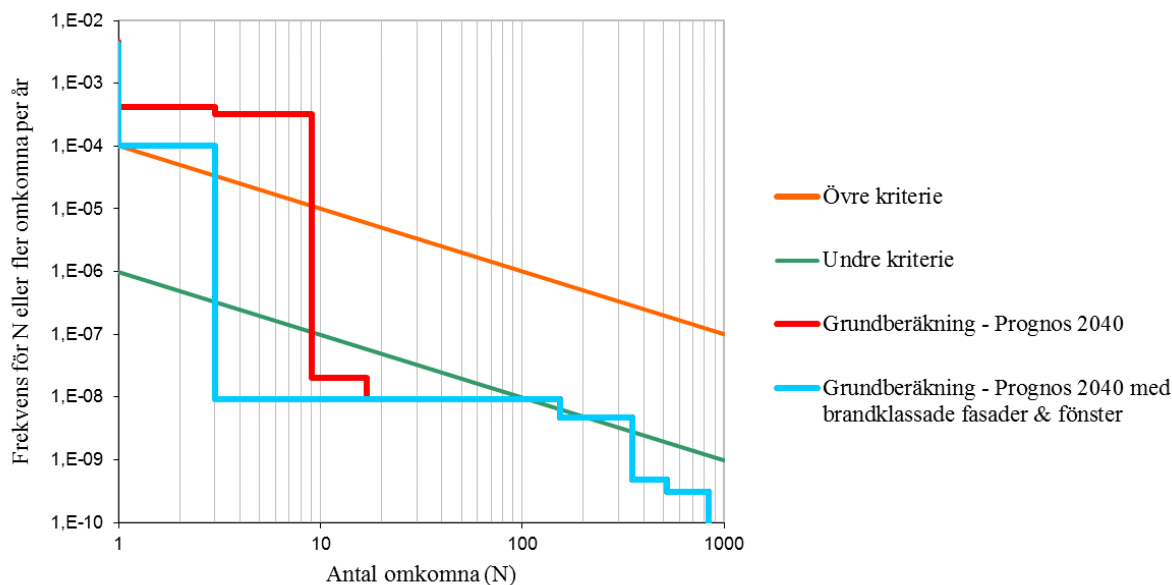
Ytterväggar uppfyller föreskriftens krav i punkt 3 [16] om de utförs i lägst klass A2-s1,d0. Som alternativ kan kraven uppfyllas med en fasadbeklädnad i lägst klass D-s2,d2 och om något av följande villkor är uppfyllda:

- Byggnaden har högst två våningsplan.
- Beklädnaden, oavsett byggnadens höjd, täcker endast byggnadens bottenvåning.
- Byggnaden har högst åtta våningsplan och förses med automatiskt släcksystem samt att fasadytan i bottenvåningen utförs i material i lägst A2-s1,d0.
- Byggnaden har högst åtta våningsplan och brännbart material av lägst klass D-s2,d2 endast täcker en begränsad del av fasadytan.

Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas. Åtgärden kan regleras med detaljplan, och bör då införas som funktionsbaserad bestämmelse, eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.



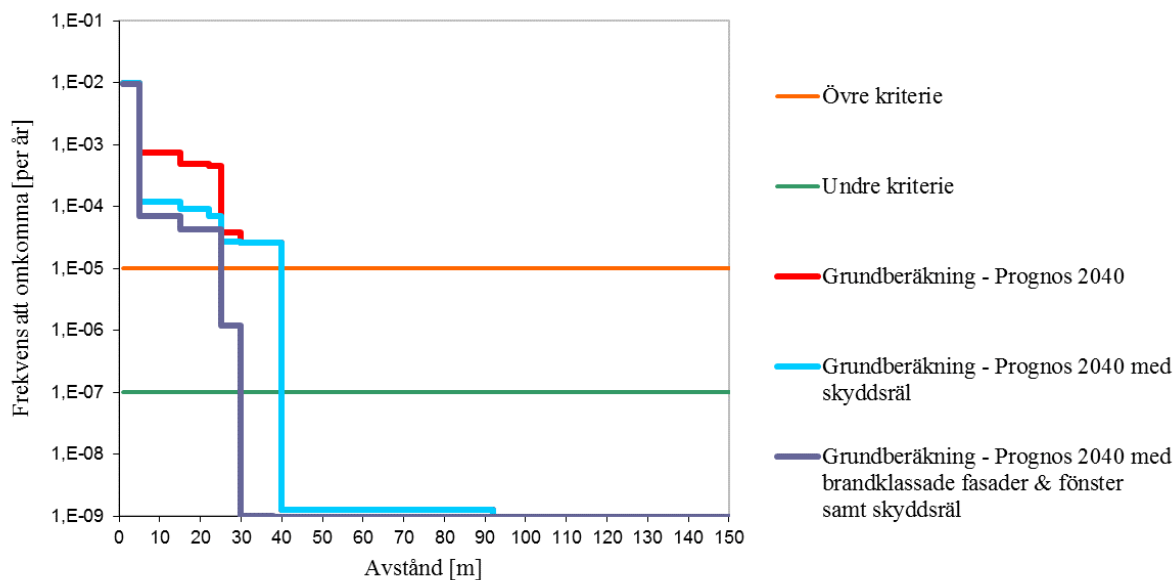
Figur 9. Individrisknivå för år 2040 med brandklassade fasader och fönster.



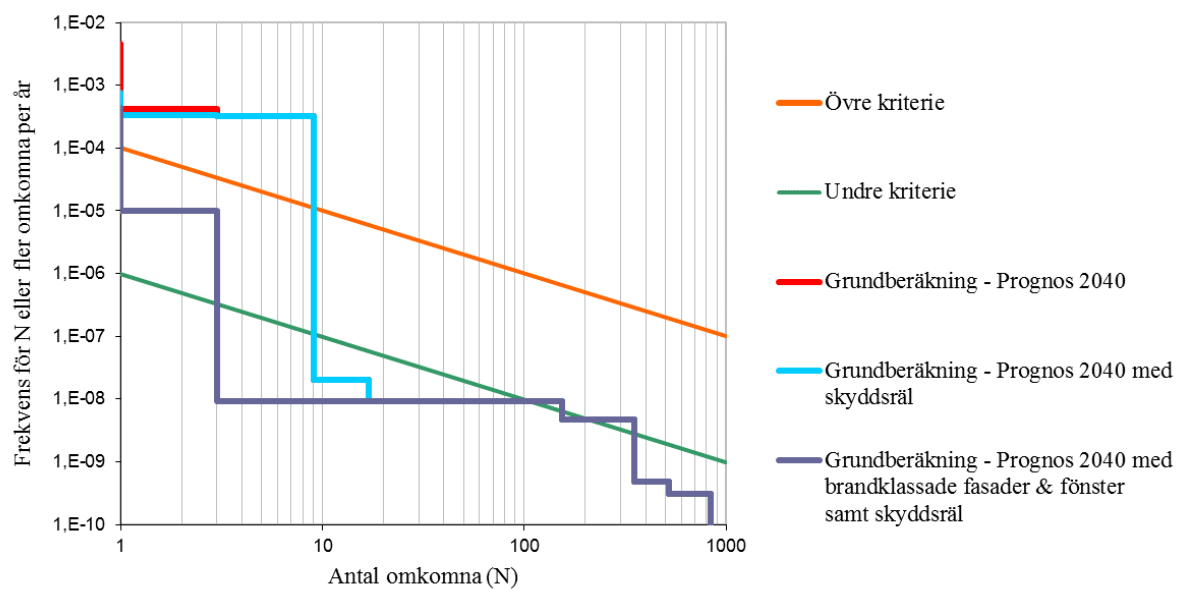
Figur 10. Samhällsriskenivån för år 2040 med brandklassade fasader och fönster.

Ur figurerna ovan (Figur 9 och Figur 10) framgår att byggnadstekniskt brandskydd utgör en bra riskreducerande åtgärd, men att risknivåerna ändå når oacceptabla nivåer, vilket beror på risken kopplat till urspårade tåg.

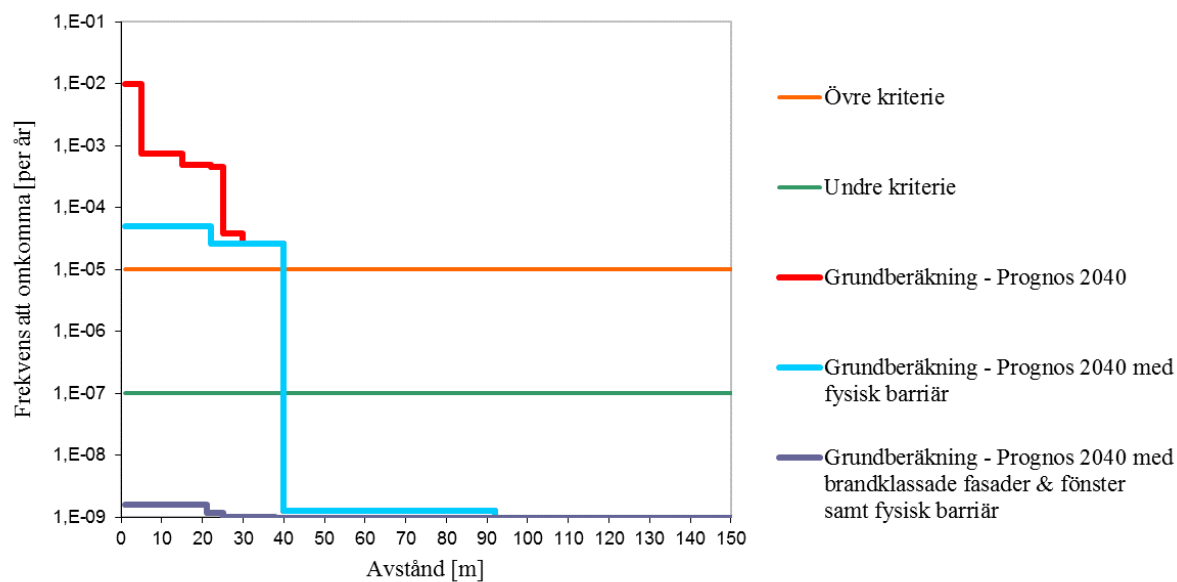
Nedan undersöks möjliga riskreducerande åtgärder som skulle kunna bli aktuella vid utbyggnationen av järnvägen genom Uppsala. Om risknivåerna fortfarande når oacceptabla nivåer har även åtgärderna kombinerats med byggnadstekniskt brandskydd. Detta för att bedöma vilket behov av riskreducerande åtgärder som uppstår i framtiden.



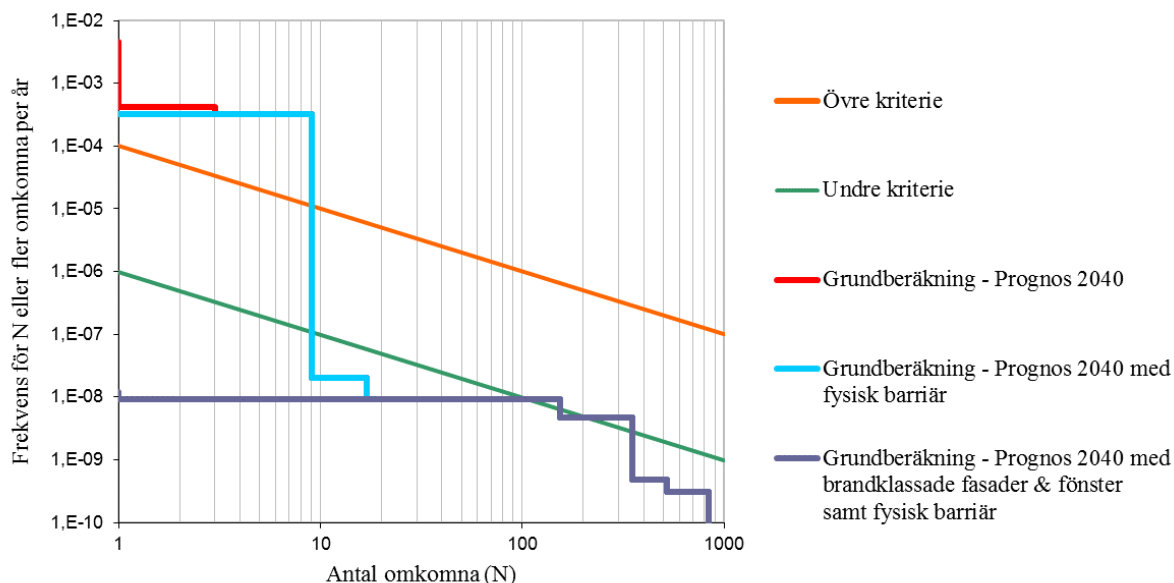
Figur 11. Individriskenivån för år 2040 med olika riskreducerande åtgärder.



Figur 12. Samhällsrisiknivån för år 2040 med olika riskreducerande åtgärder.



Figur 13. Individrisiknivån för år 2040 med olika riskreducerande åtgärder.



Figur 14. Samhällsrisknivån för år 2040 med olika riskreducerande åtgärder.

Ur beräkningarna redovisade ovan i Figur 11 till och med Figur 14 framgår att endast fysisk barriär i kombination med byggnadstekniskt brandskydd kan resultera i beräknade individ- och samhällsrisknivåer som ligger under oacceptabla risknivåer. Individrisknivån ligger helt inom acceptabla nivåer och samhällsrisknivån som högst lågt inom ALARP-området.

Därför har bedömningen varit att fasaden mot järnvägen genom Uppsala ska uppfylla klass EI 30 och fönsterna EW 30, vilket kommer medföra att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand, jetflamma, och gräsbrand reduceras på ett tillfredsställande sätt. Det kvarvarande riskbidraget kopplat till urspårning (vilket i beräkningarna ovan har reducerats med skyddsräll eller fysisk barriär) kommer uppstå först vid utbyggnationen av järnvägen genom Uppsala och anses vara en fråga för Trafikverket i och med utbyggnationen av järnvägen.

6 DISKUSSION

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. [18]

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. [18]

7 SLUTSATSER

Utbyggnaden av järnvägen genom Uppsala från två till fyra spår kommer medföra en beräknat markant ökad individ- och samhällsrisk som hamnar på oacceptabla risknivåer för såväl individ- som för samhällsrisk. Riskreducerande åtgärder enbart på järnvägen efter utbyggnationen till fyra spår kommer inte vara tillräckligt, utan byggnadstekniska åtgärder kommer att krävas. Om fasaden mot järnvägen genom Uppsala uppfyller klass EI 30 och fönsterna EW 30 bedöms risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand, jetflamma, och gräsbrand reduceras på ett tillfredsställande sätt. Om dessa rekommenderade riskreducerande åtgärder vidtas redan vid uppförande av bebyggelsen sparas samhällsresurser och åtgärderna blir mer kostnadseffektiva och sannolikt mer estetiskt tilltalande.

De förhöjda risknivåer som uppstår i framtiden vid utbyggnationen av järnvägen genom Uppsala kommer, ifall de rekommenderade riskreducerande åtgärderna installeras, att bero på urspårning, vilket bedöms bli en fråga för Trafikverket vid utbyggnaden av järnvägen.

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.

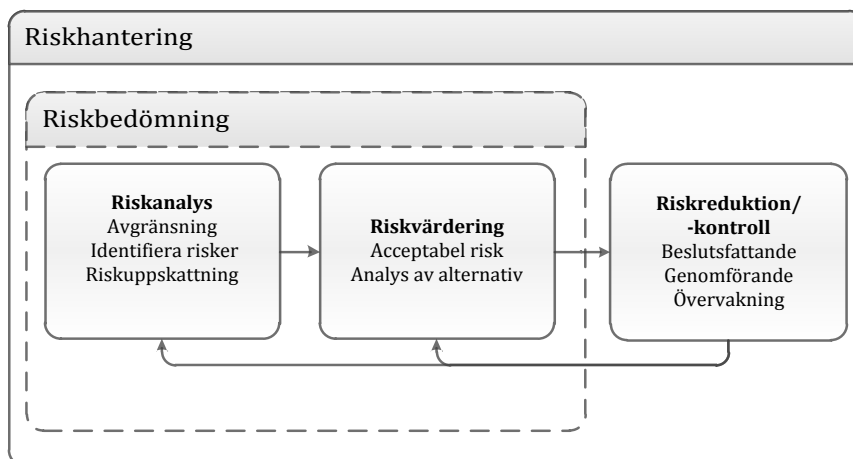
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 15.

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 15. Riskhanteringsprocessen.

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

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

BILAGA B. FREKVENSBERÄKNINGAR

För att kunna kvantifiera risknivån 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* [21]. 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 2 771 godståg, 105 772 persontåg, och 4 803 övriga tåg [22]².
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 331 725 personvagnar och 74 817 godsvagnar³.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits i medel vara 3 stycken⁴.
- Antal växlar på den studerade sträckan uppgår till 14 stycken för nuläget och bedömt kunna uppgå till 28 stycken för år 2040⁵.
- Antal plankorsningar på den studerade sträckan uppgår till 2 stycken med bommar och ljus- och ljudsignal⁶.

² Erhållen statistik sträcker sig från 2013 till och med 2018 och innehåller antal tåg per tåg-typ per år. Konservativt har de år med högst rapporterade antal tåg för respektive tåg-typ valts.

³ Beräknat på att vart persontåg har 3 vagnar [44] och att vart godståg har 29 vagnar [45].

⁴ Baserat på att persontågsvagnar har 3 vagnaxelpar per vagn [31] och att godståg har 4 vagnaxelpar i medel per vagn [45].

⁵ 14 växlar för nuläget baseras på kartstudier och flygfotografi över sträckan. För år 2040 har värdet dubblats baserat på att antalet spår dubblas [7] vid utbyggnationen av järnvägen.

⁶ Baserat på nuläget.

B.1.1 **Urspårning**

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 3 [21]:

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

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

B.1.2 **Sammanstötningar**

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant [21] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

B.1.3 **Plankorsningsolyckor**

I höjd med planområdet finns 2 stycken plankorsningar med bommar och ljus- och ljudsignal⁷.

B.1.4 **Växling och rangering**

I höjd med planområdet sker inget växlingsarbete eller rangering.

B.1.5 **Resultat**

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

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

⁷ Baserat på nuläget.

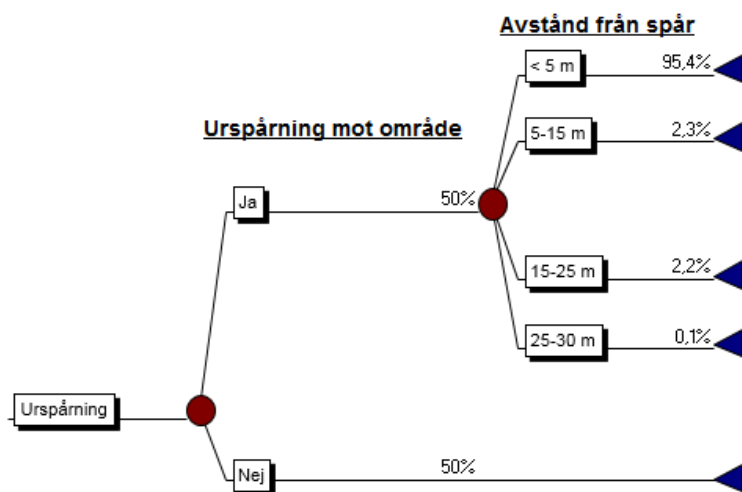
B.1.6 Avstånd från spår för urspårande vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 4 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar (2 % persontåg och 98 % godståg [22]) [21].

Tabell 4. Avstånd från spår (i meter) för urspårade vagnar.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53 %	17,98 %	2,25 %	2,25 %	0,00 %
Godståg	70,33 %	19,78 %	5,49 %	2,20 %	2,20 %
Viktat medel efter andel	77,35 %	18,02 %	2,33 %	2,25 %	0,05 %

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten [23]. 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 händelseträd som beskriver detta presenteras i Figur 16.



Figur 16. Händelseträd 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 [24] 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.

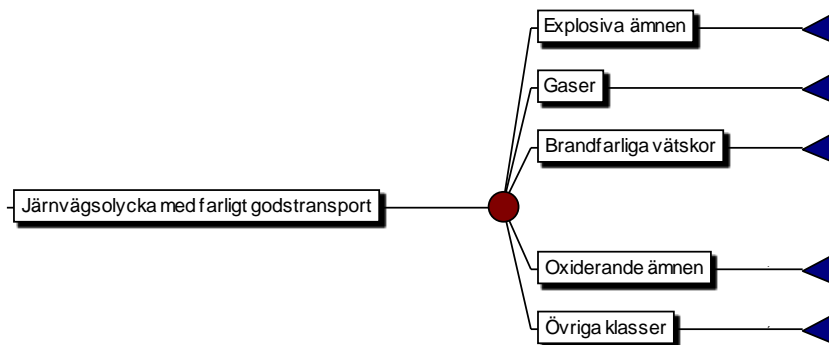
RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [24].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av 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 [25].
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 [26]. 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.1.5 beräknad till $4,62 \cdot 10^{-3}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [27]. Underlaget till transportererna av farligt gods kan i kombination med andra uppgifter betraktas som konfidentiella, varför publicering bör ske med

försiktighet [22]. Därför har bedömningen varit att detta underlag betraktas som konfidentiella och kommer ej redovisas i tabellformat i denna riskbedömning. Underlaget har likväl använts i beräkningarna.

I händelseträdet, se Figur 17, illustreras det inledande händelseträdet för olycka med farligt gods vid transporter av de aktuella farligt gods-klasserna.



Figur 17. Händelsetråd 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.

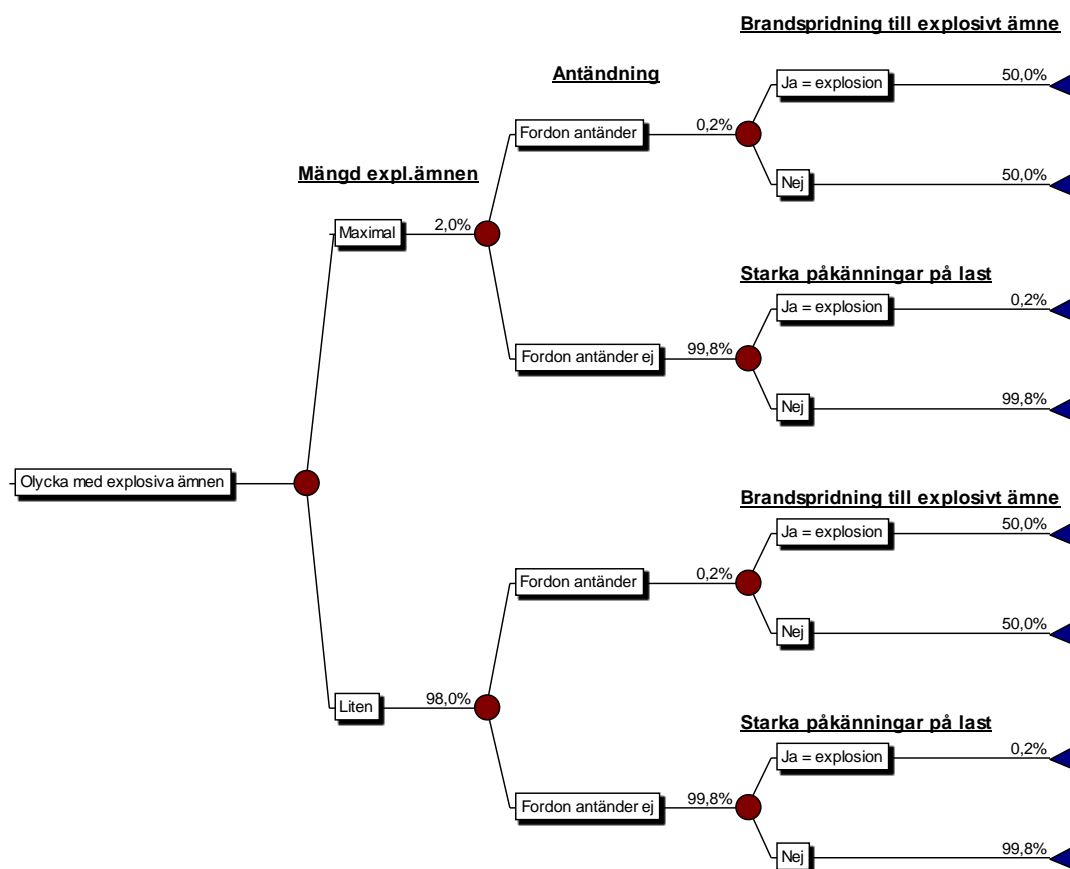
Transport av RID-S klass 1 på järnväg förekommer i väldigt liten mängd. RID-S klass 1 utgjorde under tidsperioden 2006-2010 endast 0,015 % av den totala transportmängden farligt gods i Sverige som helhet [28]. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels av företagsmässiga 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 [29].

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 [30] [31]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [32].

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 [33]. 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 [34] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 18 redovisas möjliga scenarier.



Figur 18 Händelsetråd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [35], antas 87 % av transporterna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser och resterande 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 [21]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

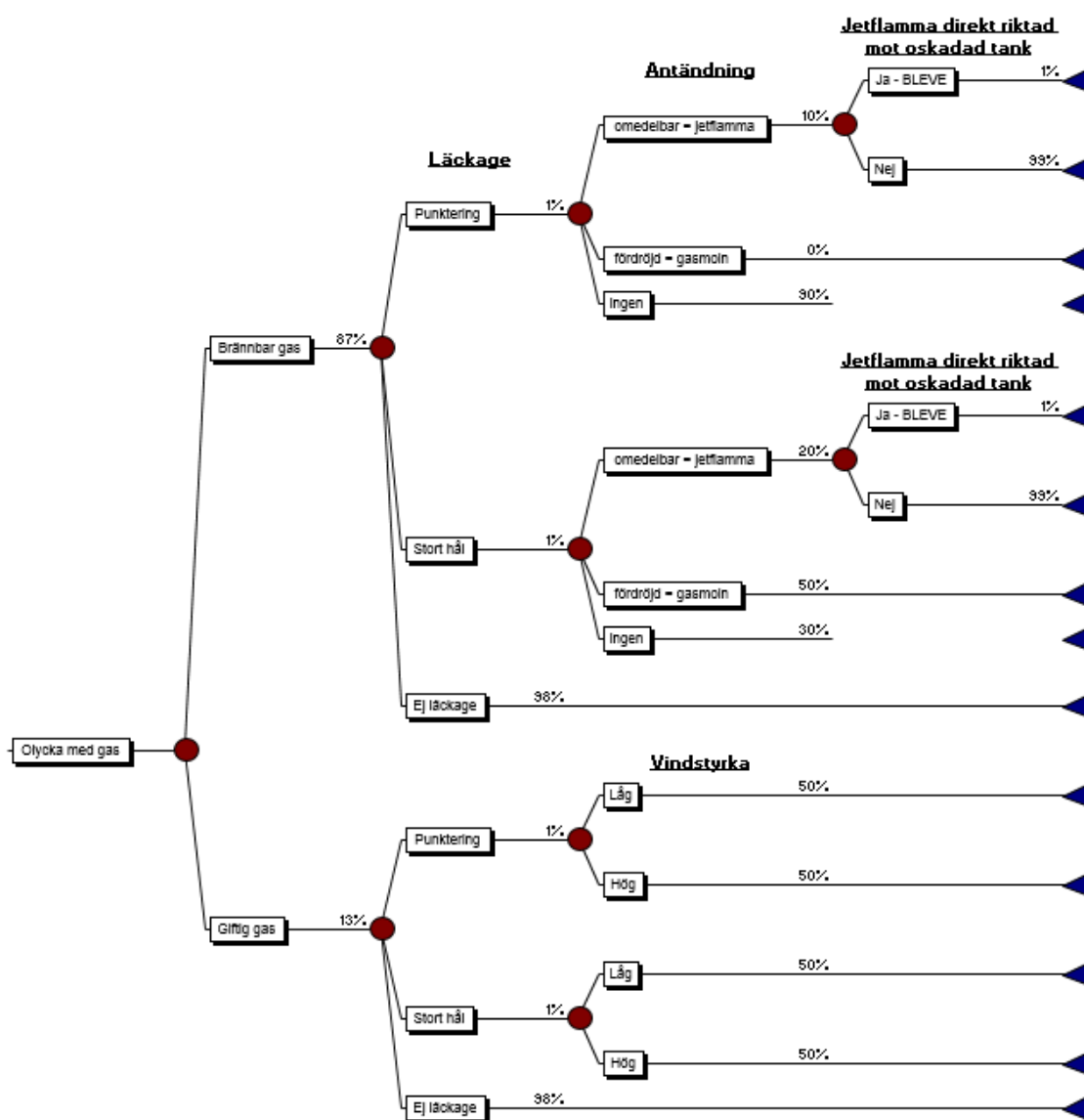
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 [36] 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 % [36]. 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 19 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

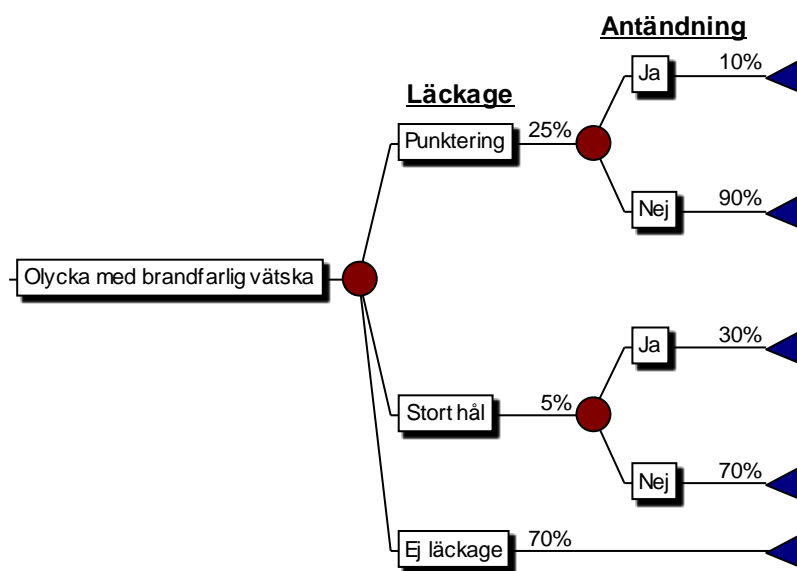


Figur 19. Händelseträd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

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 urspärning är 25 % och 5 % [21]. 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 % [21]. I Figur 20 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 20. Händelseträd 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.

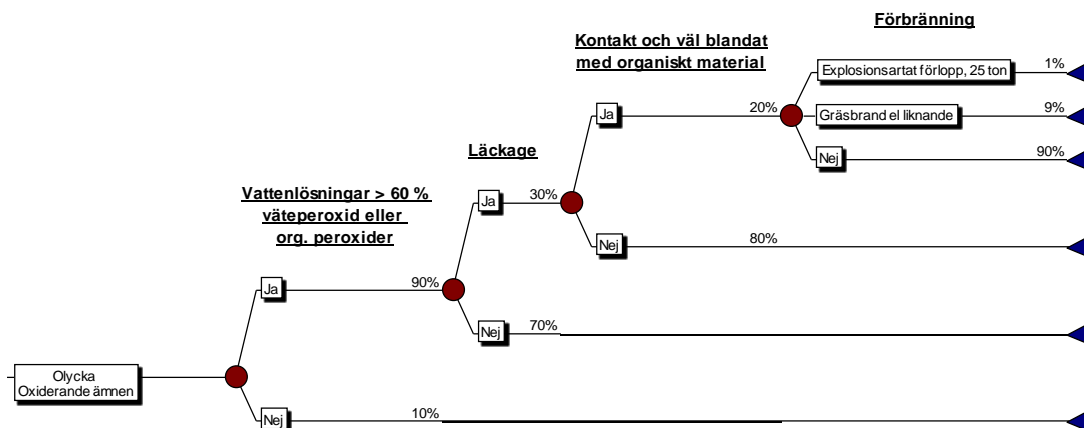
Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

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

Transportstatistik [28] 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 0 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 %

[32]. 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 21 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 21. Händelseträd 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

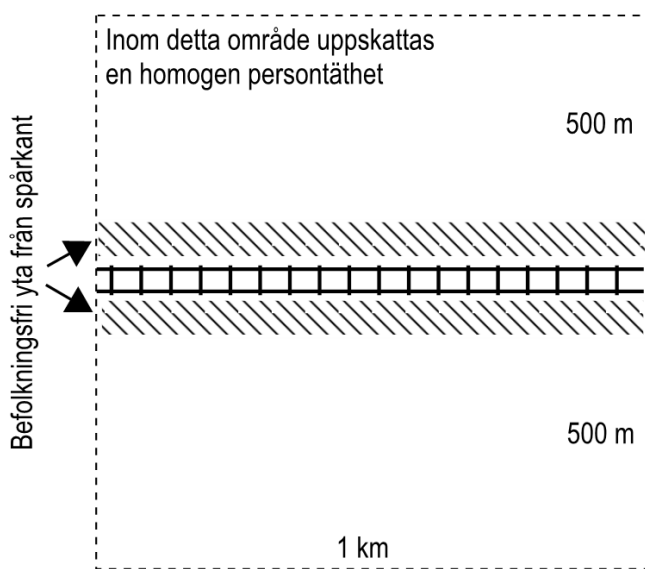
De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

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 22.



Figur 22. 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. Det personfria avståndet har i beräkningarna för nuläget varit 45 meter och för år 2040 20 meter.

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. Risker 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*

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) [37].

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 [38]. 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* [39] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, beräknats för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 6. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 6. 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 luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180 \text{ kPa}$	Avstånd $P \geq 20 \text{ kPa}$
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Stor explosion	25 000 kg	74 meter	221 meter

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 [40].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [41]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [42], 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 7 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 7. 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* [43] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC_{50}^8) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [43]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [43].

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 8.

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 8. 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 [41].

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.

⁸ Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

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 [44].

I Tabell 9 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 9. 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.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. bensen. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplosiva varor [32], 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 0.

Tabell 10. 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.

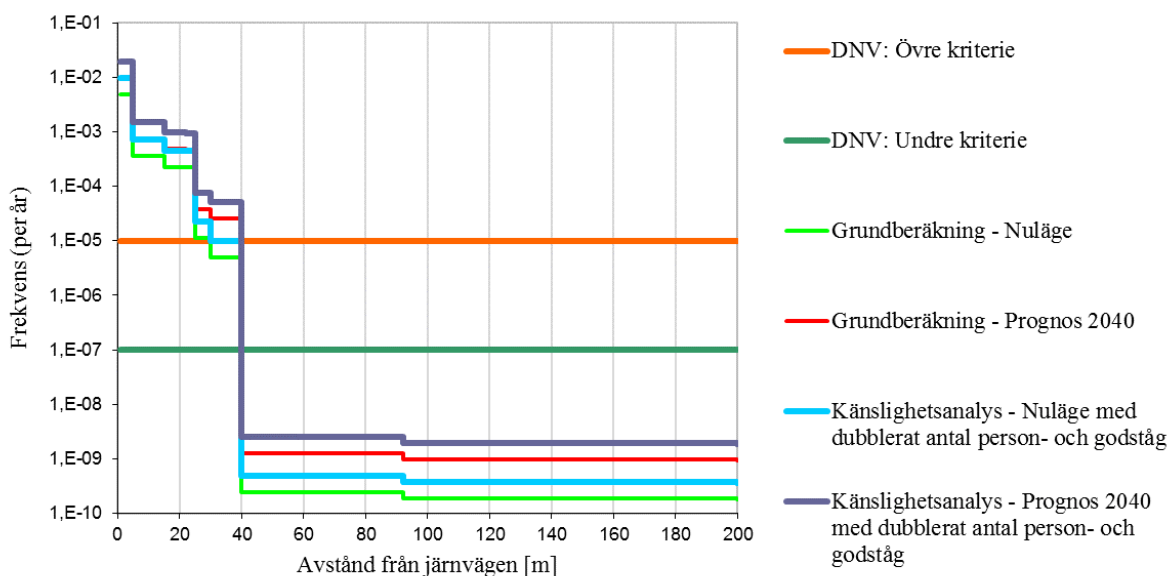
BILAGA D. KÄNSLIGHETSANALYS

Känslighetsanalys har utförts för ett antal parametrar som bedömts vara särskilt viktiga för det specifika projektet, beaktade variabler i känslighetsanalyserna har varit:

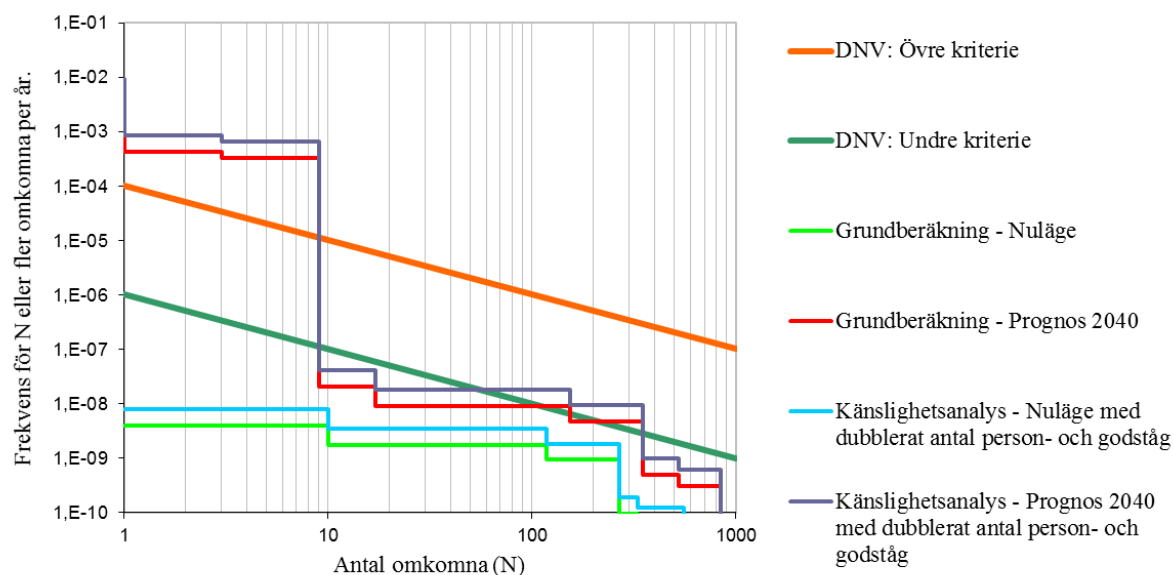
- Trafikflöde
- Persontäthet
- Statistik över transporter av farligt gods på järnvägen genom Uppsala

D.1. TRAFIKFLÖDE

Antalet person- och godståg som passerar det aktuella området utgör en osäkerhet i beräkningarna. För att undersöka hur stor påverkan denna osäkerhet har på beräkningarna har antalet person- och godståg som passerar det aktuella området dubblerats.



Figur 23. Individrisknivåerna för grundberäkningarna samt för känslighetsanalysen med dubblerat antal person- och godståg som passerar det aktuella området.

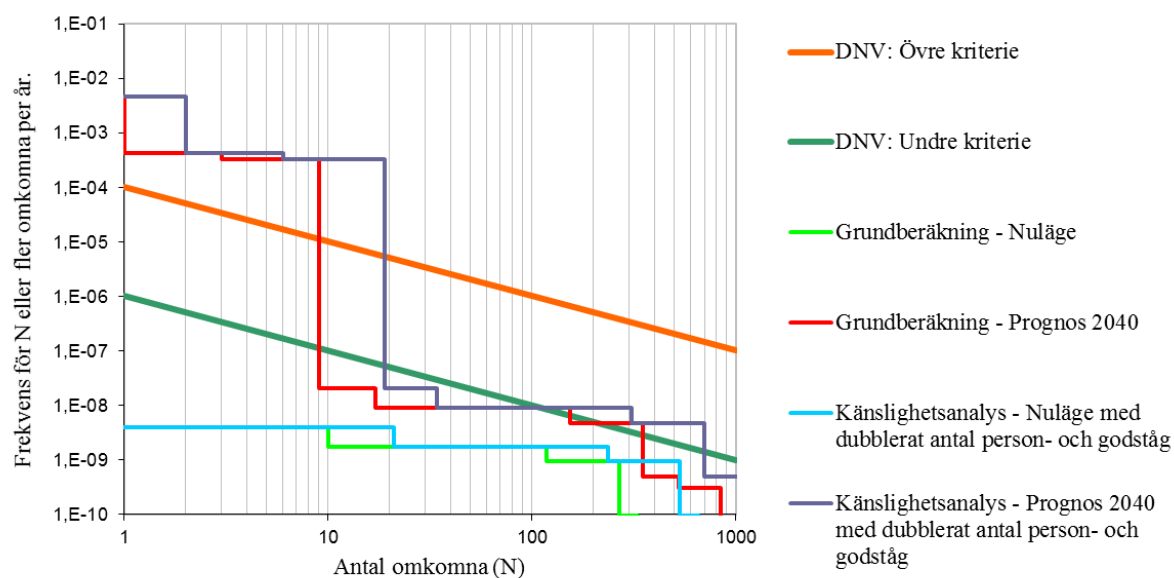


Figur 24. Samhällsriskenivåerna för grundberäkningarna samt för känslighetsanalysen med dubblerat antal person- och godståg som passerar det aktuella området.

Känslighetsanalysen indikerar att både individriskenivåerna och samhällsriskenivåerna är tämligen okänsliga för en ökad trafikering förbi det aktuella området.

D.2. PERSONTÄTHET

Individrisken är oberoende av persontätheten och förändras inte jämfört med grundberäkningarna och redovisas därmed ej för denna känslighetsanalys. Samhällsrisken är dock beroende av persontätheten och för att undersöka vilken påverkan en ökad persontäthet har för samhällsrisken har en känslighetsanalys genomförts med en dubblerad persontäthet.



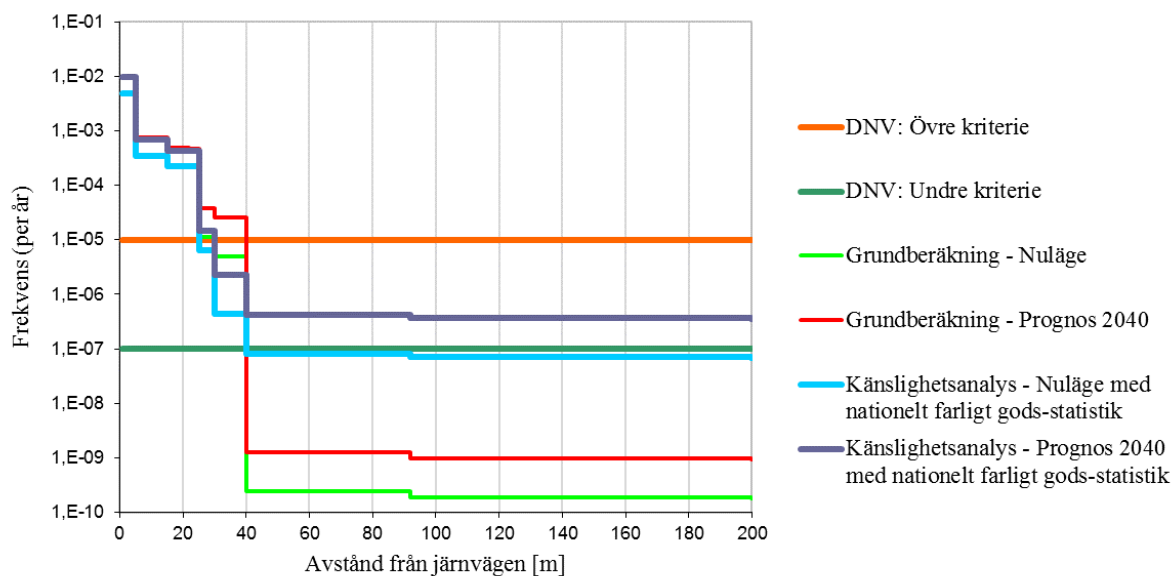
Figur 25. Samhällsriskenivåerna för grundberäkningarna samt för känslighetsanalysen med dubblerad persontäthet.

Resultaten för samhällsrisikberäkningarna förändras inte i någon större utsträckning, utan beräkningarna för nuläget förblir inom acceptabla nivåer och beräkningarna för prognos 2040 når oacceptabla nivåer inom motsvarande område som grundberäkningarna.

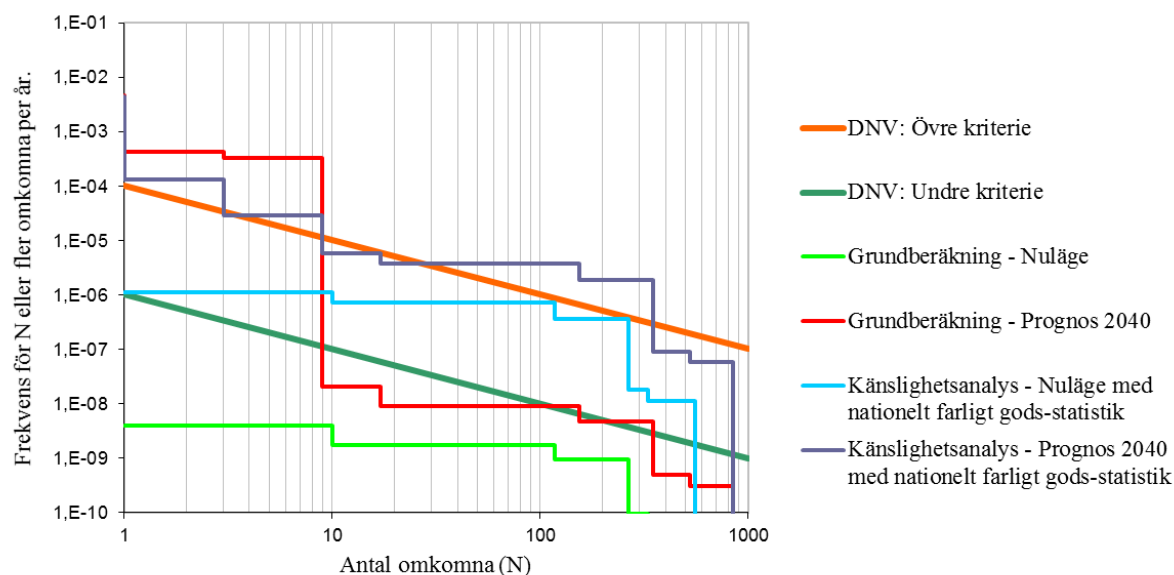
D.3. STATISTIK ÖVER TRANSPORTERNA AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄGEN GENOM UPPSALA

Istället för det platsspecifika underlaget angående transporter av farligt gods förbi det aktuella området kan nationell statistik över transporter av farligt gods i hela Sverige användas. Nedan i känslighetsanalysen har statistik angående farligt gods för hela Sverige använts mellan åren 2013 till och med år 2017 använts. [45]

Andel godsvagnar som transporterar farligt gods mellan åren 2013 – 2017 var cirka 9 %, vilket är betydligt lägre jämfört med det platsspecifika underlaget som används i beräkningarna [22]. Dock är alla farligt gods-klasserna representerade i den nationella statistiken till skillnad från den platsspecifika statistiken som har använts i beräkningarna där en klass utgör en majoritet av transporter och övriga klasser i förhållande utgör några få transporter.



Figur 26. Individrisk för grundberäkningarna samt känslighetsanalysen med nationell statistik angående transporter av farligt gods.



Figur 27. Samhällsrisik för grundberäkningarna samt känslighetsanalysen med nationell statistik angående transporter av farligt gods.

Individriskberäkningarna i Figur 26 indikerar att individrisken är generellt känslig för en förändrad statistik angående transporter av farligt gods. Dock flyttas gränsen för acceptabla risknivåer ner från 40 meter i grundberäkningarna till 25 respektive 30 meter för känslighetsanalyserna för nuläge respektive prognos 2040. Samhällsrisikberäkningarna i Figur 27 indikerar att samhällsrisken är känslig för en förändrad statistik angående transporter av farligt gods. Om nationell statistik används når samhällsrisiknivåerna oacceptabla nivåer för känslighetsanalysen för prognos 2040 och för känslighetsanalysen för nuläget når samhällsrisiknivån gränsen till oacceptabla risknivåer.

Den nationella statistiken skiljer sig väsentligt ifrån det platsspecifika underlaget. Det har ansetts rimligt att använda det platsspecifika underlaget. Om nationell statistik istället skulle användas riskeras riskreducerande åtgärder installeras för att reducera risker som möjligen inte finns på den aktuella platsen samtidigt som åtgärder för risker som finns ignoreras.

D.4. SAMMANFATTNING

Känslighetsanalyserna för både ökad trafikering förbi det aktuella området och med en ökad persontäthet har indikerat att resultaten är tämligen okänsliga för förändringar av dessa två parametrarna och resultaten har motsvarats av de som grundberäkningarna resulterar i.

I känslighetsanalysen med förändrade förhållanden angående transporter med farligt gods var resultatet mer känslig mot förändringar. Detta beror på den stora skillnaden mellan den platsspecifika och den nationella statistiken angående transporter av farligt gods. Den platsspecifika statistiken angående transporter av farligt gods visar på en mycket högre andel farligt gods bland det transporterade godset, jämfört med den nationella statistiken. Vidare var få klasser representerade i den platsspecifika statistiken, medan i den nationella statistiken var alla klasserna representerade. När platsspecifikt underlag angående transporter av farligt gods finns tillgängligt har det ansetts fördelaktigt att använda detta underlag eftersom risken annars blir att riskreducerande åtgärder installeras för att reducera risker som möjligen inte finns på den aktuella platsen samtidigt som åtgärder för risker som finns ignoreras, jämfört med om nationell statistik skulle användas istället.

BILAGA E. REFERENSER

- [1] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [2] Briab - Brand och Riskingenjörerna AB, "Kungsängen 25:1, Uppsala, Riskbedömning för detaljplan," 2012.
- [3] Briab, "Kungsängen 25:1, Uppsala - Riskhänsyn vid fysisk planering," 2013.
- [4] Briab, "KUNGSÄNGEN 25:1, UPPSALA," Uppsala, 2014.
- [5] Johan Celsing arkitektkontor, "Uppsala Norra tingshus (Erhållet arkitektförslag)," 2016.
- [6] Trafikverket, "Ostkustbanan - Trafikverket," Trafikverket, 21 03 2019. [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/Sveriges-jarnvagsnat/Ostkustbanan/>. [Använd 03 04 2019].
- [7] Trafikverket, "Dalabanan - Trafikverket," Trafikverket, 02 02 2016. [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/Sveriges-jarnvagsnat/Dalabanan/>. [Använd 03 04 2019].
- [8] järnväg.net, "Banguide - Stockholm-Märsta/Arlande-Uppsala - järnväg.net," järnväg.net - guiden till Sveriges tåg och järnvägar, [Online]. Available: <http://www.jarnvag.net/banguide/stockholm-uppsala>. [Använd 03 04 2019].
- [9] Trafikverket, "Trafikverket föreslår fyra spår Uppsala-Stockholm i nationell transportplan - Trafikverket," Trafikverket, 01 09 2017. [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/om-oss/pressrum/pressmeddelanden/lansvisa-pessmeddelande/Uppsala/2017/trafikverket-foreslar-fyra-spar-uppsala-stockholm-i-nationell-transportplan/>. [Använd 03 04 2019].
- [10] Regeringskansliet, "Historisk satsning på spårtrafik i Uppsala - Regeringen.se," 20 01 2019. [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2018/06/historisk-satsning-pa-spartrafik-i-uppsala/>. [Använd 03 04 2019].
- [11] SCB, "Tätorter 2015; befolkning 2010–2018, landareal, andel som överlappas av fritidshusområden," [Online]. Available: www.scb.se/MI0810. [Använd 28 03 2019].
- [12] Region Uppsala, "Befolkningsprognos för Uppsala län år 2017 - 2040," 2017.
- [13] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [14] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hannalds län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [15] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [16] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.

- [17] Trafikverket, "Säkerhetsvärdering, Bilaga 2 Konsekvensbedömningar," Trafikverket, Göteborg, 2016.
- [18] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [19] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [20] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [21] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [22] Andreas Nilsson åt Trafikverket, *Erhållen information via mail.*, 2019-03-28.
- [23] Banverket och Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2004.
- [24] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [25] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [26] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [27] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [28] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [29] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [30] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [31] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [32] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS," 1997.
- [33] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [34] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [35] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [36] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [37] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [38] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [39] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [40] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.

- [41] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [42] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [43] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
- [44] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.
- [45] TRAFA, "Bantrafik," TRAFA, 13 09 2018. [Online]. Available: <https://www.trafa.se/bantrafik/bantrafik/>. [Använd 12 04 2019].
- [46] Structor åt Vasakronan, "Riskbedömning med avseende på transport av farligt gods på järnväg kv. Fjalar Uppsala," 2015-10-26.

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

