



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Riskbedömning detaljplan Bålsta resecentrum och
stationsområde

Samt rekommendationer för kommande etapper i
stadsutvecklingsprojektet Bålsta centrum

Transport av farligt gods på järnväg och väg

2016-09-02

2016-09-26

Uppdragsgivare

Håbo kommun

WSP kontaktperson

Olov Holmstedt Jönsson
 Dragarbrunnsgatan 41
 753 20 Uppsala
 Besök: Dragarbrunnsgatan 41
 Tel: +46 10 7225000
 Fax:
 WSP Sverige AB
 Org nr: SE556057488001
 Styrelsens säte: Stockholm
<http://www.wspgroup.se>

Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning				
Datum	2016-09-02	2016-09-26		
Handläggare	Olov Holmstedt Jönsson	Olov Holmstedt Jönsson		
Signatur				
Granskare	Katarina Herrström	Ej granskad*		
Signatur				
Godkänd av	Johannes Lärkner	Johannes Lärkner		
Signatur				
Uppdragsnummer	10236627	10236627		
Rapportnummer				
Filnamn				

* Revideringen är ej granskad då inga slutsatser eller resultat i rapporten har ändrats.

Sammanfattning

En ny detaljplan är under utveckling för Bålsta resecentrum och stationsområde med syftet att möjliggöra uppförandet av ett resecentrum, bostäder samt handel och andra verksamheter. Planen utgör den första etappen i Håbo kommuns ambition att utveckla och förtäta Bålsta centrum. Sammantaget bedöms planförslaget möjliggöra uppförandet av drygt 740 lägenheter inom planområdet. I östlig riktning begränsas planområdet av Mäljarbanan och i västlig av Stockholmsvägen. På både Mäljarbanan och Stockholmsvägen förekommer transporter av farligt gods.

Resultatet av genomförd riskbedömning indikerar att:

- Individrisken ligger inom oacceptabla nivåer upp till 25 meter från Mäljarbanan. Mellan 25 till 30 meter från Mäljarbanan ligger individrisken inom ALARP-området. Bortom 30 meter från järnvägen ligger individrisken inom acceptabla nivåer.
- Individrisken längs Stockholmsvägen ligger inom acceptabla nivåer.
- Beräkningarna indikerar att delar av samhällsrisknivån ligger högt inom ALARP-området men tangerar aldrig det övre kriteriet.

Baserat på ovanstående resultat lämnar WSP följande rekommendationer avseende den riskpåverkan som Mäljarbanan ger upphov till:

- Nyetablering av byggnader/verksamheter undviks inom 30 meter från det yttersta spåret. Om etablering likväl sker bör detta i första hand utgöras av byggnader/platser med låga personantal och ingen stadigvarande vistelse (exempelvis parkeringsplatser).
- Om de planerade flerbostadshusen har mekanisk tilluft bör det säkerställas att möjligheten till manuell avstängning finns.
- Friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från järnvägen. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kan komma in i byggnaden via ventilationssystemet i händelse av olycka med giftig gas.
- De husfasader inom planområdet som står närmst och inom 40 meter från järnvägen utförs i brandteknisk klass EI 30 samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet
- Att utrymningsvägar från de planerade flerbostadshusen bör utformas så att det blir möjligt att utrymma bort från järnvägen vid en olycka.

Rekommenderade skyddsåtgärder vid en eventuell utbyggnad av Mäljarbanan:

- En mur/vall uppförs på de ställen där avståndet mellan byggnader och yttersta spår efter utbyggnaden understiger 30 meter. Muren/vallen ska dimensioneras efter de krafter som ett urspårat tåg ger upphov till och utformas så att den på ett mjukt sätt fångar upp urspårade fordon.

Baserat på den riskpåverkan som farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen ger upphov till lämnar WSP följande rekommendationer:

- Att OKQ8:s bensinstation flyttas. All farligt gods transport på Stockholmsvägen orsakas av OKQ8s bensinstation. En flytt av bensinstationen skulle således helt eliminera riskerna orsakade av farligt gods transport på vägen. Bensinstationen i sig kommer även utgöra en riskkälla för närliggande fastigheter inom de planområden som omfattas av etapp 2 och 3.
- Om flytt av bensinstationen ej är möjligt föreslås istället att de fasader på nya byggnaderna som uppförs närmst Stockholmsvägen utförs i brandteknisk klass EI 30 samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet.

Baserat på genomförd riskbedömning av etapp 1 resecentrum och Bålsta stationsområde lämnas följande rekommendationer avseende planläggning av övriga etapper:

- I likhet med det studerade planområdet inom etapp 1 så ligger planområdena inom etapp 2, 3 och 8 mellan de två riskkällorna, Mäljarbanan och Stockholmsvägen. Planområdet inom etapp 9 utsätts enbart för riskpåverkan från Mäljarbanan. Riskbilden för dessa planområden bedöms vara jämförbar med den beräknade för etapp 1. WSP rekommenderar därmed att de riskreducerande åtgärder som föreslås för planområdet inom etapp 1 även vidtas för planområden inom etapp 2, 3, 8 och 9.
- Planområdena inom etapp 4, 5, 6 och 7 ligger öster om Stockholmsvägen och cirka 120 meter från Mäljarbanan. Avståndet från Mäljarbanan överstiger konsekvensavstånden för mekanisk påverkan vid urspärning samt flera av de olycksscenario med farligt gods som studeras. Givet att transporterna av brandfarlig vätska på Stockholmsvägen genererar en samhällsrisik som ligger inom ALARP föreslås dock att de fasader på nya byggnaderna som uppförs närmst Stockholmsvägen utförs i brandteknisk klass EI30.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte och mål	7
1.3	Avgränsningar	7
1.4	Underlagsmaterial	8
1.5	Internkontroll	8
2	Områdesbeskrivning	9
2.1	Stadsutveckling av Bålsta centrum	9
2.2	Resecentrum och stationsområde (Ettapp 1)	10
2.3	Mälarbanan	11
2.4	Stockholmsvägen	11
3	Omfattning av riskhantering och metod	12
3.1	Begrepp och definitioner	12
3.2	Metod för riskinventering	12
3.3	Metod för riskuppskattning	13
3.4	Metod för riskvärdering	14
3.5	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder	16
4	Riskidentifiering	17
4.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor	17
4.2	Urspårning	17
4.3	Farligt gods-transporter på järnväg	17
4.4	Farligt gods-transporter på väg	19
5	Riskuppskattning och riskvärdering	20
5.1	Riskenivå	20
6	Riskreducerande åtgärder	25
6.1	Åtgärdsgrupper med stöd i PBL	25
6.2	Sammanfattning av rekommenderade åtgärder för aktuellt planområde	27
7	Diskussion	29
7.1	Identifiering av osäkerheter	29
7.2	Känslighetsanalyser	29
7.3	Implikationer vid en eventuell utbyggnad av järnvägen	30
7.4	Resultatens giltighet avseende övriga etapper	30
8	Slutsatser	31

Bilagor

Bilaga A.	Statistiskt underlag	33
Bilaga B.	Frekvensberäkningar och konsekvensavstånd för farligt gods-transporterna på väg	34
Bilaga C.	Konsekvensberäkningar	36
Bilaga D.	Frekvens- och sannolikhetsuppskattningar	38
Bilaga E.	Konsekvensuppskattningar	46

Bilaga F. Känslighetsanalyser.....	51
Bilaga G. Referenser	53

1 Inledning

WSP har av Håbo kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättandet av en detaljplan för resecentrum och Bålsta stationsområde. Riskbedömningen avser beskriva riskbilden för de aktuella planområdena, och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med detaljplanerna, samt vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder. Den aktuella detaljplanen ingår i ett större stadsutvecklingsprojekt som syftar till att förtäta och utveckla de centrala delarna av Bålsta. Projektet kommer genomföras i nio etapper och bedöms resultera i totalt drygt 2000 nya lägenheter, verksamheter och service inom ett cirka 60 hektar stort område i centrala Bålsta.

1.1 Bakgrund

Ny detaljplan är under utveckling för Bålsta resecentrum och stationsområde med syftet att möjliggöra uppförandet av ett resecentrum, bostäder samt handel och andra verksamheter. Planen utgör den första etappen i Håbo kommuns ambition att utveckla och förtäta Bålsta centrum. Sammantaget bedöms planförslaget möjliggöra uppförandet av drygt 740 lägenheter inom planområdet.

Öster om planområdet löper Mäljarbanan, som är en transportled för farligt gods (1). Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är ca 30 meter. I västlig riktning begränsas planområdet av Stockholmsvägen. Kortaste avståndet mellan planerad bebyggelse och Stockholmsvägen är cirka 10 meter. WSP genomförde år 2011 en övergripande riskbedömning för ett flertal fastigheter i Bålsta centrum belägna mellan Mäljarbanan och Stockholmsvägen. I det dåvarande planförslaget planerades dock bara för 500 lägenheter inom ett planområde strax söder om det aktuella. Då det aktuella planförslaget avser 740 lägenheter och därmed en högre persontäthet inom planområdet anser länsstyrelsen i Uppsala län att en ny riskbedömning bör genomföras.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla länsstyrelsens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led. Vidare är syftet med denna riskbedömning att även studera hur en eventuell framtida utbyggnad av järnvägsanläggningen från dagens två spår till fyra spår hade påverkat riskbilden för planområdet.

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

1.3 Avgränsningar

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

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

1.4 Underlagsmaterial

Denna rapport baseras på följande underlag:

- Planbeskrivning, detaljplan för resecentrum och stationsområde. (7)
- Plankarta resecentrum och stationsområde. (8)
- Fördjupad riskbedömning för detaljplan Värpeby, WSP Brand & Risk 2011. (9)
- Trafikbullerutredning väg och järnväg samt vibrationsutredning järnväg Värpeby 7:18 m fl. WSP Akustik 2016. (10)

1.5 Internkontroll

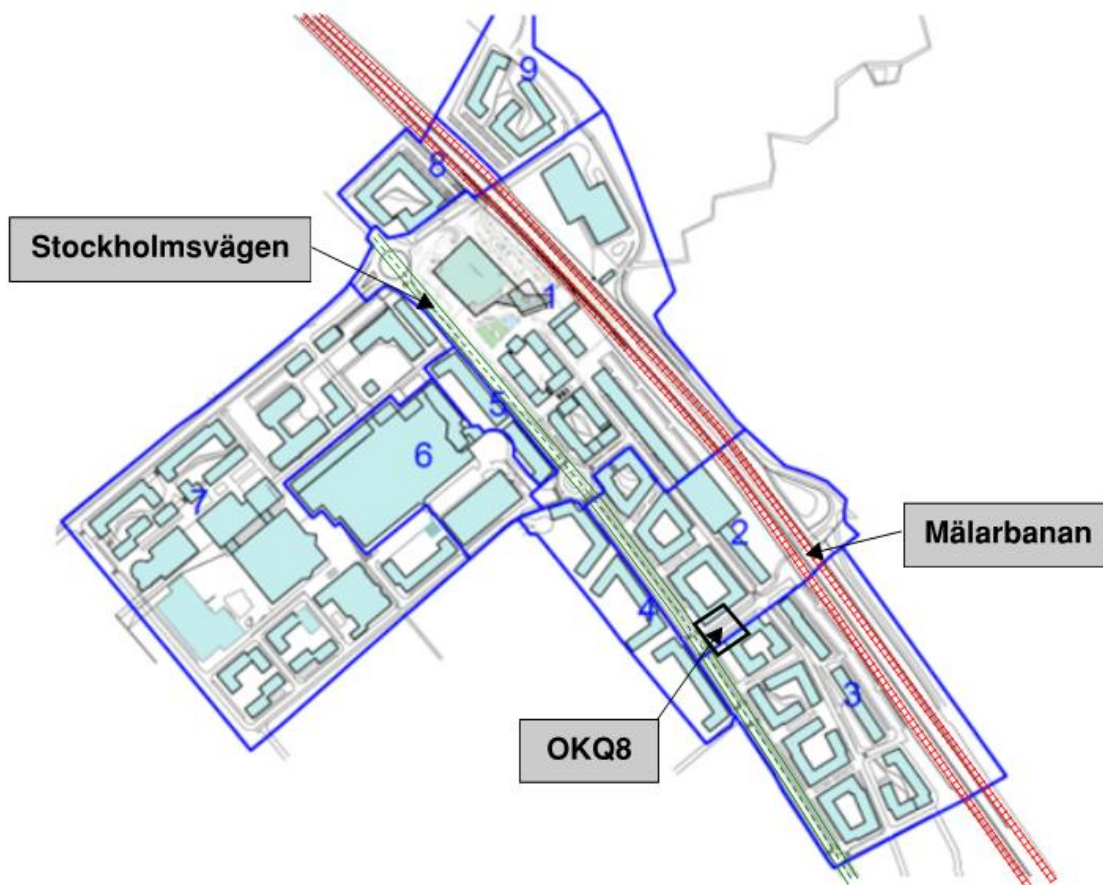
Rapporten är utförd av Olov Holmstedt Jönsson (Civilingenjör Riskhantering) med Johannes Lärkner (Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta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

2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av stadsutvecklingsprojektet och planområdet resecentrum och stationsområde (etapp 1).

2.1 Stadsutveckling av Bålsta centrum

Den aktuella detaljplanen resecentrum och Bålsta stationsområde utgör den första etappen av totalt nio i Håbo kommuns ambition att utveckla och förtätat Bålsta centrum. Det aktuella planområdet syns i Figur 1 nedan och betecknas som etapp 1.

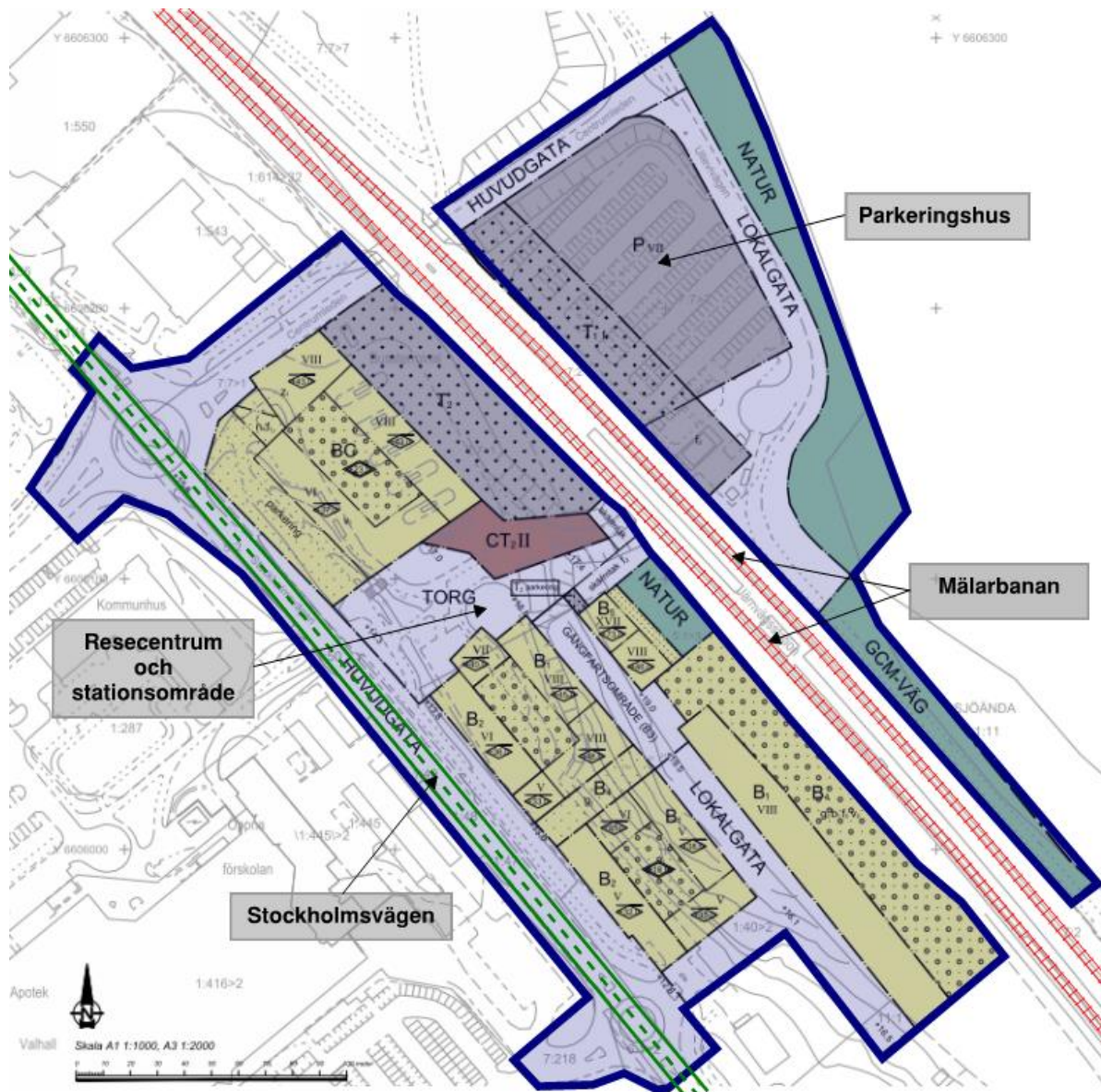


Figur 1. Etappindelning Bålsta centrum samt identifierade riskkällor.

Den tidigare riskbedömningen som WSP genomförde år 2011 avsåg de områden som i Figur 1 betecknas som etapp 2, 3, 4, 8, 9 samt delar av etapp 1 och 2.

2.2 Resecentrum och stationsområde (Ettap 1)

I Figur 2 nedan syns en mer detaljerad bild av det aktuella ca 6,2 hektar (0,062 km²) stora planområdet. Den västra delen av planområdet begränsas i östlig riktning av Mäljarbanan och i västlig riktning av Stockholmsvägen. Den västra delen är cirka 4,3 hektar (0,043 km²) stor och utformas för att möjliggöra uppförandet av ett resecentrum, flertalet bostadshus (740 lägenheter) samt handel. På andra sidan av Mäljarbanan ligger den östra delen av planområdet vilken är cirka 1,9 hektar (0,019 km²) stor. Inom den östra delen planeras för ett större parkeringshus och grönområden men inga bostäder eller andra verksamheter. Persontätheten inom den västra delen av planområdet kommer således bli markant högre jämfört med den östra delen.



Figur 2. Översiktsskiss av planområdet.

2.3 Mäljarbanan

Mäljarbanan sträcker sig från Stockholm via Västerås till Hovsta norr om Örebro. Banan utgörs förbi Bålsta av dubbelspår och trafikeras av både person- och godståg. På Mäljarbanan förekommer transporter av farligt gods. Det finns planer på att bygga ut den aktuella delsträckan av Mäljarbanan från dagens två spår till fyra spår.

Tabell 1. Trafikintensiteten för aktuell delsträcka av Mäljarbanan år 2014 (antal tåg per dygn) samt år 2030 för utbyggnadsalternativet. (10)

Tågtyp	Nuläge 2014	Utbyggnadsalternativ 2030
Persontåg	119	214
Godståg	6	7

2.4 Stockholmsvägen

Stockholmsvägen löper längs med planområdet och har en hastighetsbegränsning på 40 km/h. Vägen är en sekundär transportled för farligt gods, vilket innebär att vägen rekommenderas för transport av farligt gods från primär transportled av farligt gods till lokala avnämare längs vägen, men inte som genomfart. I Tabell 2 nedan redovisas årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) samt andelen tung trafik för Stockholmsvägen i nuläget samt för horisontår 2030. Trafikmängderna för horisontår 2030 baseras på en antagen årligt ökning av ÅDT på 1,5 %.

Tabell 2. ÅDT för Stockholmsvägen samt andel tung trafik i nuläget samt för horisontår 2030. (10)

	ÅDT	Andel tung trafik
Nuläge år 2015	8600	7 %
Horisontår 2030	11300	7 %

3 Omfattning av riskhantering och metod

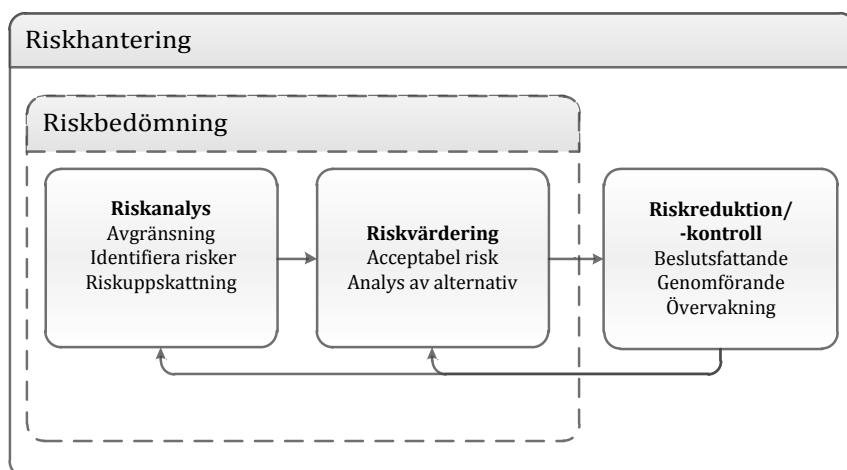
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

3.1 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 (7) (8), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 3. 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 3. 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.

3.2 Metod för riskinventering

Som ett första steg i denna riskbedömning genomfördes en riskidentifiering i syfte att identifiera möjliga riskkällor inom och i anslutning till planområdet samt övergripande bedöma vilka scenarier som kan tänkas påverka personsäkerheten inom planområdet. Riskinventeringen följer

områdesbeskrivningen i kapitel 2 och fokuserar på infrastruktur och verksamheter inom samt i anslutning till planområdet.

3.3 Metod för riskuppskattning

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport (13) beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägavsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga A.

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport (14) beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys. Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga A.

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

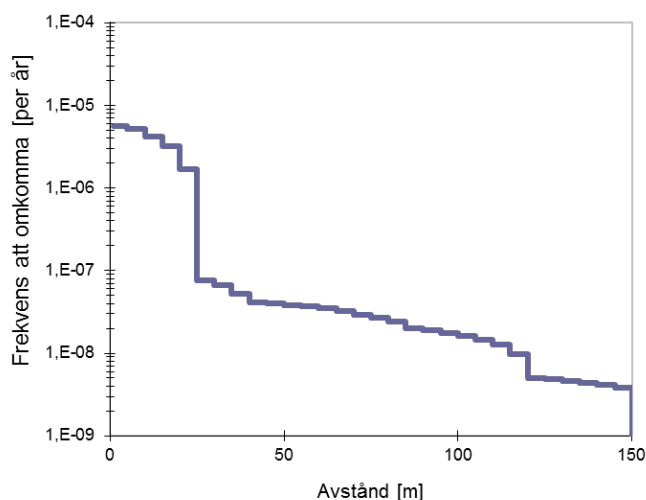
I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttan individrisk och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter.

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

3.3.1 Individrisk

Individriska är sannolikheten att omkomma för en person som kontinuerligt vistas på en specifik plats, t.ex. på ett visst avstånd från en industri eller transportled, oftast utomhus (15). Individriska är platspecifik och är oberoende av hur många personer som vistas i det givna området. Syftet med riskmättet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individriska kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 4.

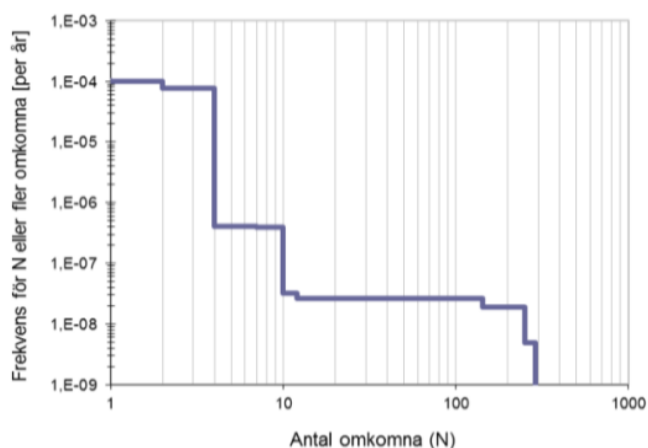


Figur 4. Exempel på individriskprofil.

3.3.2 Samhällsrisk

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

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 5, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.



Figur 5. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

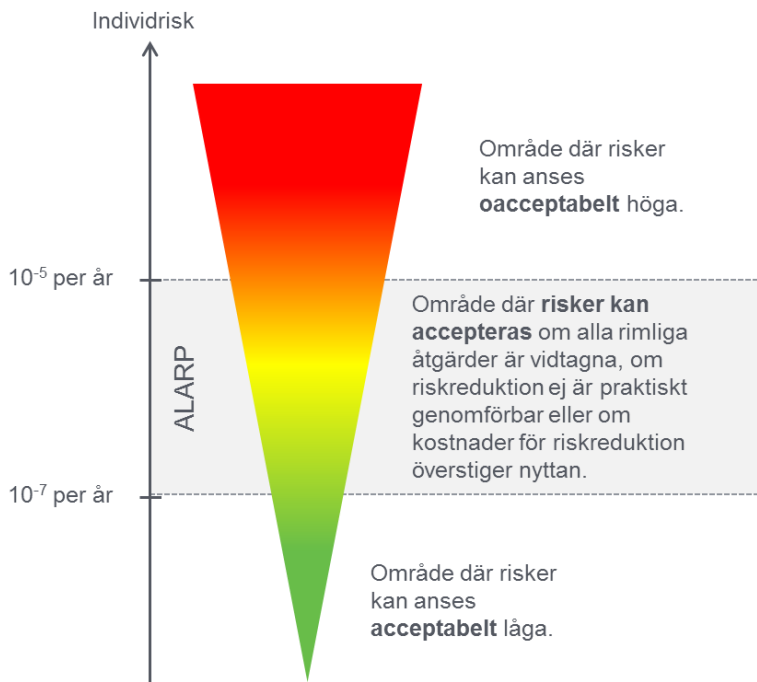
I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

3.4 Metod för riskvärdering

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

3.4.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på riskkriterier (15) gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 6.



Figur 6. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas (15):

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

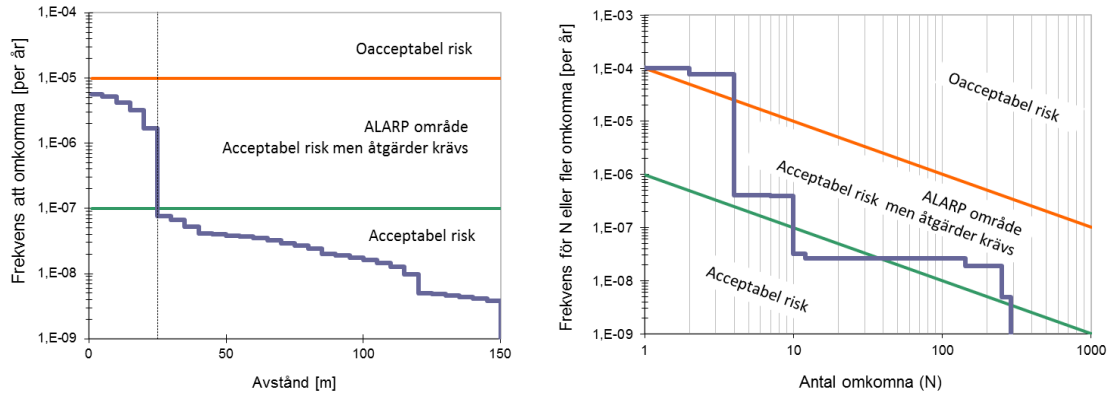
För individrisk föreslog DNV (15) följande kriterier:

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

För samhällsrisk föreslog DNV (15) följande kriterier:

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

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön, se Figur 7.



Figur 7. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (15).

I denna riskbedömning redovisas individrisknivå och samhällsrisk för aktuellt planområdet. Kriterierna för samhällsrisk i Figur 7 ovan är anpassade för en sträcka på 1 km. I denna riskbedömning studeras en järnvägs- respektive vägsträcka på 500 meter då detta bedöms mer representativt för planområdet. Detta medför en sänkning av samhällsriskkriterierna, varpå kriterierna sänks proportionerligt.

3.5 Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (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.

4 Riskidentifiering

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

4.1 Identifiering och beskrivning av riskkällor

Följande riskkällor har identifierats för det aktuella planområdet.

- Urspårning av gods- eller persontåg (Mälarbanan)
- Farligt gods transporter på järnväg (Mälarbanan)
- Farligt gods transporter på väg (Stockholmsvägen)

4.2 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.

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna av en urspårning är direkt beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. Urspårningar bedöms generellt ha ett konsekvensområde (med avseende på mekaniska skador) på maximalt cirka 30 meter från spåret, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom (4)

4.3 Farligt gods-transporter på järnväg

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 (17) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt de så kallade RID-S-systemen som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 3 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Utifrån beskrivningarna i Tabell 3 nedan samt statistik över transporterade mängder bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

Tabell 3. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

RID-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc.	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplösiva ämnen ger <u>skadeområde med uppemot 250 m radie</u> (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma båda inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplösiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie (20).
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, brinnande gasmoln eller BLEVE. <u>Konsekvensområden över 100-tals m.</u> Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt eller giftig rök. <u>Konsekvensområden vanligtvis inte större än 40 m för brännskador.</u> Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålning, giftig rök. <u>Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.</u>
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. <u>Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 150 m.</u>
6	Giftiga och smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. <u>Konsekvenserna begränsas till närområdet.</u>
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras ofta som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. <u>Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (21) (LC₅₀).</u> Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. <u>Konsekvenser begränsade till närområdet.</u>

Tabell 4. Fördelning mellan RID-S-klasser, Sverige år 2014. (12)

RID-S-klass	Andel (%)
Klass 1. Explosiva ämnen och föremål	0,015
Klass 2. Gaser	24,1
Klass 3. Brandfarliga vätskor	39,1
Klass 4. Brandfarliga fasta ämnen	3,2
Klass 5. Organiska peroxider och oxiderande ämnen	15,3
Klass 6. Giftiga ämnen, smittförande ämnen	2
Klass 7. Radioaktiva ämnen	0
Klass 8. Frätande ämnen	16,2
Klass 9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,1
Totalt	100

4.4 Farligt gods-transporter på väg

Stockholmsvägen är en sekundär transportled för farligt gods, vilket innebär att vägen rekommenderas för transport av farligt gods från primär transportled av farligt gods till lokala avnämare längs vägen. Den finns ingen statistik att tillgå över farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen. OKQ8s bensinstation drygt 400 meter sydväst om planområdet bedöms dock utgöra den enda avnämaren av farligt gods längs den aktuella delsträckan av Stockholmsvägen. Enligt den tidigare genomförda riskbedömningen uppgick antalet leveranser av drivmedel till bensinstationen som mest till 3 transporter/vecka alternativt uttryckt som 156 transporter/år (9). Benstationen hanterar bensin, diesel och etanol men ingen fordonsgas (31). Farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen antas därmed enbart utgöras av brandfarlig vätska (ADR-S-klass 3).

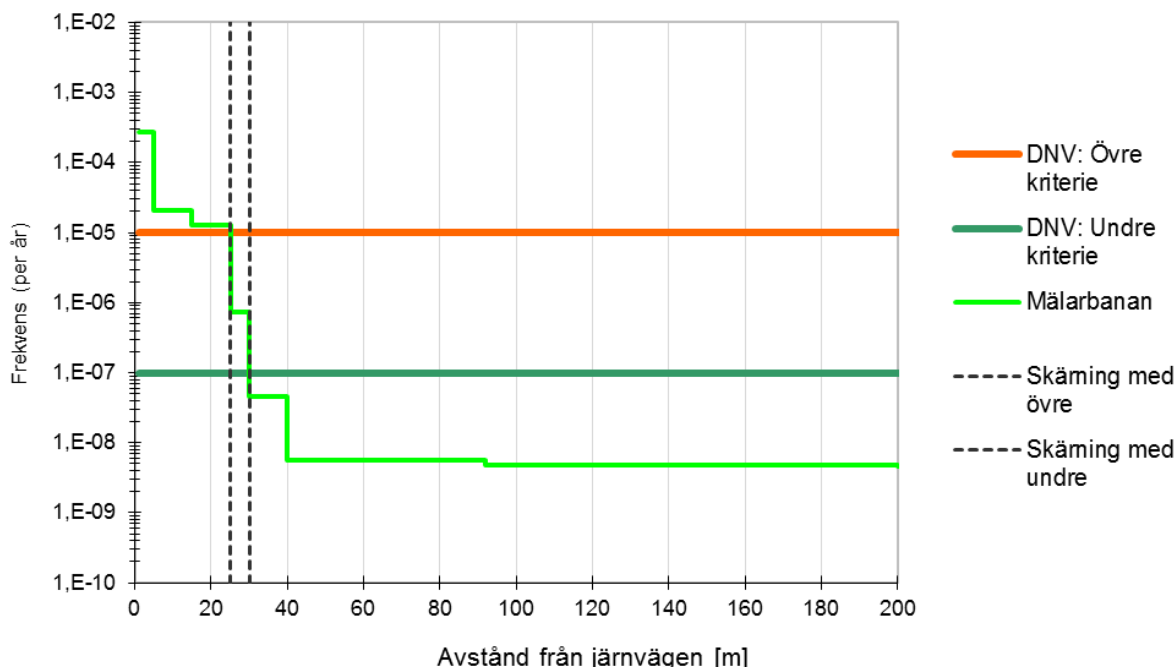
5 Riskuppskattning och riskvärdering

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

5.1 Risknivå

5.1.1 Individrisknivå med avseende på järnvägen

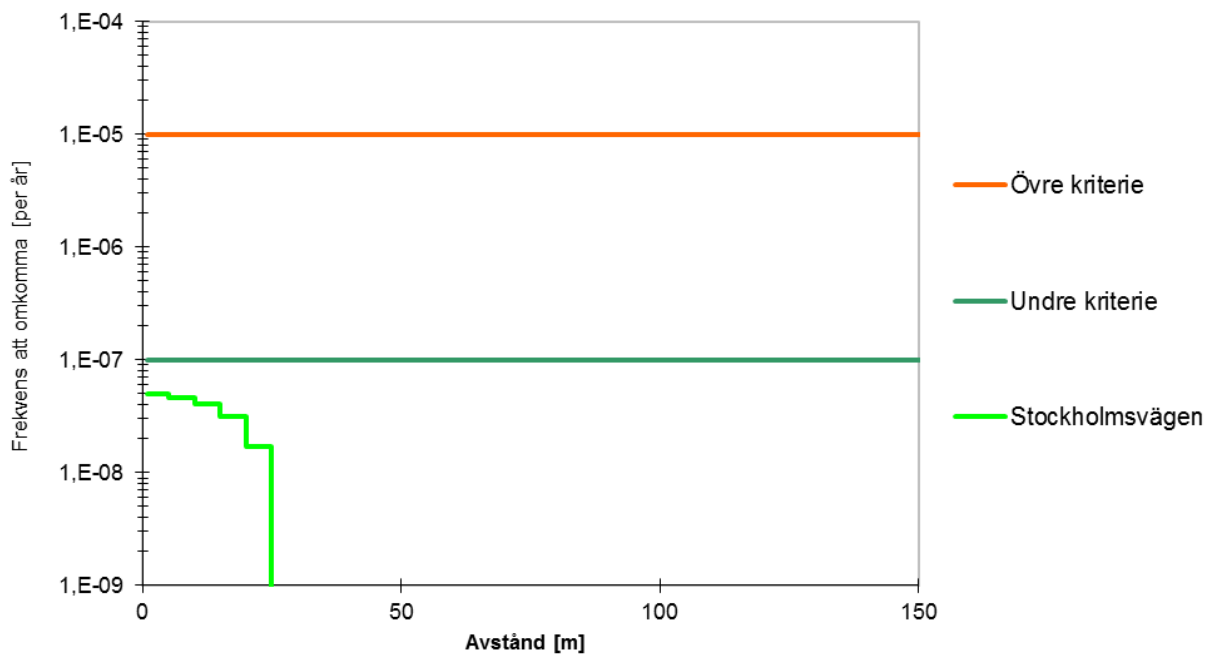
Individrisken i anslutning till Mäljarbanan redovisas nedan i form av individriskprofiler, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan (järnvägen). Övre gräns för område där risker endast under vissa förutsättningar kan tolereras markeras med röd linje, övre gräns för område där risker kan kategoriseras som små markeras med grön linje. Området där emellan är det s.k. ALARP-området, där en risk kan värderas som acceptabel om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas.



Figur 8. Individrisknivå med avseende på urspårning och farligt gods-transporter på Mäljarbanan med 2014 års trafikflöden.

I Figur 8 illustreras individrisknivån längs järnvägen. Beräkningarna visar att individrisken ligger inom oacceptabla nivåer upp till 25 meter från spåret. Mellan 25 och 30 meter från spåret ligger individrisken inom ALARP-området. Bortom 30 meter från järnvägen ligger individrisken inom acceptabla nivåer.

5.1.2 Individrisknivå med avseende på Stockholmsvägen

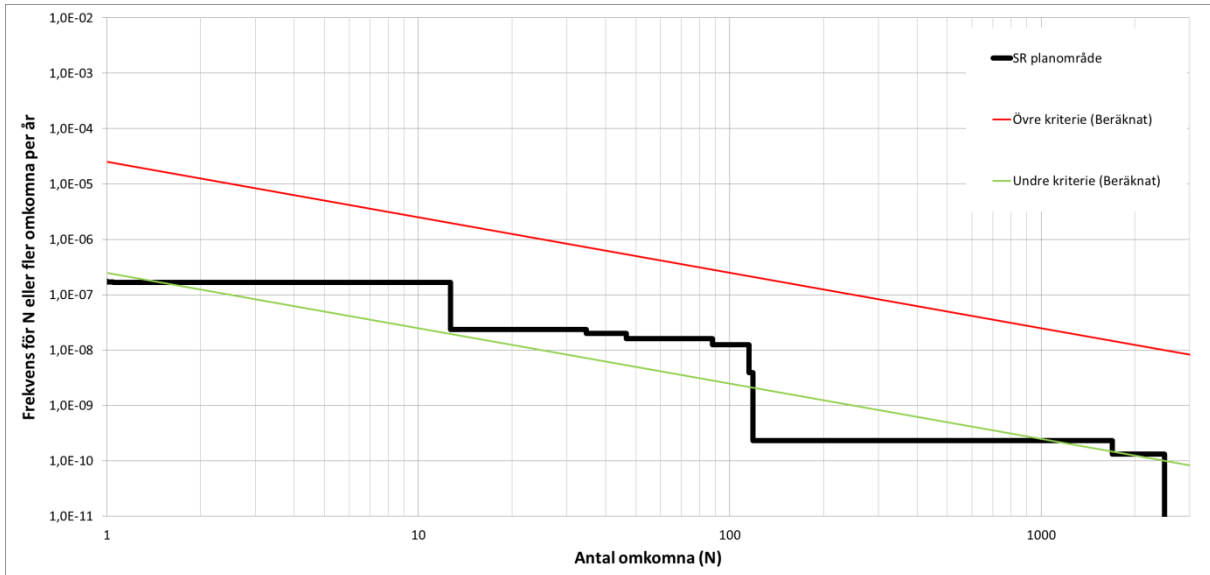


Figur 9. Individrisknivå med avseende på farligt gods transportererna på Stockholmsvägen med 2015 års trafikflöden.

I Figur 9 illustreras individrisknivån längs Stockholmsvägen. Beräkningarna visar att individrisknivån ligger helt inom acceptabla nivåer.

5.1.3 Samhällsrisknivå (grupprisk) med avseende på järnvägen

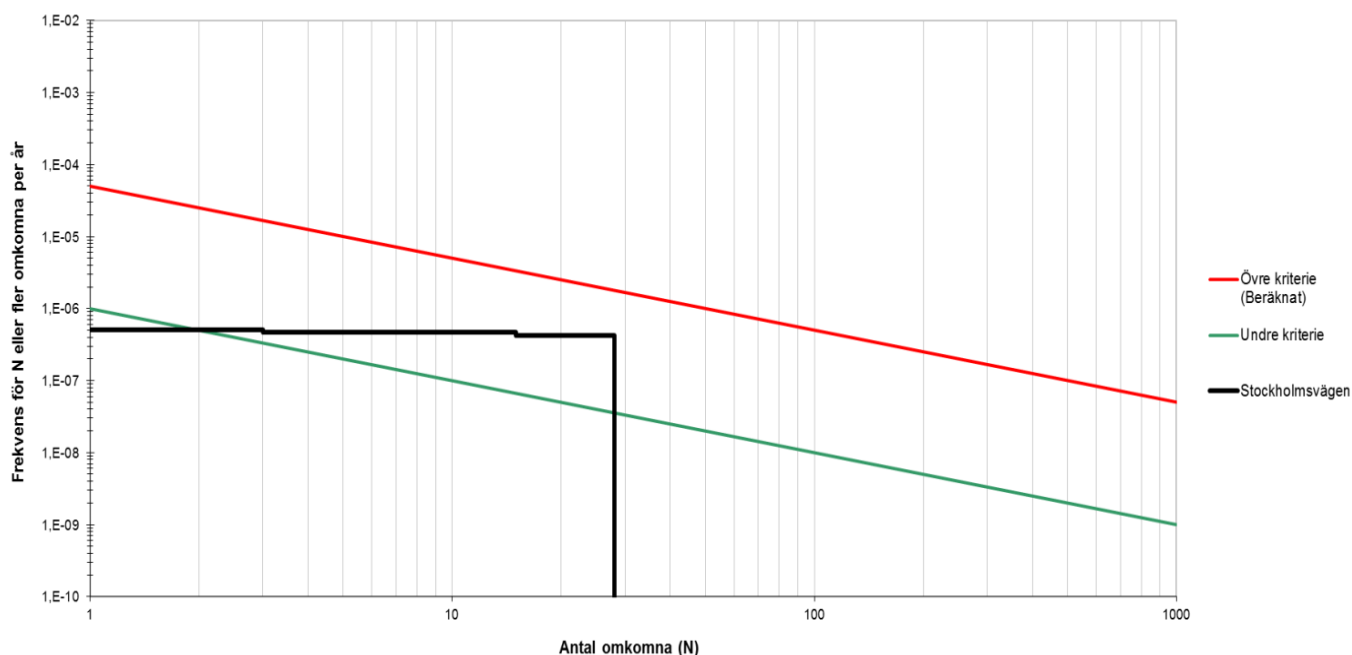
Samhällsriskens redovisas i form av en F/N-kurva, som illustrerar hur ofta olyckor sker som funktion av antal omkomna personer. Precis som för individrisken markeras övre och nedre gräns för ALARP-området med röd respektive grön linje. Notera att kriterierna är anpassade för ett ensidigt 500 meter långt planområde längs farligt gods-leden (Mälarbanan).



Figur 10. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Mälarbanan med 2014 års trafikflöden.

I Figur 10 illustreras samhällsrisknivån för aktuellt planområde längs Mälarbanan. Beräkningarna indikerar att samhällsrisknivån i anslutning till Mälarbanan till stor del ligger inom ALARP-området. Med anledningen av att samhällsrisknivån ligger inom ALARP-området skall behovet av riskreducerande åtgärder utredas.

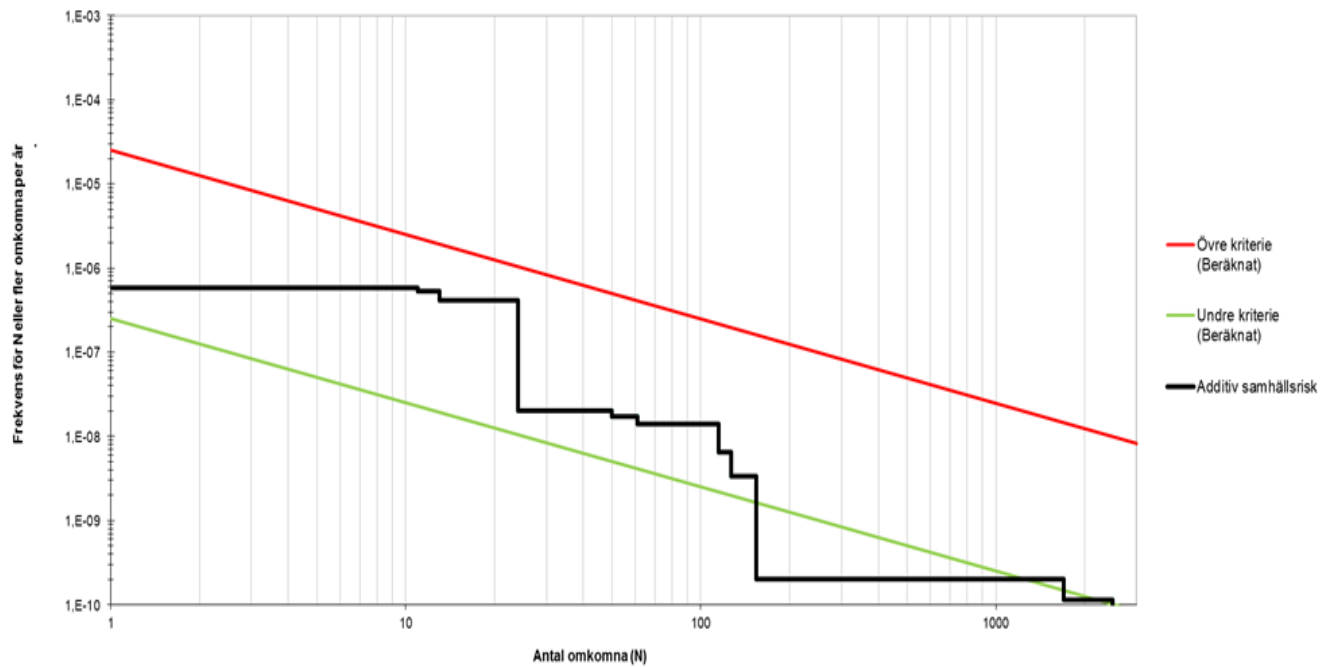
5.1.4 Samhällsrisknivå (grupprisk) med avseende på Stockholmsvägen



Figur 11. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Stockholmsvägen med 2015 års trafikflöden.

I Figur 10 illustreras samhällsrisknivån för aktuellt planområde längs Stockholmsvägen. Beräkningarna indikerar att samhällsrisknivån i anslutning till Stockholmsvägen ligger inom den övre halvan av ALARP-området. Med anledningen av att samhällsrisknivån ligger inom ALARP-området skall behovet av riskreducerande åtgärder utredas.

5.1.5 Samhällsrisk (grupprisk) för planområdet



Figur 12. Samhällsrisknivån avseende farligt gods-transporterna både på Mäljarbanan och Stockholmsvägen.

I Figur 12 ovan syns den samhällsrisknivån som de båda transportlederna tillsammans ger upphov. Beräkningarna indikerar att vissa delar av den samhällsrisknivån ligger högt inom ALARP-området. Med anledningen av att samhällsrisknivån ligger inom ALARP-området skall riskreducerande åtgärder vidtas. Notera att kriterierna är anpassade för ett ensidigt planområde 500 meter långt planområde längs farligt gods-leden (Mäljarbanan).

6 Riskreducerande åtgärder

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

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

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

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

6.1 Åtgärdsgrupper med stöd i PBL

I detta avsnitt redogörs för och beskrivs olika riskreducerande åtgärder som kan tillämpas för aktuellt planområde. I avsnitt 6.2 som följer sammanfattas de riskreducerande åtgärder som bedöms bli nödvändiga inom de aktuella planområde för att uppnå en acceptabel risknivå.

Åtgärderna sorteras efter hur de förhåller sig till byggskedet enligt:

Åtgärder före byggskedet eller vid sidan av en byggnad – markåtgärder. Markåtgärderna delas in i markåtgärder respektive separations/barriäråtgärder.

Åtgärder förknippade med byggskedet – byggnadsåtgärder. Byggnadsåtgärder delas in i utformningsåtgärder och fasadåtgärder.

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

Markåtgärder - dike

Dike anordnas med syfte att samla upp utsläpp. Åtgärden kan reducera konsekvensen av pölbrand, eftersom diket samlar upp vätskeutsläpp. Åtgärden kan med fördel kombineras med vall. Dikets djup och bredd bör utredas i detalj för att anpassa den riskreducerande effekten.

Separations-/ barriäråtgärder

Skyddsavstånd

Åtgärden innebär att skyddsvärt objekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. Inom ett skyddsavstånd kan mindre störningskänsliga verksamheter finnas, liksom skyddsanordningar, t.ex. vall och plank. Skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder. Åtgärden är mest effektiv på korta avstånd, och effektiviteten avtar med avståndet.

Vall

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

Mur eller plank

Mur eller plank har liknande riskreducerande effekt som vall, och mur eller plank väljs ofta som alternativ i de fall utrymmet mellan riskkälla och planområde inte är tillräckligt för en vall., förutsatt erforderlig höjd och grundläggning.

Utformningsåtgärder

Disposition av byggnad

Användning av olika delar i en byggnad kan bestämmas, t.ex. för delar som är särskilt riskexponerade. (22). 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. Dock kan åtgärden möjligen förbises vid ändring av byggnaden, och tillförlitligheten är sådant fall tveksam. Dessutom innebär åtgärden uppenbarligen en begränsning av byggnadens användning.

Placering av friskluftsintag

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

Fasadåtgärder

Begränsning av fönsterarea

Åtgärden innebär att fönsterarean, inklusive så kallad öppningskomplettering (dörr, port, glasparti) i en fasad begränsas till en viss andel av fasadarean. Även fasade helt utan fönster och öppningar kan anges. Färre öppningar innebär att fasadens svagaste konstruktionsdel minskas, och vid explosioner minskas exponering för tryckvåg och splitter med färre öppningar. Även giftigt inläckage i byggnader förväntas vara mindre. Dock kan åtgärdens effektivitet förväntas vara låg, eftersom de fönster som ändå finns kan vara öppna och medge inläckage. Åtgärden innebär dessutom en möjligen oönskad begränsning av planlösningsmöjligheter, eftersom dagsljusinsläpp begränsas.

Brandskyddad fasad

Åtgärden innebär att fasad, inklusive fönster och dörrar utförs i brandteknisk klass, samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet. Fasader utförda i brandteknisk klass ska förhindra brandspridning genom väggen under en viss tid, beroende på brandens intensitet. Denna åtgärd betyder dock inte att fasaden inte kan antändas eller att brandspridning inte kan ske via fasaden till vind eller liknande. Därför kan åtgärden behöva kompletteras med krav på svårantändlighet, och därmed krav på fasadmateriäl. Brandskyddad fasad fördröjer således brandspridning vidare in i en byggnad. Dessutom reduceras inträngning av giftiga gaser, eftersom brandklassade fönster endast öppnas med nyckel, men liksom i fallet ovan, med begränsning av fönsterarea, är åtgärdens effektivitet tveksam, eftersom andra öppningar kan finnas. Åtgärden kan regleras med detaljplan, och bör då införas som funktionsbaserad bestämmelse, eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.

6.2 Sammanfattning av rekommenderade åtgärder för aktuellt planområde

Baserat på den beräknade riskpåverkan som Mäljarbanan ger upphov till för aktuellt planområdet rekommenderas att följande riskreducerande åtgärder vidtas:

- Nyetablering av byggnader/verksamheter undviks inom 30 meter från det yttersta spåret. Om etablering likväl sker bör detta i första hand utgöras av byggnader/platser med låga personantal och ingen stadigvarande vistelse (exempelvis parkeringsplatser).
- Om de planerade flerbostadshusen har mekanisk tilluft bör det säkerställas att möjligheten till manuell avstängning finns. Behov av möjlighet till avstängning kan uppstå vid brand på järnvägen eller vid ett utsläpp av brandfarlig eller giftig gas.
- Friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från järnvägen. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar därmed konsekvensen av utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser inomhus. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar.
- De husfasader inom planområdet som står närmst och inom 40 meter från järnvägen utförs i brandteknisk klass EI 30. Åtgärden omfattar även att fönster och dörrar i fasaden utförs i brandteknisk klass EI 30, samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet.
- Utrymningsvägar från de planerade flerbostadshusen bör utformas så att det blir möjligt att utrymma bort från järnvägen vid en olycka.

Rekommenderade skyddsåtgärder vid en eventuell utbyggnad av Mäljarbanan:

- Som alternativ till skyddsavstånd kan en vall eller mur anläggas mellan Mäljarbanan och planområdet efter utbyggnaden. Muren/vallen bör förläggas på de ställen där avståndet mellan byggnader och yttersta spår efter utbyggnaden understiger 30 meter. En vall eller mur innebär en fysisk barriär som skyddar byggnaderna vid urspärning av tåg. Skyddsbarriär är en robust lösning med hög tillförlitlighet och lång livslängd. Den ska dimensioneras efter de krafter som ett urspärat tåg ger upphov till och utformas så att den på ett mjukt sätt fångar upp urspärade fordon.

Baserat på den riskpåverkan som farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen ger upphov till lämnar WSP följande rekommendationer:

- OKQ8:s bensinstation flyttas. All farligt gods transport på Stockholmsvägen orsakas av OKQ8s bensinstation. En flytt av bensinstationen skulle således helt eliminera riskerna orsakade av farligt gods transport på vägen. Bensinstationen i sig kommer även utgöra en riskkälla för närliggande fastigheter inom de planområden som omfattas av etapp 2 och 3 (4).

- Om flytt av bensinstationen ej är möjligt föreslås istället att de fasader på nya byggnaderna som uppförs närmst Stockholmsvägen utförs i brandteknisk klass EI 30 likhet med den rekommendation som föreslås ovan för fasader närmast Mälarbanan.

7 Diskussion

I detta kapitel resoneras kring vilka osäkerheter föreligger analysen och hur dessa hanteras i känslighetsanalyser samt hur en eventuell spårutbyggnad hade påverkat riskbilden längs Mäljarbanan. Avslutningsvis diskuteras kring under vilka förutsättningar resultaten från genomförd riskbedömning nyttjas när övriga etapper planläggs.

7.1 Identifiering av osäkerheter

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som generellt är 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 skadesscenario.

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. (22)

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. (22)

7.2 Känslighetsanalyser

I denna riskbedömning har ett flertal känslighetsanalyser genomförts för att undersöka hur resultaten från analysen påverkas när ingångsvärdena varierar. De ingångsparametrar som bedöms kunna ha störst påverkan på resultaten i analysen är följande:

- Persontätheten inom planområdet och de centrala delarna av Bålsta
- Omfattningen av farligt gods-transporter på Mäljarbanan.
- Trafikökning vid en eventuell spårutbyggnad av Mäljarbanan

I Bilaga F finns en fullständig redogörelse för hur känslighetsanalysen har genomförts och inom vilka spann ingångsparametrarna till analysen har varierats. Slutsatsen från genomförd känslighetsanalys är resultaten robusta även för relativt stora öknings av farligt gods-transporterna på Mäljarbanan förbi

planområdet sett till dagens nivåer. Likaså visar känslighetsanalysen att samhällrisken är robust med avseende på ökning av persontätheten inom planområdet och de centrala delarna av Bålsta. Farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen förväntas inte öka då OKQ8:s bensinstation utgör den enda avnämaren på den aktuella delsträckan av Stockholmsvägen.

7.3 Implikationer vid en eventuell utbyggnad av järnvägen

Känslighetsanalysen visar att risknivåerna för planområdet inte påverkas nämnvärt vid en eventuell spårutbyggnad. Ökningen av persontågstrafiken medför att urspårningsrisken på sträckan ökar. Den ökade urspårningsrisken har dock endast en marginell påverkan på resultaten då individrisknivån redan i dagsläget är oacceptabelt hög inom 0-25 meter från spåret. Viktigt att poängtera är dock att denna slutsats endast är giltig givet att skyddsavståndet på 30 meter mellan fastigheterna och det yttersta spåret bibehålls även efter utbyggnaden. Om skyddsavståndet efter utbyggnaden understiger 30 meter kommer ett flertal fastigheter inom planområdet hamna inom konsekvensavståndet för mekanisk åverkan vid en urspårning.

Som alternativ till skyddsavstånd kan en vall eller mur anläggas mellan Mäljarbanan och planområdet efter utbyggnaden. Muren/vallen bör förläggas på de ställen där avståndet mellan byggnader och yttersta spår efter utbyggnaden understiger 30 meter.

7.4 Resultatens giltighet avseende övriga etapper

Den aktuella detaljplanen ingår i ett större stadsutvecklingsprojekt som syftar till att förtäta och utveckla de centrala delarna av Bålsta. Projektet kommer genomföras i nio etapper och bedöms resultera i totalt cirka 2000 nya lägenheter samt verksamheter inom ett 60 hektar (0,6 km²) stort område. Inom etapp 1 planeras för 740 nya lägenheter, dvs. drygt 37 % av det totala antalet nya lägenheter som stadsutvecklingsprojektet förväntas medföra. Sammanvägt med att det studerade planområdet enbart utgör cirka 10 % (0,062 km²) av den totala ytan så kommer sannolikt persontätheten inom etapp 1 vara högre jämfört med övriga etapper. Implikationen blir således att samhällsrisken för övriga etapper troligtvis kommer vara lägre än den beräknade i Figur 12.

I likhet med det studerade planområdet inom etapp 1 så ligger planområdena inom etapp 2, 3 och 8 mellan de två riskkällorna, Mäljarbanan och Stockholmsvägen. Individrisknivån avseende Mäljarbanan och Stockholmsvägen för dessa etapper är identisk med den beräknade i Figur 8 och Figur 9. Planområdet inom etapp 9 utsätts enbart för riskpåverkan från Mäljarbanan. Då risknivåerna för dessa etapper (2, 3, 8, 9) är direkt jämförbara med de beräknade i kapitel 5 rekommenderas att de riskreducerande åtgärder som föreslås i avsnitt 6.2 även implementeras inom dessa etapper.

Planområdena inom etapp 4, 5, 6 och 7 ligger öster om Stockholmsvägen och cirka 120 meter från Mäljarbanan. Avståndet från Mäljarbanan överstiger konsekvensavstånden för mekanisk påverkan vid urspårning samt flera av de olycksscenarioer med farligt gods som studeras. Givet att transporterna av brandfarlig vätska på Stockholmsvägen genererar en samhällsrisk som ligger inom ALARP föreslås dock att de fasader på nya byggnaderna som uppförs närmst Stockholmsvägen utförs i brandteknisk klass EI30.

8 Slutsatser

Resultatet av genomförd riskbedömning indikerar att:

- Individrisken ligger inom oacceptabla nivåer upp till 25 meter från Mäljarbanan. Mellan 25 till 30 meter från Mäljarbanan ligger individrisken inom ALARP-området. Bortom 30 meter från järnvägen ligger individrisken inom acceptabla nivåer.
- Individrisken längs Stockholmsvägen ligger helt inom acceptabla nivåer.
- Beräkningarna indikerar att delar av samhällsrisknivån ligger högt inom ALARP-området men tangerar aldrig det övre kriteriet.

Baserat på ovanstående resultat lämnar WSP följande rekommendationer avseende den riskpåverkan som Mäljarbanan ger upphov till:

- Nyetablering av byggnader/verksamheter undviks inom 30 meter från det yttersta spåret. Om etablering likväl sker bör detta i första hand utgöras av byggnader/platser med låga personantal och ingen stadigvarande vistelse (exempelvis parkeringsplatser).
- Om de planerade flerbostadshusen har mekanisk tilluft bör det säkerställas att möjligheten till manuell avstängning finns.
- Friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från järnvägen. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet.
- De husfasader inom planområdet som står närmst och inom 40 meter från järnvägen utförs i brandteknisk klass EI 30 samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet
- Att utrymningsvägar från de planerade flerbostadshusen bör utformas så att det blir möjligt att utrymma bort från järnvägen vid en olycka.

Rekommenderade skyddsåtgärder vid en eventuell utbyggnad av Mäljarbanan:

- Som alternativ till skyddsavstånd kan en vall eller mur anläggas mellan Mäljarbanan och planområdet efter utbyggnaden. Muren/vallen bör förläggas på de ställen där avståndet mellan byggnader och yttersta spår efter utbyggnaden understiger 30 meter.

Baserat på den riskpåverkan som farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen ger upphov till lämnar WSP följande rekommendationer:

- Att OKQ8:s bensinstation flyttas. All farligt gods transport på Stockholmsvägen orsakas av OKQ8s bensinstation. En flytt av bensinstationen skulle således helt eliminera riskerna orsakade av farligt gods transport på vägen. Bensinstationen i sig kommer även utgöra en riskkälla för närliggande fastigheter inom de planområden som omfattas av etapp 2 och 3.
- Om flytt av bensinstationen ej är möjligt föreslås istället att de fasader på nya byggnaderna som uppförs närmst Stockholmsvägen utförs i brandteknisk klass EI 30 samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet.

Baserat på genomförd riskbedömning av etapp 1 resecentrum och Bålsta stationsområde lämnas följande rekommendationer avseende planläggning av övriga etapper:

- I likhet med det studerade planområdet inom etapp 1 så ligger planområdena inom etapp 2, 3 och 8 mellan de två riskkällorna, Mäljarbanan och Stockholmsvägen. Planområdet inom etapp 9 utsätts enbart för riskpåverkan från Mäljarbanan. Riskbilden för dessa planområden bedöms vara jämförbar med den beräknade för etapp 1. WSP rekommenderar därmed att de riskreducerande åtgärder som föreslås för planområdet inom etapp 1 även vidtas för planområdena inom etapp 2, 3, 8 och 9.

- Planområdena inom etapp 4, 5, 6 och 7 ligger öster om Stockholmsvägen och cirka 120 meter från Mäljarbanan. Avståndet från Mäljarbanan överstiger konsekvensavstånden för mekanisk påverkan vid urspårning samt flera av de olycksscenario med farligt gods som studeras. Givet att transporterna av brandfarlig vätska på Stockholmsvägen genererar en samhällsrisik som ligger inom ALARP föreslås dock att de fasader på nya byggnaderna som uppförs närmst Stockholmsvägen utförs i brandteknisk klass EI30.

Bilaga A. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som ligger till grund för kommande bedömningar och beräkningar.

A.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport (13) presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och- transportforskningsinstitutets rapport (19) och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används det uppskattade trafikflödet år 2015 och det prognostiserade trafikflödet för år 2030 (10).

Tabell 5. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klass 3 transporter på aktuell delsträcka av Stockholmsvägen för respektive undersökt alternativ.

	Nuläge 2015	Horisontår 2030
ÅDT	8600	11300
Hastighetsgräns	40 km/h	40 km/h
Andel tung trafik	7 %	7 %
Olyckskvot	1,2	1,2
Andel singelolyckor	0,15	0,15
Index för FG-olycka	0,03	0,03
Antal FG-transporter per dygn	0,4	0,4
Förväntat antal olyckor per år där ett FG-fordon är involverat	$3,46 \cdot 10^{-4}$	$3,21 \cdot 10^{-4}$

A.2. Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna

Den finns ingen statistik att tillgå över farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen. OKQ8s bensinstation nordväst om planområdet bedöms dock utgöra den enda avnämaren av farligt gods längs den aktuella delsträckan av Stockholmsvägen. Enligt den tidigare genomförda riskbedömningen uppgick antalet leveranser av drivmedel till bensinstationen som mest till 3 transporter/vecka alternativt uttryckt som 156 transporter/år (9). Benstationen hanterar bensin, diesel och etanol men ingen fordonsgas (31). Farligt gods-transporterna på Stockholmsvägen antas därmed enbart utgöras av brandfarliga vätskor (ADR-S-klass 3).

Bilaga B. Frekvensberäkningar och konsekvensavstånd för farligt gods-transporterna på väg

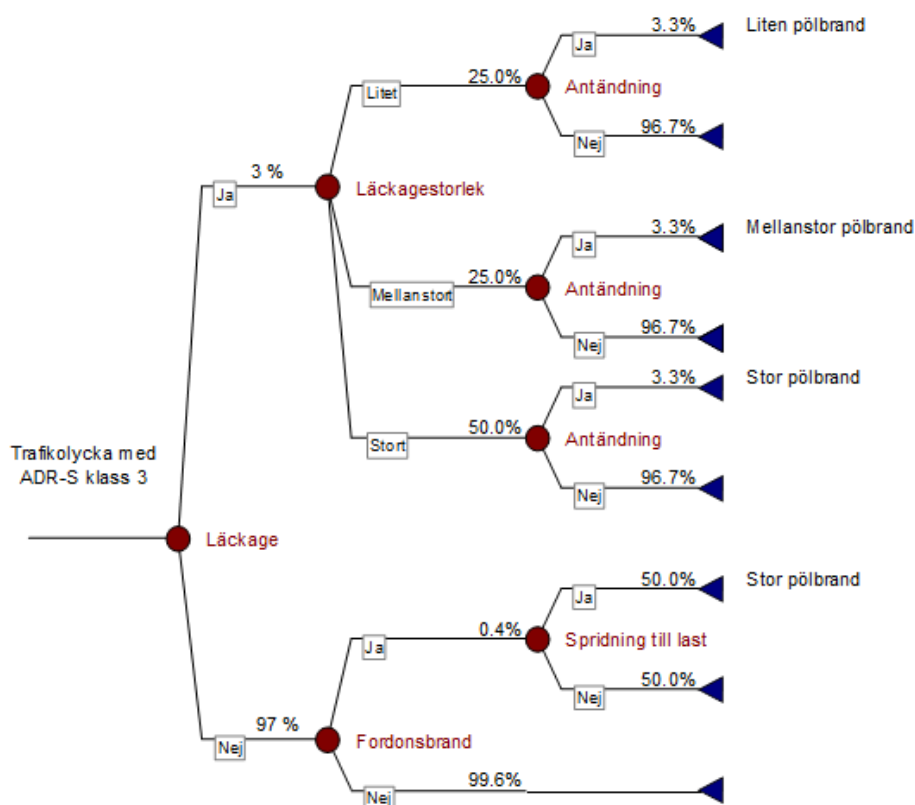
I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 500 meter lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med hjälp av händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

B.1. ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

B.1.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 13 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 13. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

B.1.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 3% (17).

B.1.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset (47) (48). Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % (13). De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

B.1.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 (49). Sannolikheten för antändning av läckage med diesel på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, medan sannolikheten för antändning av ett bensinläckage är större. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska vara bensin. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % (37).

B.1.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

B.2. Ackumulerad olyckspåverkan

Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i avsnittet nedan)

B.3. ADR-S klass 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad (35) (61).

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

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar (35). I **Fel! Hittar inte referensskälla.** redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

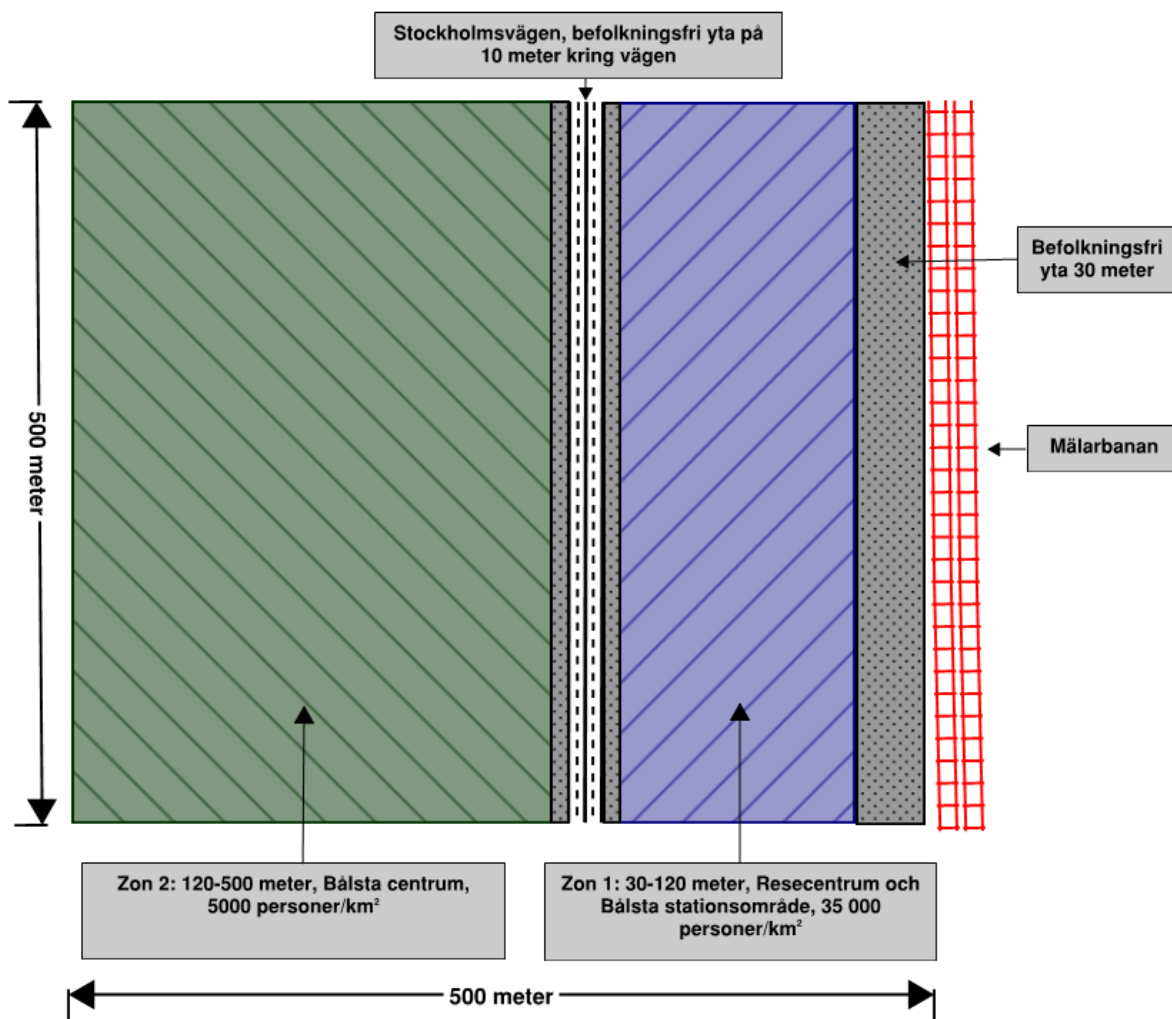
Tabell 6. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning > 15 kW/m ² från pölkant
Litet utsläpp	50 m ²	12 m
Mellanstort utsläpp	200 m ²	22,5 m
Stort utsläpp	400 m ²	30 m

Bilaga C. Konsekvensberäkningar

C.1. Persontäthet

I samhällsrisikberäkningar uppskattas hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring järnvägen. Riskbedömningen grundar sig på att analysera konsekvenserna för olyckor på Mäljarbanan från centrum av det aktuella planområdet samt åt 500 meter i sydvästligt riktning mot Bålsta centrum (se Figur 14 nedan).



Figur 14. Zonindelning med avseende på varierande persontäthet kring riskkällorna (Mäljarbanan och Stockholmsvägen). Avstånd är uppmätta från Mäljarbanan.

Befolkningsfri yta, 0-30 meter: Enligt planförslaget planläggs marken närmst spåren som prickmark (8). Ingen stadigvarande vistelse antas förekomma mellan 0 och 30 meter från Mäljarbanan. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisken. Implikationen blir att olycksscenarioer med konsekvensavstånd som understiger 30 meter (exempelvis urspärning) inte får något genomslag i samhällsrisken. För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmåttet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

Zon 1, 30-120 meter: Denna zon avser den västra delen av det aktuella planområdet resecentrum och Bålsta stationsområde (se REF_Ref458069134 \h Figur 2). Området är cirka 4,3 hektar (0,043 km²) stort och utformas för att möjliggöra uppförandet av ett resecentrum, flertalet bostadshus (740

lägenheter) samt handel. Varje lägenhet inom planområdet antas rymma två personer vilket resulterar i en uppskattad persontäthet på ca 35 000 personer/km² ($= (2 \cdot 740) / 0,043$). Den beräknade persontäthet avseende de boende inom planområdet bedöms vara representativ under nattetid då majoriteten av de boende kan förväntas vara hemma. Persontätheten avseende de boende inom planområde kan antas vara längre under dagtid då flertalet kommer befinna sig på sina arbetsplatser. Inom planområdet planeras dock för ett resecentrum och andra verksamheter vilket bedöms resultera i en hög persontäthet även under dagtid. Givet föregående resonemang antas persontätheten inom planområdet vara samma både dagtid och nattetid och ansätts till 35 000 personer/km².

Zon 2, 120-500 meter: Denna zon, parallell med aktuellt planområde, representerar övriga delar av Bålsta centrum som kan påverkas vid en olycka på järnvägen. Persontätheten i Bålsta var år 2010 ca 1400 personer/km² (65). Persontätheten för de centrala delarna av Bålsta kan dock antas var högre än den genomsnittliga för hela tätorten och ansätts vid beräkningarna till 5 000 personer/km².

Stockholmsvägen:

För Stockholmsvägen antas en befolkningsfri yta på 10 meter på båda sidorna av vägen vid konsekvensberäkningarna vilket överensstämmer med plankartan då detta område planläggs som prickmark (8). Ingen stadigvarande vistelse antas därmed förekomma mellan 0-10 meter från Stockholmsvägen.

C.2. Skyddsfaktor för individer som befinner sig inomhus

Andelen individer inom planområdet som antas befinna sig utomhus dagtid respektive nattetid baseras på riktvärden från RIKTSAM (3). Vid ett utsläpp av giftig gas löper individer som befinner sig inomhus en mindre risk att omkomma. I CPR 18E antas individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas (29). Skyddsfaktorn för individer som befinner sig inomhus när utsläppet inträffar har i denna riskbedömning har ansatts till 80 %.

Tabell 7. Persontätheten inom respektive zon samt andelen individer (3) som förväntas befinna sig utomhus vid konsekvensberäkningarna avseende ett utsläpp av giftig gas på järnvägen.

Zon 1: Resecentrum och Bålsta stationsområde	
Persontäthet dagtid	35 000 personer/km ²
Persontäthet nattetid	35 000 personer/km ²
Andel som antas befinna sig utomhus dagtid	10 %
Andel som antas befinna sig utomhus nattetid	1 %
Zon 2: Bålsta centrum	
Persontäthet dagtid	5 000 personer/km ²
Persontäthet nattetid	5 000 personer/km ²
Andel som antas befinna sig utomhus dagtid	10 %
Andel som antas befinna sig utomhus nattetid	1 %

Bilaga D. Frekvens- och sannolikhetsuppskattningar

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* (62). 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.

D.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 500 meter.
- Totalt antal tåg som passerade den studerade sträckan under år 2015 som skattningen avser var 45 656 tåg/år (10).
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan år 2030 givet en spårutbyggnad förväntas vara 80 720 tåg/år (10).
- Totalt antal vagnar som passerade den studerade sträckan under år 2015 som skattningen avser 341 509 (vagnar/år).
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan år 2030 givet en spårutbyggnad förväntas vara 590 609 (vagnar/år).

Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.

- Antal växlar på den studerade sträckan antas till 2 st.

D.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 8 (62):

Tabell 8. 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

D.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 (62) och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

D.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet finns inga plankorsningar.

D.1.4 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas till $2,57 \cdot 10^{-4}$ per år med formeln:

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

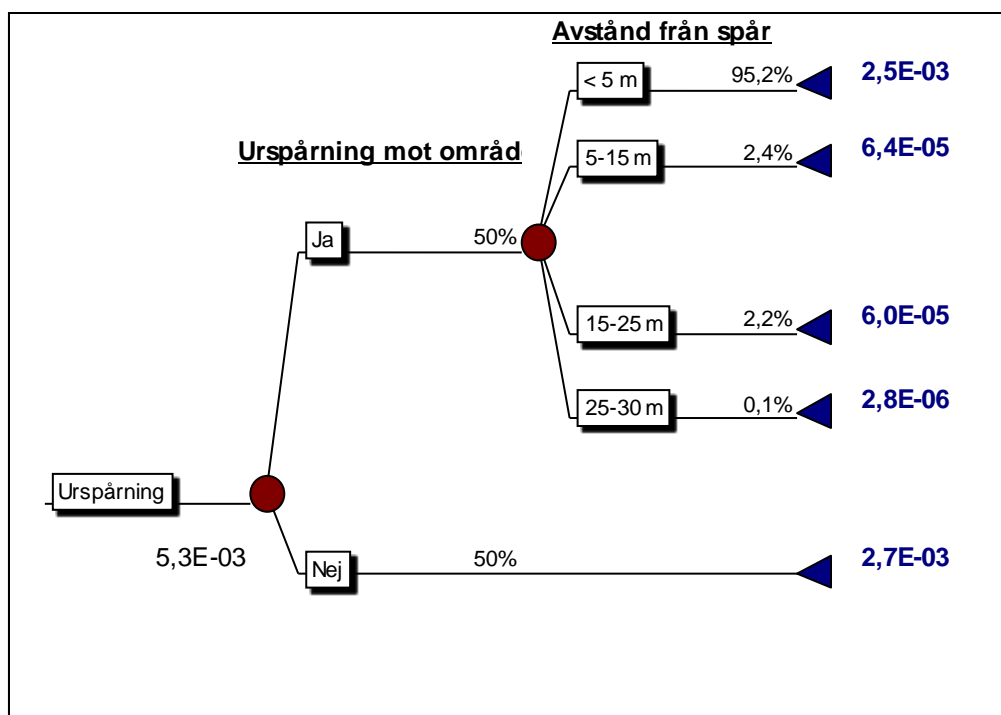
D.1.5 Avstånd från spår för urspårande vagnar

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 9 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar (95 % persontåg och 5 % godståg för år 2015, 97 % persontåg och 3 % godståg för horisontår 2030) (62).

Tabell 9. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar vid 2015 års trafikflöden.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Medel	77,18%	18,06%	2,40%	2,24%	0,11%

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten (63). Enligt Tabell 9 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 15.



Figur 15. Händelsetråd med sannolikheter för urspårningar för år 2015.

D.2. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

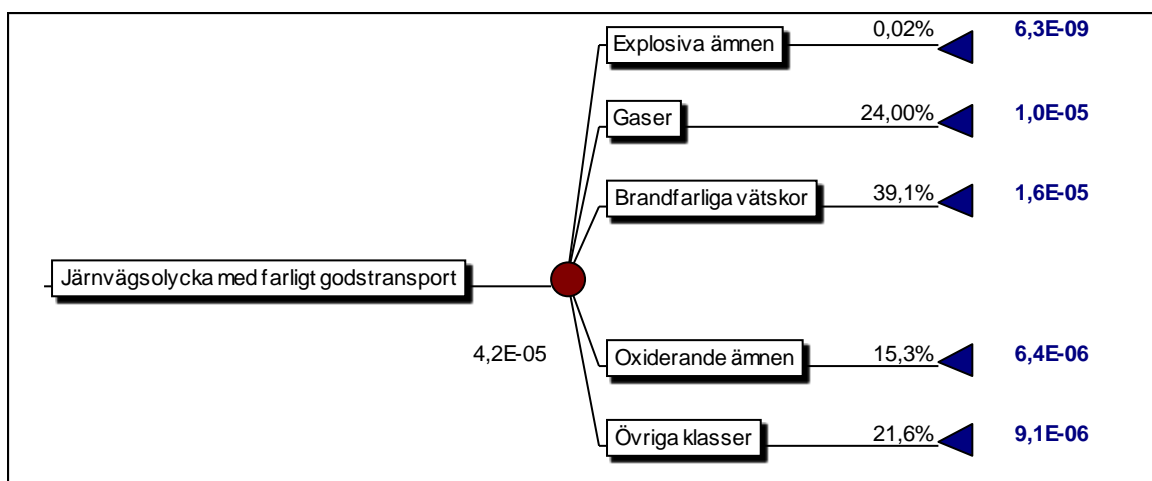
Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande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

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt D.1.4 beräknad till $2,57 \cdot 10^{-4}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar (64). Farligt gods-vagnar antas utgöra 5 % av det totala antalet godsvagnar. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1-(1-X)^{3,5}$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka $4,22 \cdot 10^{-5}$ per år med 2014 års trafikflöden.

I händelseträdet, se Figur 16, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella farligt gods-klasser inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass.



Figur 16. Händelseträd med sannolikhet för olycka med farligt gods med använd nationell fördelning för år 2014 (28).

D.3. Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

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

D.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

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

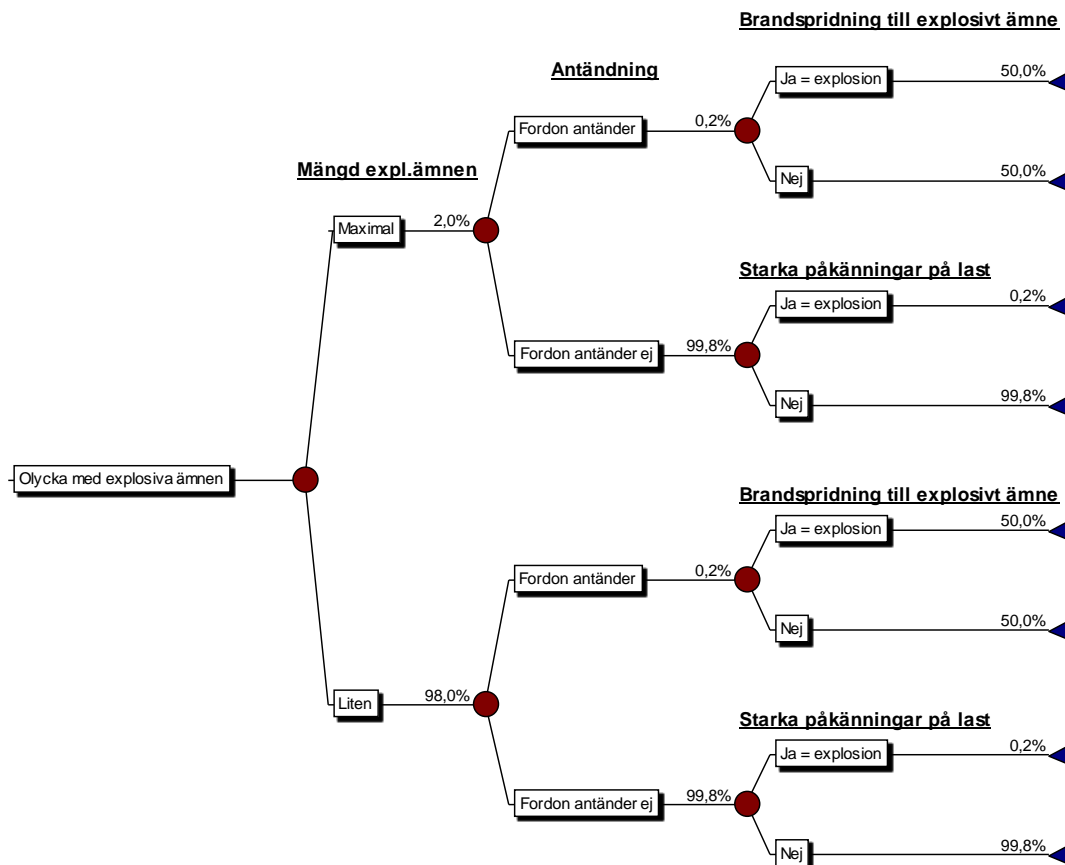
Transport av RID-S klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006-2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods (65). Denna siffra gäller för Sverige i helhet, och en nedbrytning till transporter på en specifik sträcka går inte göra på något enkelt sätt. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels företagsmässigt och dels säkerhetsmässigt. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg hade det endast tre transporter med klass 1 under hela 2011 i Sverige. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transportererna på mer än 500 kg explosivt ämne (66).

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

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora, d.v.s. om lasten utsätts för stöt. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen ska förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 %, vilket är hälften av motsvarande sannolikhet för vägolycka (32) (33). Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % (67).

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 (36). 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 (37) att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 17 redovisas möjliga scenarier.



Figur 17 Händelsetråd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

D.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmäts 2006 (68), 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 (62). Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

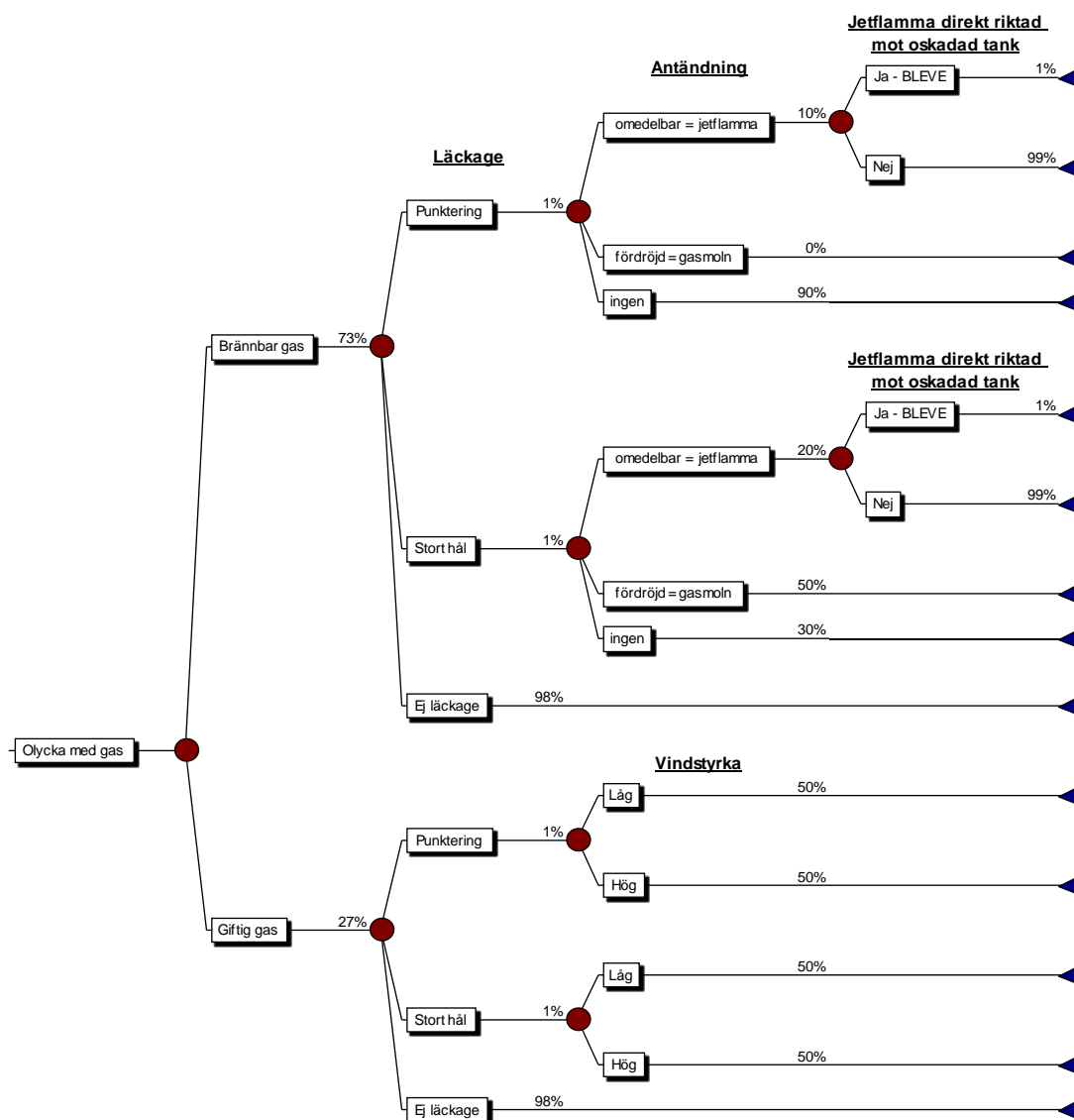
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln 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 (69) 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 % (69). 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 18 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

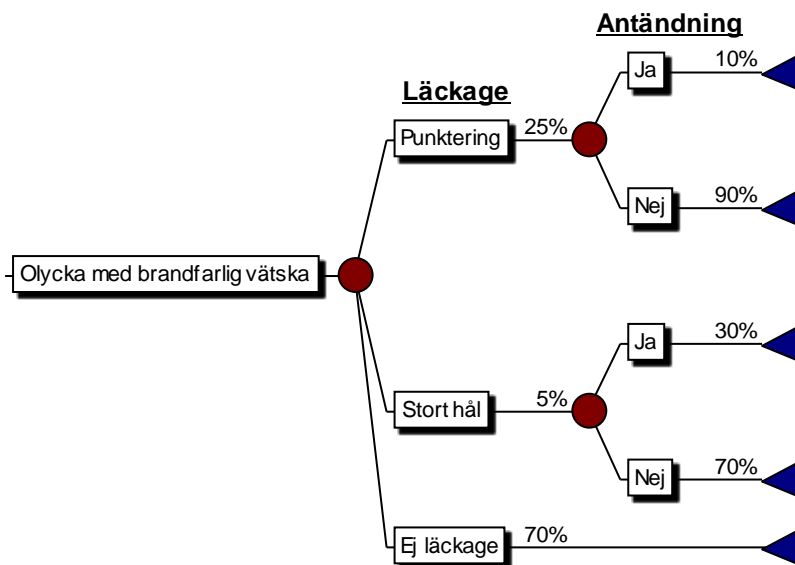


Figur 18 Händelsetråd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

D.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 ursparning är 25 % och 5 % (62). 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 % (62). I Figur 19 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 19 Händelsetråd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

D.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.

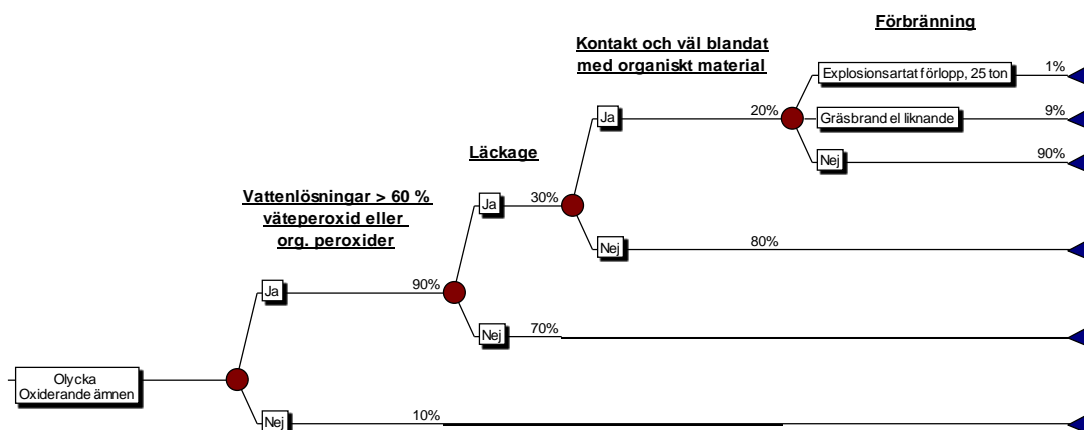
Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

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

Transportstatistik (65) anger att 93 % av transportererna 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 transportererna 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 D.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 %

(67). Givet att blandning skett antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. 10 % av fallen då blandningen antänd antas gå till detonation, medan resterande 90 % antas utvecklas till en kraftig brand. I Figur 20 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 20 Händelsetråd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

D.4. Anpassning av sannolikheten att påverkas utifrån konsekvensavståndets längd

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 reducering.

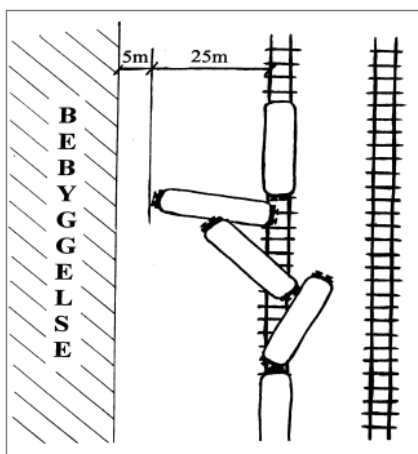
Bilaga E. Konsekvensuppskattningar

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.

E.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. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25-30 m, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom, se Figur 21 (70).



Figur 21 Urspårningsolycka på järnväg.

E.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 D. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

E.2.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

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

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål som splitter kastas mot människor (sekundära) (71).

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 (72). Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas i denna riskbedömning uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter (67).

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader). I FÖP Göteborg (67) anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

E.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 (73).

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) (74). För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* (75), 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 10 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 10 Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.

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

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* (76) beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC_{50}^1) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton (76). Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) (76).

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 11.

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

¹ Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

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

E.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/m^2 , 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 (74).

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Uppskattningsvis rymmer en järnvägstank cirka 45 ton bensin. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack, och därför är sannolikheten för att all bensin läcker ut mycket liten. Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas, vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m^2 pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m^2 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 (77).

I Tabell 12 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 12 Skadedrabtat 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 bensin (100 m^2)	5,6 m	17 m	22 m
Stor pölbrand bensin (400 m^2)	11 m	29 m	40 m

E.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. bensin. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplosiva varor (67), se vidare avsnitt D.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 D.3.3.

Tabell 13 Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

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

E.3. Bedömning av antal omkomna i respektive scenario

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt avsnitt D.3, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt avsnitt E.2, med den persontäthet som antagits i området, enligt Bilaga C. Samtliga personer inom den area som utsätts för dödliga konsekvenser antas omkomma i grundberäkningen.

Bilaga F. Känslighetsanalyser

I denna riskbedömning har ett flertal känslighetsanalyser genomförts för att undersöka hur resultaten från analysen påverkas när ingångsvärdena varierar. De ingångsvärden som bedöms ha störst påverkan på resultaten är följande:

Persontätheten inom planområdet

I känslighetsanalysen har persontätheten inom zon 1 och 2 (se Figur 14) varierats för att studera hur en ökad förtätning i centrala Bålsta hade påverkat riskbilden. Analysen visar att resultaten är robusta även vid kraftiga ökning av persontätheten inom de två zonerna. Vid en ansatt persontäthet på 50 000 personer/km² inom zon 1 och 10 000 personer/km² inom zon 2 ökar samhällsriskerna något men ligger fortfarande under det övre kriteriet.

Trafikflöden för aktuell delsträcka av Mäljarbanan

Utgångspunkten har varit att använda 2015 års trafikflöden som ingångsvärden till analysen. Implikationerna av en eventuell framtida spårutbyggnad av aktuell delsträcka har istället studerats genom känslighetsanalyser. Baserat på de prognostiserade trafikflödena för horisontår 2030 enligt Tabell 1 förväntas persontågstrafiken nästan fördubblas men godstrafiken förblir i princip oförändrad jämfört med 2015 års trafikering.

- Ökningen av persontågstrafiken medför att urspårningsrisken på sträckan ökar. Ökningen har dock endast en marginell påverkan på resultaten då individrisknivån redan i dagsläget är oacceptabelt hög inom 0-25 meter från spåret.
- Då godstågstrafiken bara förväntas öka från dagens i snitt 6 godståg/dygn till 7 godståg/dygn år 2030 påverkas enbart samhällsriskerna och individrisken marginellt.

Omfattningen av farligt gods-transporterna på Mäljarbanan

För att undersöka hur en eventuell framtida ökning av farligt gods-transporterna hade påverkat risknivåerna för planområdet studeras följande scenario. Godstrafiken på sträckan ökar från i snitt 6 godståg/dygn till 12 godståg/dygn samt att andelen farligt gods-vagnar ökar från 5 % till 10 %.

- Ökningen hade medfört att individrisknivån kring spåret hade ökat något och legat inom ALARP-området upp till 40 meter från spåret jämfört med dagens 30 meter.
- För samhällsriskerna leder ökningen till att kurvan flyttas uppåt och ligger i den övre halvan av ALARP-området dock fortfarande under det övre kriteriet.

Bilaga G. Referenser

1. **Räddningsverket.** *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006.* u.o. : Statens räddningsverk, 2006b.
2. **Håbo Kommun.** *Planbeskrivning resecentrum och stationsområde.* Bålsta : Håbo Kommun, 2016.
3. **Håbo kommun.** *Plankarta resecentrum och stationsområde.* Bålsta : Håbo kommun, 2016.
4. **WSP Brand & Risk.** *Fördjupad riskbedömning för detaljplan Väfteby, Bålsta.* Linköping : WSP Sverige AB, 2011.
5. **WSP Akustik.** *Trafikbulerutredning väg och järnväg samt vibrationsutredning järnväg.* Uppsala : WSP Sverige AB, 2016.
6. **IEC.** International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 1995.
7. **ISO.** Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73.* Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
8. **Räddningsverket.** *Farligt gods: Riskbedömning vid transport.* u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
9. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
10. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** *Värdering av risk. FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
11. **Räddningsverket och Boverket.** *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006.* u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
12. **Länstyrelsen i Stockholmslän.** *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.* 2000. 2000:01.
13. **MSB.** *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng.* u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
14. **Statens Räddningsverk.** *Förvaring av explosiva varor, handbok.* 2006.
15. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg.* 1994. VTI-rapport 387:4.
16. **TRAFKA (Trafikanalys).** *Bantrafik 2014.* u.o. : Sveriges officiella statistik, Trafikverket, 2015. Statistik 2015:13.
17. *Telefonsamtal OKQ8.* den 10 08 2016.
18. **K. Adolfsson, S. Boberg.** *Detaljplanehandboken. Handbok för detaljplanering enligt plan- och bygglagen, PBL.* 2013.
19. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** VTI rapport 387:1. 1994.
20. **VTI.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg.* VTI-rapport 387:4. u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
21. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
22. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
23. **SPI.** *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08.* <https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
24. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
25. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92.* u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
26. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.
27. **Statistiska centralbyrån.** *Folkmängd i tätort och småort per kommun 2010.* u.o. : SCB, 2010.
28. **Länstyrelsen i Skåne Län.** *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM). Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods - Skåne i utveckling 2007:06.* 2007.
29. **Advisory Council on Dangerous Substances .** *Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E.* u.o. : Ministry of Transport (NL), 2005.

30. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
31. **Banverket och Räddningsverket.** *Säkra järnvägstransporter av farligt gods.* 2004.
32. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2.* 1994.
33. **Trafik analys - TRAFKA.** *Bantrafik 2010, Statistik 2011:24.* 2011.
34. **Pettersson, Jan.** *Säkerhetsansvarig Green Cargo. Muntligt.* 2012.
35. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
36. **VTI.** *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
37. **Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad.** *Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.* 1997.
38. **Lamnevik, Stefan.** *Explosivämneskunskap.* u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
39. **MSB.** *Trafikflödet på järnväg – 2006.* . [<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Jarnvag/>] 2013-08-09.
40. **Purdy, Grant.** *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail. Journal of Hazardous materials, 33.* 1993.
41. **Länsstyrelsen Stockholms län.** *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.* 2000.
42. **Stefan Lamnevik AB.** *Verkan av explosioner i det fria.* 2010.
43. **Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker.* Tumba : u.n., 1997.
44. **Svenska gasföreningen.** *Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter.* 2004.
45. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4.* 1994.
46. **Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.** *Datorprogrammet Gasol.*
47. **RIB, Statens räddningsverk.** *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
48. **Brandteknik, Lunds tekniska högskola.** *Brandskyddshandboken, Rapport 3161.* Lund : u.n., 2012.

WSP Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Tel: +46 10 7225000
Fax:
<http://www.wspgroup.se>

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE

