

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Detaljerad riskbedömning för detaljplan

Transport av farligt gods på järnväg samt närhet till bensinstation

Kungsängen 35:4, Uppsala

2014-03-12

Uppdragsgivare

Lars Åke Strandgren
Sh Bygg Fastighetsutveckling AB
Sofielundsgatan 7, Uppsala
Tel: +46200-111 711

WSP kontaktperson

Joakim Almén
Jessica Fälth
WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen

Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793

www.wspgroup.se

Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Handläggare	Jessica Fälth	Jessica Fälth		
Granskare	Katarina Herrström	Katarina Herrström		
Godkänd av	Joakim Almén	Joakim Almén		
Uppdragsnummer	10194801	10194801		

Sammanfattning

Ny detaljplan är under utveckling för Kungsängen 35:4 i Uppsala, med syfte att uppföra en 7 våningar hög byggnad för kontor, handel och centrumverksamhet inom planområdet.

Nordöst om planområdet löper järnväg, som är transportled för farligt gods. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och järnvägen är cirka 40 meter. På fastigheten söder om planområdet ligger en bensinstation, cirka 5 meter från den planerade byggnaden. Med anledning av planområdets närhet till järnvägen och bensinstationen upprättas denna riskbedömning.

Riskenivån för Kungsängen 35:4 med avseende på närheten till järnvägen och bensinstationens lossningsplats har beräknats. Risknivån med avseende på järnvägen bedöms ligga på en acceptabel nivå och inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas med hänsyn till denna.

Riskenivån med avseende på bensinstationens lossningsplats bedöms ligga på en oacceptabelt hög nivå. För att det ur risksynpunkt ska finnas möjlighet att uppföra planerad byggnad behöver riskreducerande åtgärder vidtas. Förslag på åtgärder som kan användas för att sänka riskenivån är:

- *Brandklassade fönster.* Fönster som uppfyller brandteknisk klass EW30 eller EW60 monteras på den fasad som vetter mot lossningsplatsen. Det förutsätts att fasaden i övrigt håller brandteknisk klass EI30.
- *Skyddsmur.* En skyddsmur kan uppföras längs med den fasad som vetter mot lossningsplatsen. Murens dimensioner och utformning behöver utredas vidare för att säkerställa att denna utgör ett fullgott skydd.

Någon av ovan föreslagna åtgärder behöver vidtas under förutsättning att bensinstationens lossningsplats behåller den nuvarande placeringen vid fastighetsgränsen. Vid en eventuell flytt av lossningsplatsen ska ett skyddsavstånd på 17 meter upprättas.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte och mål	6
1.3	Avgränsningar.....	6
1.4	Styrande dokument.....	6
1.5	Underlagsmaterial.....	8
1.6	Internkontroll.....	8
2	Områdesbeskrivning	9
2.1	Omgivning.....	9
2.1.1	Bensinstationen	9
2.2	Planområdet	10
2.3	Infrastruktur.....	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
3.3.1	Järnvägen.....	13
3.3.2	Bensinstationen	13
3.3.3	Individrisk.....	13
3.3.4	Samhällsrisk	14
3.4	Metod för riskvärdering	14
3.4.1	Riskkriterier, individ- och samhällsrisk	14
3.5	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder.....	16
4	Riskidentifiering.....	17
4.1	Transportleder för farligt gods.....	17
4.1.1	Transport av farligt gods på järnvägen utmed planområdet	18
4.2	Bensinstation	18
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	19
5.1	Bensinstationen	19
5.1.1	Individrisk med avseende på lossning vid bensinstation.....	19
5.1.2	Samhällsrisk med avseende på lossning vid bensinstation.....	20
5.2	Järnvägen.....	20
5.2.1	Individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på järnvägen.....	20
5.2.2	Samhällsrisk med avseende på transport av farligt gods på järnvägen.....	21
6	Riskreducerande åtgärder.....	22
6.1	Brandklassade fönster och fasad.....	22
6.2	Skyddsmur.....	22
6.3	Skyddsavstånd	22
7	Diskussion.....	23

8	Slutsatser	24
	Bilaga A. Frekvensberäkningar järnvägsolycka	25
	Bilaga B. Konsekvensberäkningar järnvägsolycka	32
	Bilaga C. Olycka vid lossningsplats	37
	Bilaga D. Referenser	40

1 Inledning

WSP har av Sh Bygg Fastighetsutveckling AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan Kungsängen 35:4 i Uppsala. Riskbedömningen avser beskriva riskbilden för planområdet, och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med detaljplanen, samt vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

1.1 Bakgrund

Ny detaljplan är under utveckling för Kungsängen 35:4 i Uppsala, med syfte att uppföra en 7 våningar hög byggnad för kontor, handel och centrumverksamhet inom planområdet.

Nordöst om planområdet löper järnväg, som är transportled för farligt gods (1). Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och järnvägen är cirka 40 meter. På fastigheten söder om planområdet ligger en bensinstation. Med anledning av planområdets närhet till järnvägen och bensinstationen upprättas denna riskbedömning.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att bemöta plan- och byggnadsnämnden i Uppsala kommuns efterfrågan på riskanalys för fastigheten uttryckt i planbesked upprättat 2013-01-24. Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till järnvägen och bensinstationen.

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 urspårning och transport av farligt gods på järnvägen samt olyckor förknippade med hantering av brandfarlig vara på bensinstationen. 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 Styrande dokument

Plan- och Bygglagen (2010:900) anger följande:

Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till:

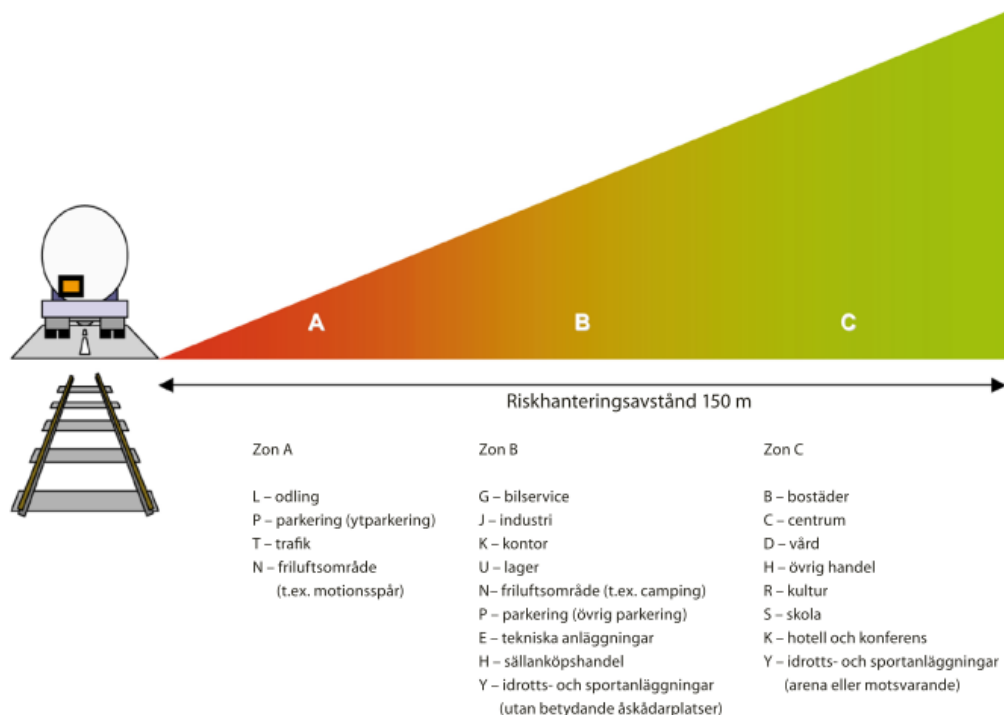
1. människors hälsa och säkerhet, ... (2 kap. 5§)

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till:

2. skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (2 kap. 6§).

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen (2) anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan

riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



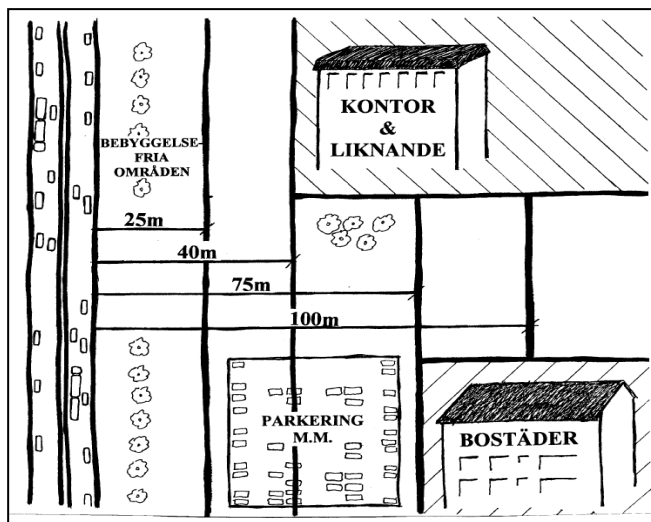
Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods (2).

Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationer som stöd i arbetet med att ta hänsyn till risker i planprocessen, till exempel:

- Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag (3).
- Riskhantering i detaljplanprocessen (2).

Dessa dokument utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser i bl.a. planärenden. De skyddsavstånd och hänsynsregler som finns i dessa rekommendationer har beaktats vid genomförandet av denna riskbedömning.

Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer som ny bebyggelse kan planeras (4) Rekommendationerna innebär kortfattat att området 25 meter från vägar med farligt gods ska lämnas bebyggelsefritt, Figur 2. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 40 meter medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 75 meter. För bensinstationer gäller att ambitionen vid nyplanering alltid bör vara att hålla ett avstånd på minst 100 meter från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.



Figur 2. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse (4).

1.5 Underlagsmaterial

Arbetet baseras på följande underlag:

- Planbesked för Kungsängen 35:4 inom kv Vimpeln, 2013-01-24
- Grundkarta upprättad av Uppsala kommun januari 2014
- Situationsplan Uppsala Kungsängen 35:7, 2014-03-12
- Kontorsutredning Kungsängen 35:4 Uppsala, Situationsplan upprättad av Södra Gröna (arbetsmaterial) 2012-09-10.

1.6 Internkontroll

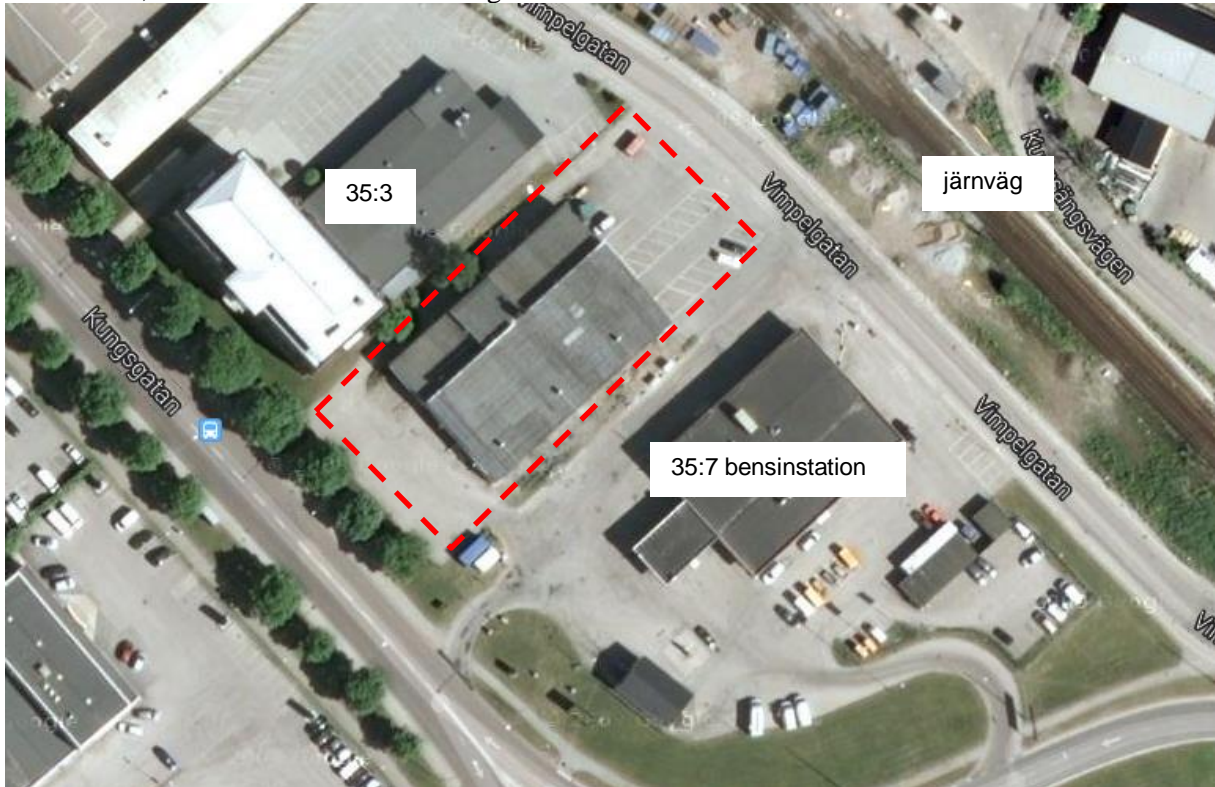
Rapporten är utförd av Jessica Fälth (Civilingenjör Riskhantering) med Joakim Almén (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. 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 planområdet med omgivning.

2.1 Omgivning

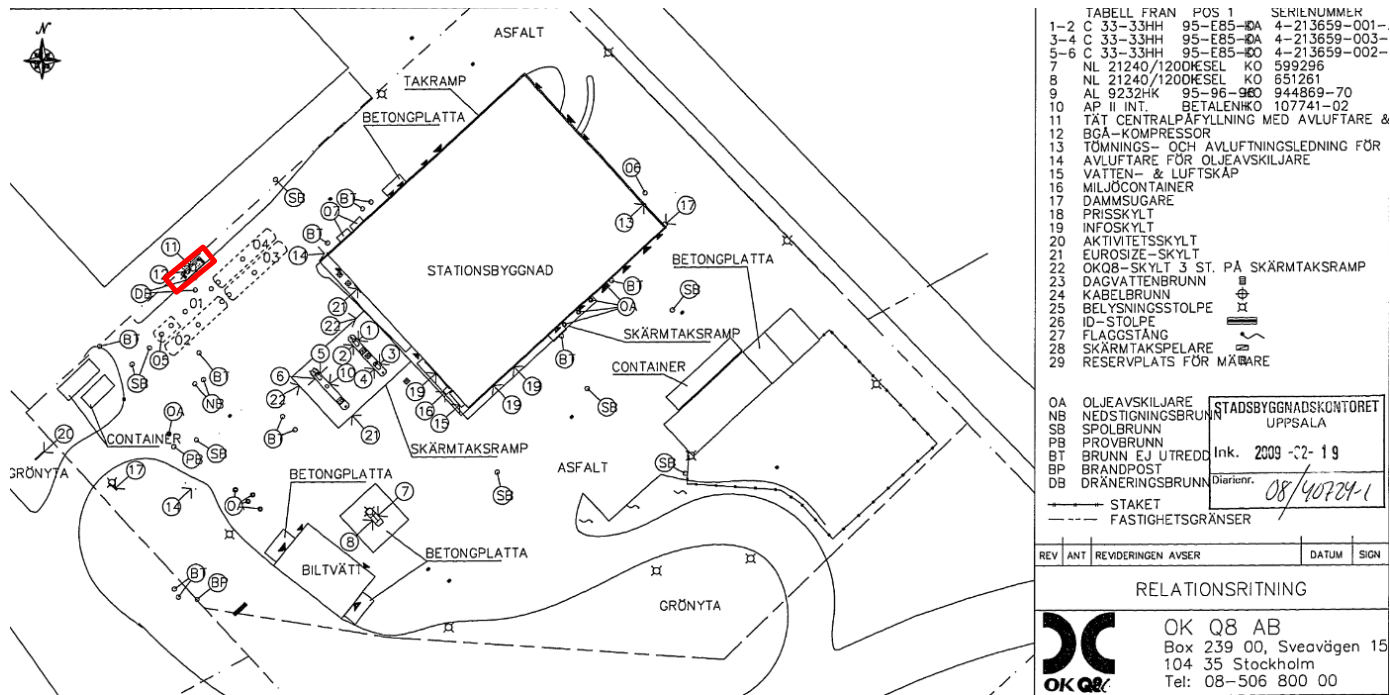
På intilliggande fastighet 35:7 ligger en OKQ8 bensinstation och fastighet 35:3 är planlagd för småindustri, kontor och handel 1-3 våningar.



Figur 3. Fastighet 35:4 är markerad i rött.

2.1.1 Bensinstationen

På fastighet 36:7 ligger en OKQ8 bensinstation, vilken har tillstånd för hantering av 90 000 liter bensin, 10 000 liter etanol E85, 20 000 liter diesel samt 3000 liter spillolja. I Figur 4 ses placering av stationshus, tvätthall, pumpar och centralpåfyllningsplats. Centralpåfyllningsplatsen, fortsättningsvis kallad lossningsplats, ligger precis utmed fastighetsgränsen.



Figur 4. Lossningsplats markerad med rött.

2.2 Planområdet

Planområdet omfattar fastigheten 35:4 som ligger inom kvarteret Vimpeln i södra Uppsala. Fastigheten ligger mellan Kungsgatan och Vimpelgatan. Gällande detaljplan för fastigheten tillåter småindustri och handel, med en högsta byggnadshöjd på 8 meter. I dagsläget ligger en butik som säljer yrkeskläder på fastigheten. Sh Bygg Fastighetsutveckling AB planerar att riva befintlig byggnad på fastigheten och upprätta en 7 våningar hög byggnad. Exakt verksamhet är inte fastslagen men det kommer bli kontor, handel eller centrumverksamhet som exempelvis gym, service etc. Verksamheter vilka innebär sovande inom byggnaden, exempelvis hotell, planeras ej. Byggnaden föreslås ligga med sina fasader 5 meter från fastighetsgränserna. I Figur 5 ses den planerade byggnadens utformning med entréer mot både Vimpelgatan och Kungsgatan.



Figur 5. Situationsplan över den planerade byggnaden.

2.3 Infrastruktur

Planområdet omges av Vimpelgatan och Kungsgatan. Öster om området, cirka 40 meter från den planerade byggnaden, går järnvägen vilken är transportled för farligt gods.

3 Omfattning av riskhantering och metod

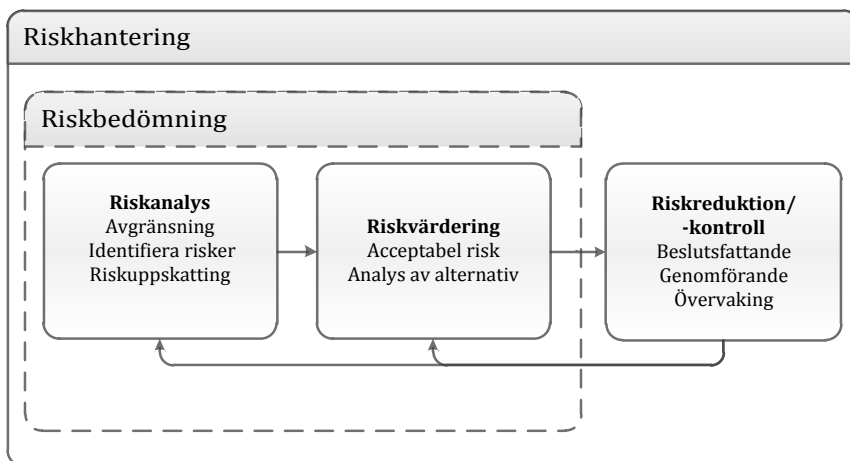
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

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 (5) (6), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 6. 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 6. 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

Riskinventeringen genomfördes i detta projekt genom kartstudier.

3.3 Metod för riskuppskattning

3.3.1 Järnvägen

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport (7) beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys.

Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga A.

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

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

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåttet, 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).

3.3.2 Bensinstationen

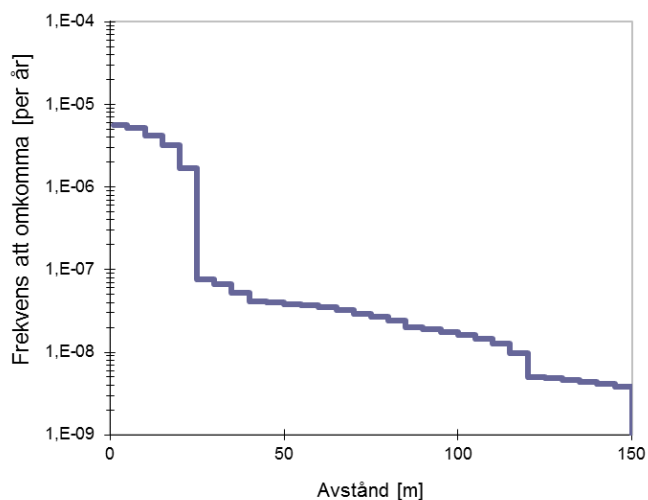
Beräkningarna av frekvensen för en olycka vid bensinstationens lossningsplats bygger på *Guideline for quantitative risk assessment* (8) och beskrivs i Bilaga C.

Konsekvenserna för en olycka vid bensinstationens lossningsplats uppskattas med handberäkningar utförda enligt metodik baserad på FOA handboken (9) och redogörs för i Bilaga C.

3.3.3 Individrisk

Individrisken 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 (10). Individrisken är platsspecifik och är oberoende av hur många personer som vistas i det givna området. Syftet med riskmålet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individrisken kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 7.

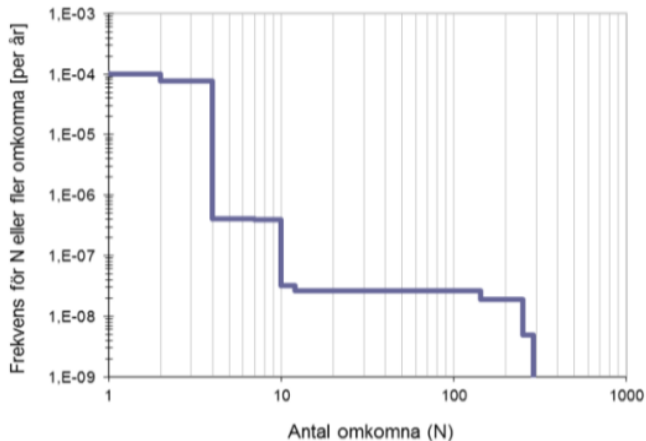


Figur 7. Exempel på individriskprofil.

3.3.4 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.

Samhällsriskens redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 8, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.



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

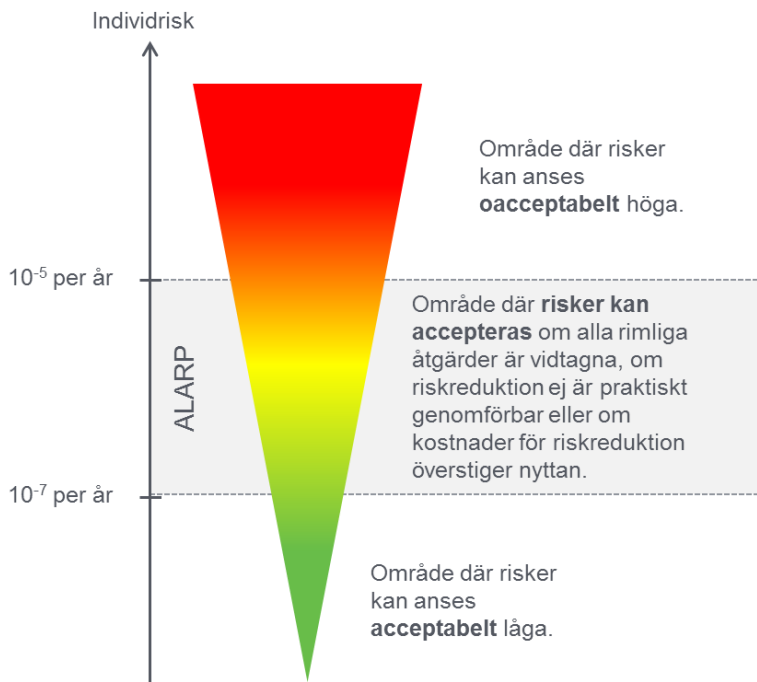
I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens. Eftersom axlarna i grafen är logaritmiska är det svårt att avgöra hur stor skillnaden mellan två (eller flera) givna kurvor är. Därför kan samhällsriskens även presenteras som ett förväntat antal omkomna per år. Detta tal kan ses som ett medelvärde av hur många som förväntas omkomma per år, och utgör ett mått på farligheten ur ett samhällsperspektiv.

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 (10) gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 9.



Figur 9. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas (10):

- 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-nyttanalyser.
- 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.

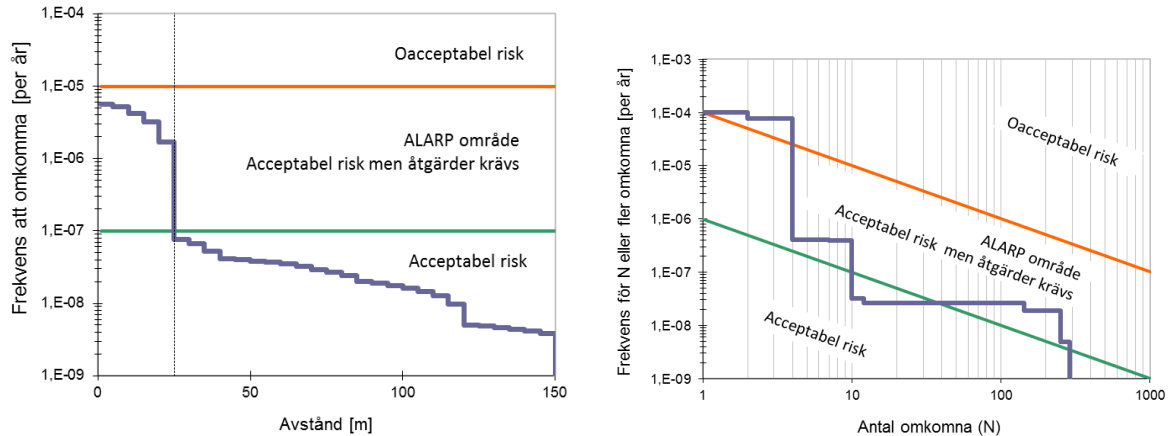
För individrisk föreslog DNV (10) följande kriterier:

- 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 (10) 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 10.



Figur 10. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (10).

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 (11), 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 Transportleder för farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar (12) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt de så kallade RID-S -systemet som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 1 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 1. 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.
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 vägutformning, 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 väteperoxidslösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. <u>Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 250 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</u> (LC ₅₀). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. <u>Konsekvenser begränsade till närområdet.</u>

4.1.1 Transport av farligt gods på järnvägen utmed planområdet

Information om farligt gods-transporter på järnvägen utmed planområdet har erhållits från Trafikverket (1). Dessa är konfidentiella och har använts som underlag för riskberäkningarna, men får ej redovisas här.

4.2 Bensinstation

Den intilliggande bensinstationens lossningsplats ligger vid fastighetsgränsen cirka 5 meter från den planerade fastigheten. Enligt MSB:s riktlinjer (13) ska ett skyddsavstånd på 25 meter hållas mellan lossningsplats och byggnad där människor som inte kan förväntas känna till riskerna förknippade med bensinstationens verksamhet vistas. Med anledning av att detta rekommenderade skyddsavstånd ej upprätthålls behöver riskpåverkan från lossningsplatsen analyseras.

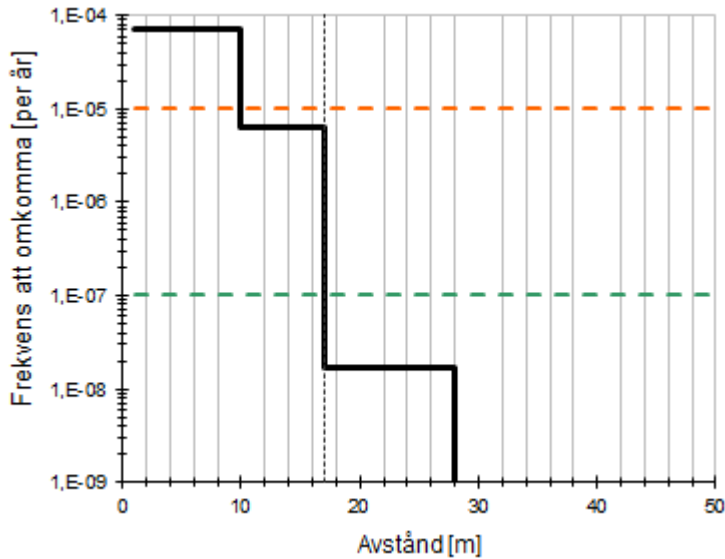
Det bedöms att risken för olycka är störst under lossningstillfället då tankbilen är uppställd vid lossningsplatsen. Läckage kan ske exempelvis genom att anslutning mellan bilen och cisternen lossnar eller går sönder. Detta kan leda till att en bränslepöl kan bildas vilken kan antändas, trots att lossningen hela tiden ska övervakas av kunnig personal. De konsekvenser som kommer utredas vidare är de som följer av brand i bränslepöl.

5 Riskuppskattning och riskvärdering

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

5.1 Bensinstationen

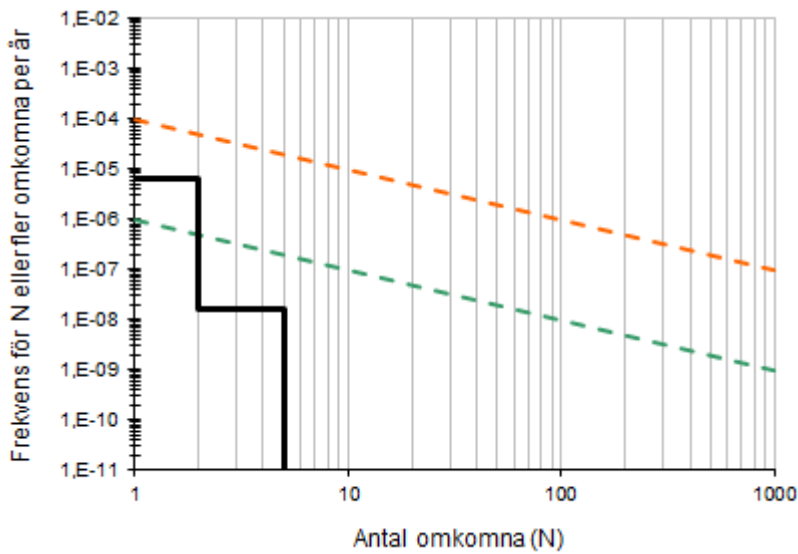
5.1.1 Individrisk med avseende på lossning vid bensinstation



Figur 11. Individrisknivå med avseende på lossningsplats.

I Figur 11 kan individrisken med avseende på lossningsplatsen avläsas. Inom 10 meter är individrisken oacceptabel enligt valda kriterier, mellan 10 och 17 meter ligger individrisken inom det så kallade ALARP-området och efter 17 meter ligger den på en acceptabel nivå. Detta innebär att individrisken vid den planerade byggnaden 5 meter från lossningsplatsen bedöms som oacceptabel.

5.1.2 Samhällsrisk med avseende på lossning vid bensinstation

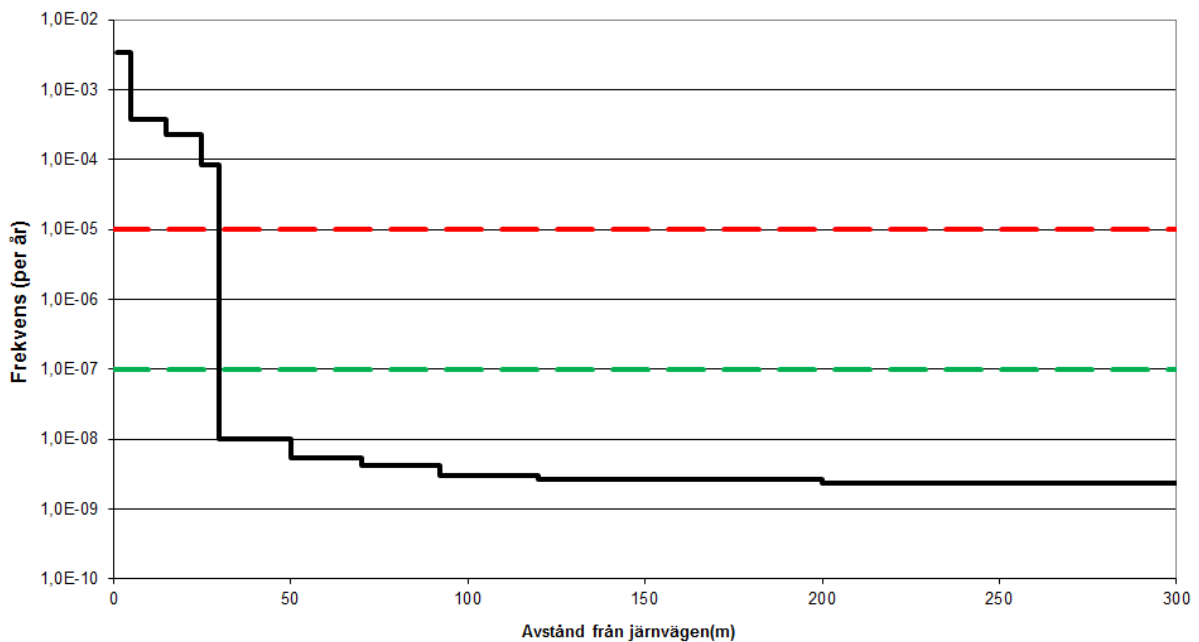


Figur 12. Samhällsrisk med avseende på lossning vid bensinstation.

I Figur 12 kan utläsas att samhällsrisk ligger i ALARP-området för risker med lågt förväntat antal omkomna. Betydelsen av ALARP redogörs för i avsnitt 3.4

5.2 Järnvägen

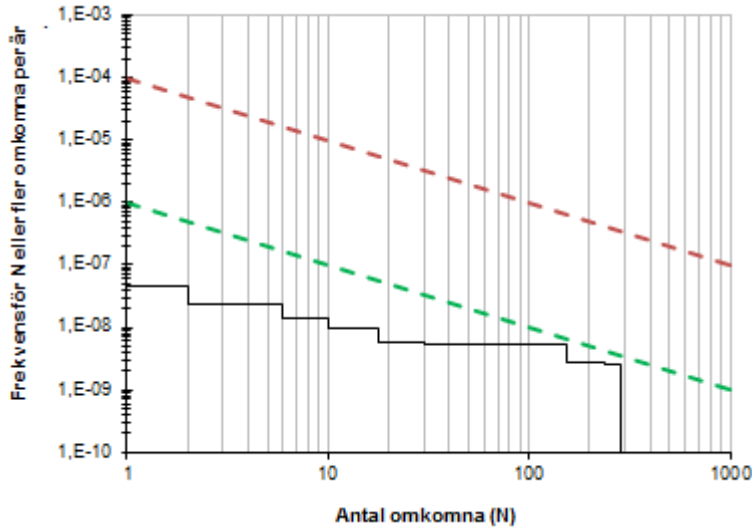
5.2.1 Individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på järnvägen



Figur 13. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på järnvägen.

I Figur 13 illustreras individrisknivån för aktuellt område längs järnvägen. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området, se avsnitt 3.4.1. Det kan utläsas att individrisknivån efter 30 meter från järnvägen ligger på en acceptabel nivå. Då det planerade bostadshuset ligger drygt 40 meter från järnvägen bedöms individrisknivån där som acceptabel.

5.2.2 Samhällsrisk med avseende på transport av farligt gods på järnvägen



Figur 14. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på järnvägen.

Det kan ur Figur 14 utläsas att samhällsrisknivån med avseende på järnvägen ligger på en acceptabel nivå.

6 Riskreducerande åtgärder

Eftersom risknivån med avseende på bensinstationen ligger på en oacceptabel nivå behöver riskreducerande åtgärder vidtas. 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. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (11).

De åtgärder som bedöms kunna reducera riskerna utgörs av nedanstående förslag. Förslagen kan kombineras eller användas var för sig. Det bedöms att ett av förslagen räcker för att erhålla en acceptabel risknivå förutsatt att det implementeras på ett korrekt sätt.

6.1 Brandklassade fönster och fasad

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 fasadmaterial. Brandskyddad fasad fördröjer således brandspridning vidare in i en byggnad. Då den planerade byggnaden är 7 våningar hög ställs redan krav på fasadens material och det förutsätts att denna håller minst brandteknisk klass EI30. Detta medför att fönstren utgör den största svagheten. För att säkerställa att dessa står emot strålning vid en eventuell olycka tillräckligt länge för att säkra en utrymning bör dessa uppfylla brandteknisk klass EW30 eller EW60. W-klassning innebär att fönstret ej släpper igenom en strålning som överstiger 15 kW/m^2 , mätt på insidan en meter från ytan (14). Detta innebär att utrymmet inom en meter från fönstertytorna i ytterst möjliga mån ska hållas fria från brännbart material. Eftersom individrisken är acceptabel efter 17 meter från lossningsplatsen ska fönster inom detta avstånd vara brandklassade.

6.2 Skyddsmur

Som ett alternativ till brandklassade fönster kan en skyddsmur upprättas. En mur skyddar mot strålning vid eventuell brand. Exakt utformning på mur behöver utredas vidare.

6.3 Skyddsavstånd

Åtgärden innebär att skyddsvärt objekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. 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.

För att riskpåverkan från lossningsplatsen ska bedömas som acceptabel behövs ett skyddsavstånd på 17 meter lämnas mellan lossningsplats och byggnad. Placeringen av bensinstationens lossningsplats är ofördelaktig då denna ligger precis vid fastighetsgränsen, 5 meter från både nuvarande och planerad byggnad. Ett alternativ är därför att flytta denna till en mer fördelaktig placering för att erhålla ett tillfredsställande skyddsavstånd. Beslut om detta fattas av OK Q8 och kommer därför inte utredas vidare i denna analys.

7 Diskussion

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 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. (15)

Risknivån med avseende på bensinstationens lossningsplats bedöms som oacceptabel. Detta gäller även för den yrkesklädesbutik som för närvarande finns på planområdet, då också denna ligger cirka 5 meter från lossningsplatsen.

8 Slutsatser

Riskenivån för Kungsängen 35:4 med avseende på närheten till järnvägen, vilken är transportled för farligt gods, och bensinstationens lossningsplats har beräknats. Risknivån med avseende på järnvägen bedöms ligga på en acceptabel nivå och inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas med hänsyn till denna.

Riskenivån med avseende på bensinstationens lossningsplats bedöms ligga på en oacceptabelt hög nivå. För att det ur risksynpunkt ska finnas möjlighet att uppföra planerad byggnad behöver riskreducerande åtgärder vidtas. Förslag på åtgärder som kan användas för att sänka riskenivån är:

- *Brandklassade fönster.* Fönster som uppfyller brandteknisk klass EW30 eller EW60 uppförs på den fasad som vetter mot lossningsplatsen. Det förutsätts i att fasaden i övrigt är utförd i brandteknisk klass EI30.
- *Skyddsmur.* En skyddsmur kan uppföras längs med den fasad som vetter mot lossningsplatsen. Murens dimensioner och utformning behöver utredas vidare för att säkerställa att denna utgör ett fullgott skydd.

Någon av ovan föreslagna åtgärder behöver vidtas under förutsättning att bensinstationens lossningsplats behåller den nuvarande placeringen vid fastighetsgränsen. Vid en eventuell flytt av lossningsplatsen ska ett skyddsavstånd på 17 meter upprättas.

Bilaga A. Frekvensberäkningar järnvägsolycka

A.1. Sannolikhet för urspårning

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för urspårning är:

- Totalt antal tåg (persontåg och godståg) som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år). I den aktuella analysen har prognos för antalet tåg (persontåg och godståg) år 2030 använts (1).
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år). Antalet vagnar per godståg är inte känt och uppskattas till 25 st. Antalet vagnar per persontåg uppskattas till 10 stycken.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket har antagits till 4 st.
- Antalet spår (2 st.).
- Antal växlar på sträckan, 0.

A.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 2:

Tabell 2. 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	$5,00 \cdot 10^{-10}$	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

A.1.2 Sammanstötningar/kollisioner

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

A.1.3 Plankorsningsolyckor

Längs studerad sträcka finns inga plankorsningar.

A.1.4 Växling/rangering

Längs studerad sträcka sker ingen rangering. Inga uppgifter om växlar finns.

A.1.5 Resultat

Den totala frekvensen för en urspårning (godståg eller persontåg) på sträckan är $3,75 \cdot 10^{-2}$ per år. Frekvensen för en olycka med godståg är $1,32 \cdot 10^{-3}$ per år.

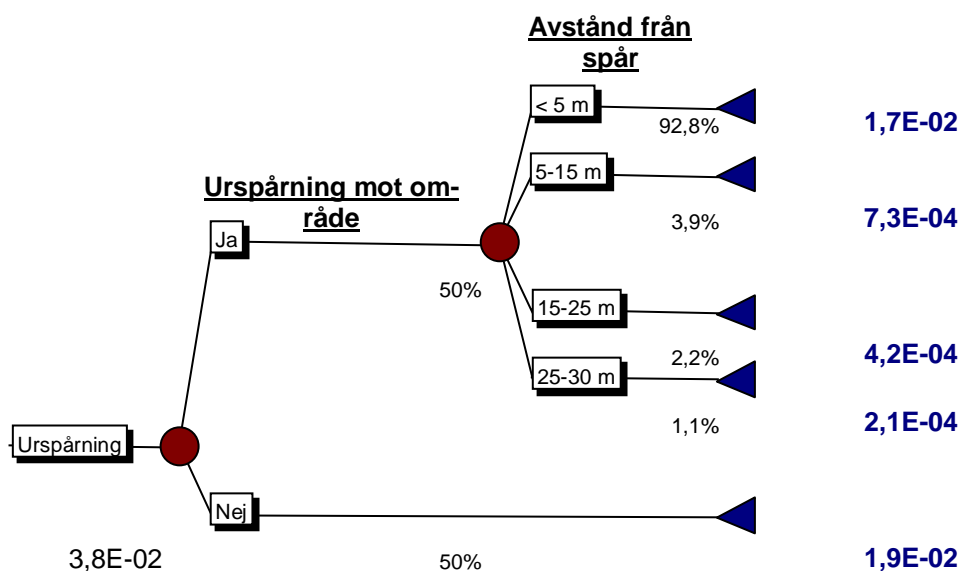
A.1.6 Avstånd från spår för urspårade vagnar

Hur omfattande de skador som uppstår vid en urspårning blir beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar. I Tabell 3 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning.

Tabell 3. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Medel	73,93%	18,88%	3,87%	2,22%	1,10%

En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för godståg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelseträd som beskriver detta presenteras i Figur 13.



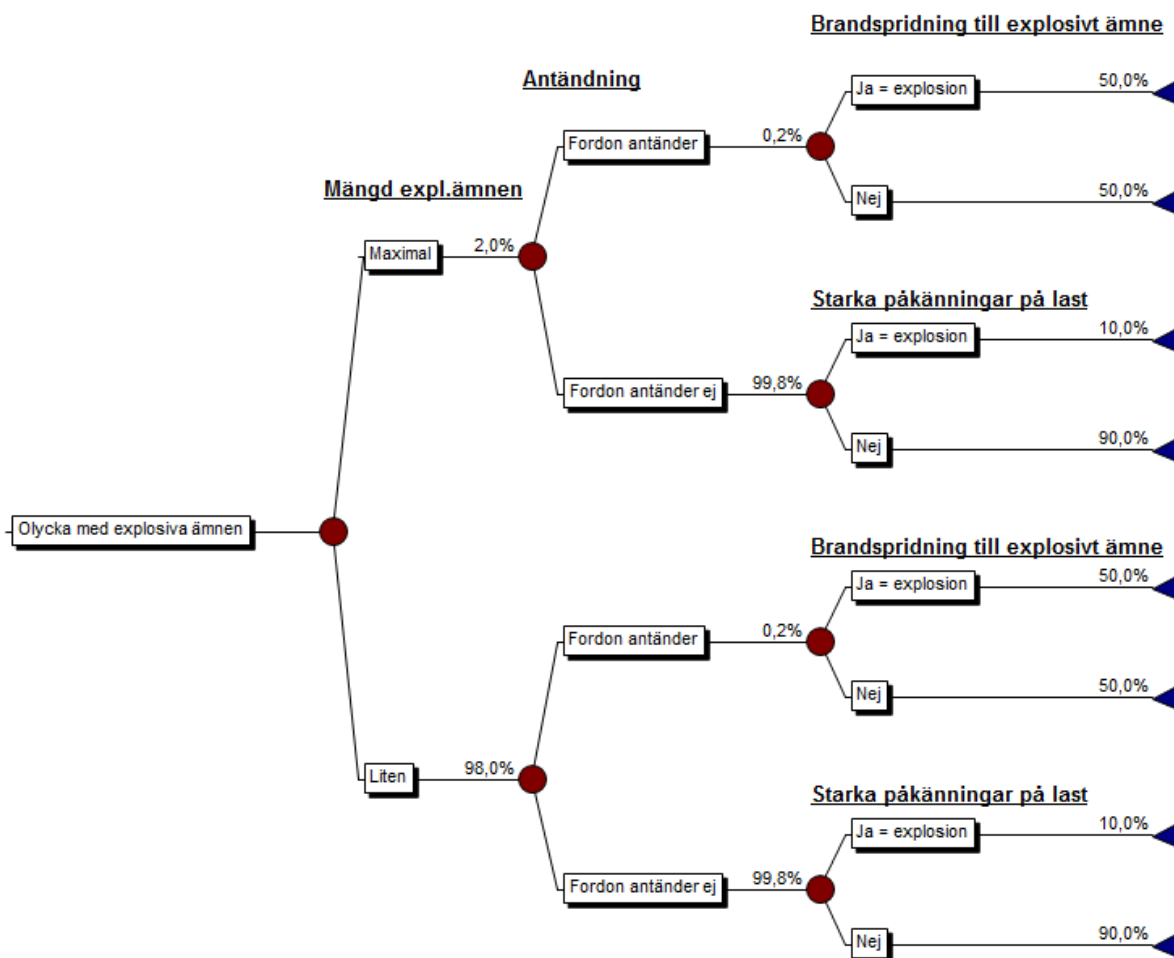
Figur 13. Händelseträd med sannolikheter för urspårningar.

A.2. RID-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

RID-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål (12). Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar. Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan.

A.2.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 15 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen.



Figur 15. Händelseträd med sannolikheter för RID-S klass 1.

A.3. RID-S Klass 2 – Gaser

RID-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser.

A.3.1 Brandfarliga gaser

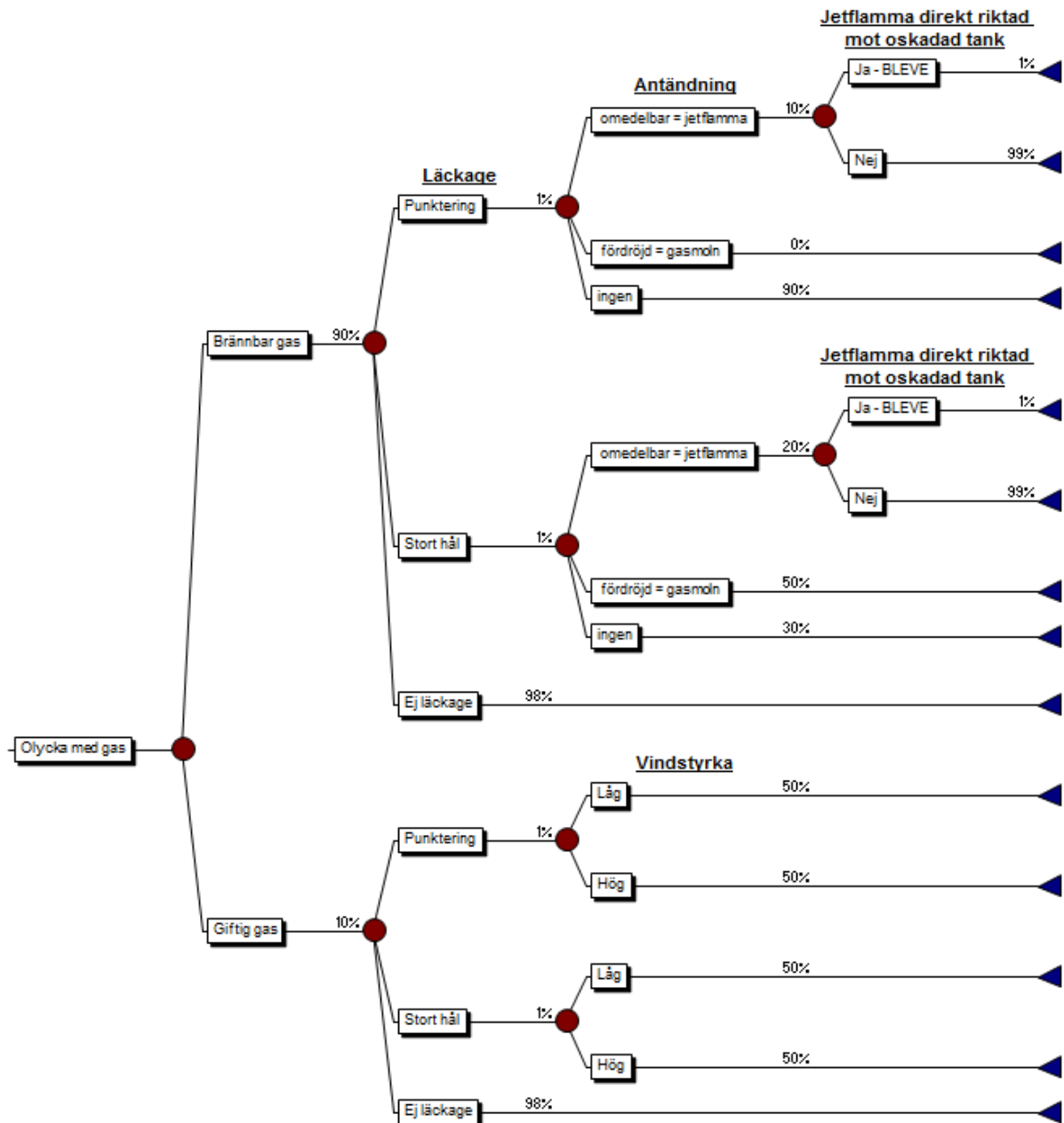
För brandfarliga gaser utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga. Brandfarliga gaser är ofta luktfria (16). För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot är en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

A.3.2 Giftiga gaser

Exempel på giftiga gaser är ammoniak, fluorväte, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Valet av representativ giftig gas som beaktas vidare i analysen baseras på IDLH-värdet (Immediately Dangerous to Life and Health), vilket avser den koncentration som vid exponering innebär omedelbar fara för människors liv eller som ger upphov till irreversibla skador. Svaveldioxid är ett mycket toxiskt ämne och fortsättningsvis beaktas konsekvenser av en olycka med svaveldioxid. Vindhastighet över 4 m/s betecknas i denna analys som hög och vindhastighet lägre än 4 m/s betecknas som låg.

A.3.3 Händelsetråd med sannolikheter

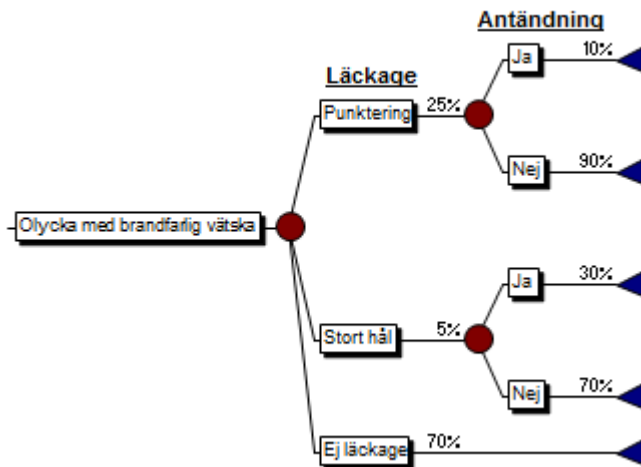


Figur 16. Händelseträd med sannolikheter för RID-S klass 2.

A.4. Brandfarliga vätskor

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

A.4.1 Händelseträd med sannolikheter



Figur 17. Händelseträdd med sannolikheter för RID-S klass 3.

A.5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

RID-S klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen och organiska peroxider.

A.5.1 Oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera (12).

Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel. Ammoniumnitrat kan i samband med vissa omständigheter sönderfalla explosivt genom detonation. Detta kan ske genom ett brandförlopp där ämnet är inneslutet och värms upp under tryckuppbyggnad, eller om det blandas med organiskt material (17). Baserat på uppgifter från Yara i Köping (18) och FOI (19) kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensin, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat oxiderande ämne som har liknande egenskaper (20).

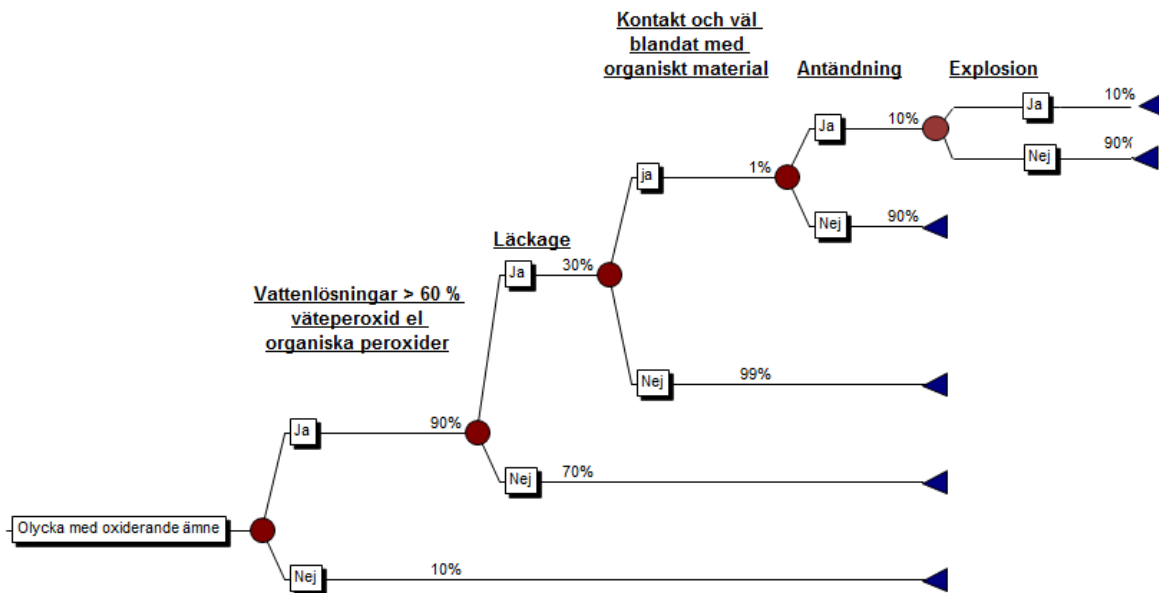
A.5.2 Organiska peroxider

Organiska peroxider karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne (16). I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

A.5.3 Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter (21), bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela RID-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

A.5.4 Händelseträd med sannolikheter



Figur 18. Händelseträd med sannolikheter för RID-S klass 5.

Bilaga B. Konsekvensberäkningar järnvägsolycka

Tabell 4 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive RID-S klass.

Tabell 4. Samtliga scenarier som kan ge upphov till dödliga konsekvenser.

RID-S Klass	Scenario
1	Liten explosion
	Mellanstor explosion
	Stor explosion
2	BLEVE
	Liten jetflamma
	Gasmolnsexplosion
	Mellanstor jetflamma
	Stor jetflamma
	Litet läckage låg vindstyrka
	Litet läckage hög vindstyrka
	Mellanstort läckage låg vindstyrka
	Mellanstort läckage hög vindstyrka
	Stort läckage låg vindstyrka
	Stort läckage hög vindstyrka
3	Liten pölbrand
	Mellanstor pölbrand
	Stor pölbrand
5	Explosion
	Brand

B.1. Persontäthet

I samhällsrisikberäkningar uppskattas hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer.

Persontätheten i Uppsala är 2880 personer/km² enligt Statistiska Centralbyrån (22). Eftersom det aktuella området främst innehåller handel och industrier antas en persontäthet på 2000 personer/km² dagtid och 500 personer/km² nattetid. Det antas att 10 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 40 meter ett befolkningsfritt avstånd från järnvägen. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisken.

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

B.2. Mekanisk skada vid urspårning

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar.

B.3. Uppskattade konsekvenser för olyckor med farligt gods

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

Explosion: Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck.

Giftig gas: Gränsvärde för dödliga skador (LC₅₀) för klor är 250 ppm.

Värmestrålning: Nivåer över 15 kW/m² orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering.

Vid bedömning av antalet omkomna har personantalet enligt avsnitt B.1 använts, tillsammans med konsekvensavsnitten i detta avsnitt för de olika ämnena.

Tabell 5. Konsekvensavstånd för olika scenarier vid olycka med farligt gods.

Scenario	Konsekvensavstånd (meter)
Explosiva ämnen, 25 ton	250
Explosiva ämnen, 100 kg	25
BLEVE	200
Jetflamma, punktering	18
Jetflamma, stort hål	91
Gasmoln, punktering	50
Gasmoln, stort hål	50
Punktering giftig gas, svag vind 2 m/s	38
Punktering giftig gas, stark vind 8 m/s	34
Stort hål giftig gas, svag vind 2m/s	755
Stort hål giftig gas, stark vind 8 m/s	880
Liten pölbrand	17
Stor pölbrand	23
Explosion oxiderande ämnen 25 ton	250

Brand oxiderande ämnen	23
------------------------	----

B.4. RID-S klass 1 – Explosiva ämnen

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) (23).

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa (9).

B.5. RID-S klass 2 – Gaser

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brandfarliga och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken ungefärlig spridningsvinkel som konsekvensområdet får.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

B.5.1 Brandfarliga gaser

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brandfarlig gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar, och att mängden gas i en tankbil är 25 ton.

Programvaran *Spridning Luft* har använts för spridningsberäkningarna.

Tabell 6. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm ²]
Litet	17,9	0,32	0,08
Mellanstort	0,9	1,03	0,83
Stort	0,09	4,56	16,37

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

Gasen antas vara propan (gasol).

Hålet antas vara intryckt utifrån.

En jetflamma antas vara horisontell.

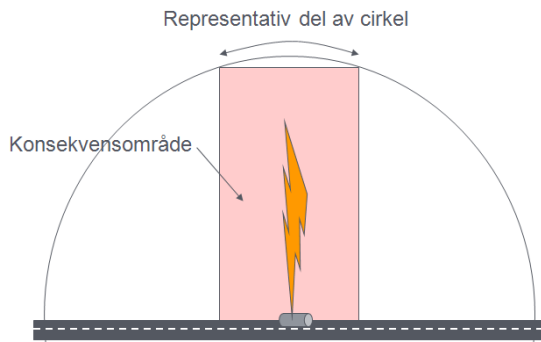
B.5.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor (9). Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

B.5.1.2. Jetflamma

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis (24) används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 17.



Figur 17. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

B.5.1.3. Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran *Spridning Luft* används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor.

B.5.2 Giftiga gaser

Spridningsberäkningar har gjorts i programmet *Spridning Luft*. Följande indata har använts: Tankbil med 24 ton svaveldioxid, omgivningstemperatur 15°C, packningsläckage eller hål på tank, tät skog/stad (ytråhet 1m), stabilitetsklass B.

För låg vindstyrka används vindhastigheten 2 m/s och för hög vindstyrka 6 m/s. Konsekvensområdet approximeras sedan med en cirkelsektor.

B.6. 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.

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.

B.7. ADR-S klass 5

Två typer av olycksscenarier med påverkan på omgivningen har identifierats i samband med olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: Explosion och brand.

B.7.1 Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

Resultaten visar att personer i omgivningen omkommer inom drygt 30 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter.

B.7.2 Brand

En brand som inkluderar ämnen i ADR-S klass 5 är mycket intensiv, eftersom dessa ämnen är brandunderstödjande. Grovt antas en sådan brand motsvara en stor pölbrand så som den beaktas inom ADR-S klass 3 ovan. Konsekvensavståndet blir därmed 30 meter.

Bilaga C. Olycka vid lossningsplats

Sannolikheten för läckage bedöms vara som störst under lossning. Vid den aktuella bensinstationen sker lossning vid 98 tillfällen/år (25). En lossning antas ta cirka 30 minuter. Frekvenser för läckage vid lossning är hämtade från *Guideline for quantitative risk assessment* (8).

Typ av läckage	Frekvens/år
G2 Stort utsläpp	$5 \cdot 10^{-7}$
L1 (slang går av) Mellan utsläpp	$4 \cdot 10^{-6} \cdot (98 \cdot 0,5) = 1,96 \cdot 10^{-4}$
L2 (slang läcker) Litet utsläpp	$4 \cdot 10^{-5} \cdot (98 \cdot 0,5) = 1,96 \cdot 10^{-3}$

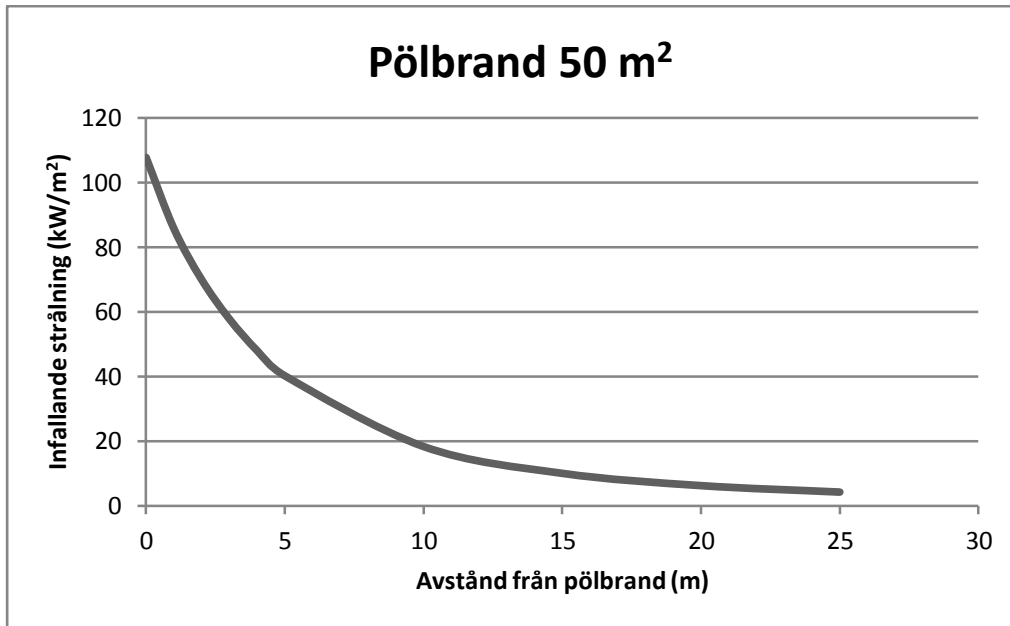
Sannolikheten för antändning antas vara 3 %.

Olyckor kan exempelvis inträffa vid lossningsplatsen genom att slangen mellan bilen och cisternen går sönder eller lossnar. Vid läckage kan det uppstå en bränslepöl som kan antändas. Tre olika storlekar på läckage har antagits, se Tabell 7. Strålningsberäkningar genomfördes för dessa tre olika storlekar på bränslepöl, se Figur 19, Figur 20 och Figur 21. Metodiken för strålningsberäkningar utgick från FOA-handboken (9).

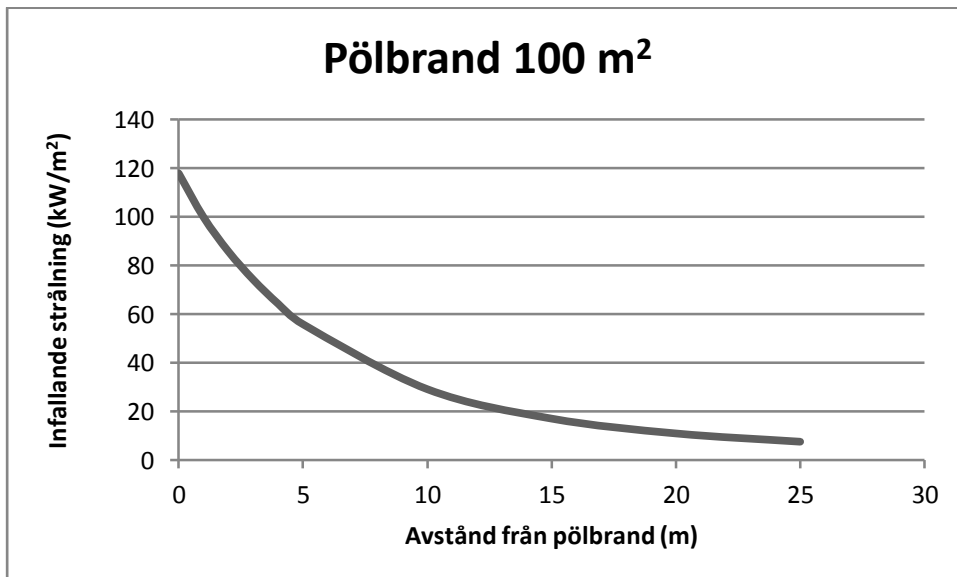
All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Tabell 7. Tre olika storlekar på läckage vid lossning.

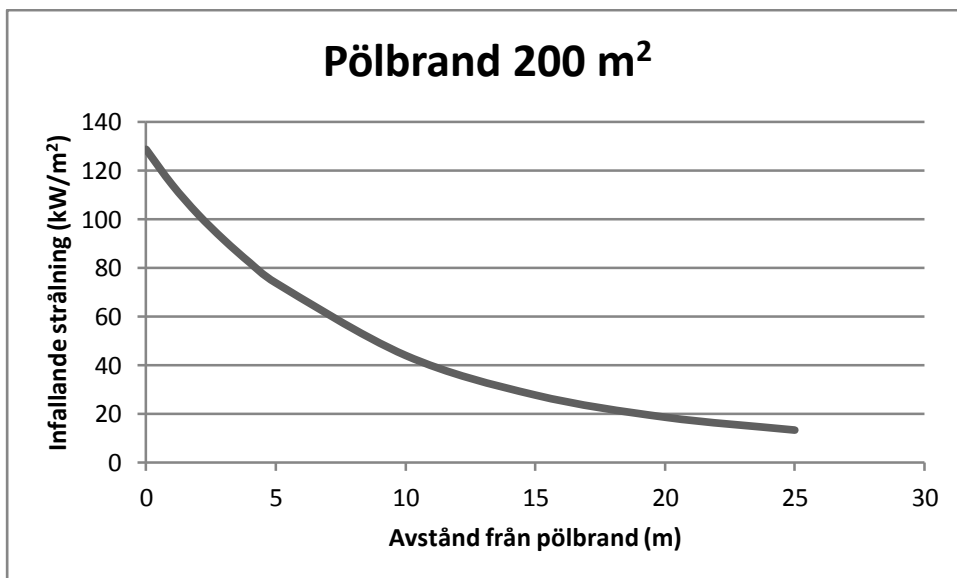
Liten pöl	50 m ²
Mellanstor pöl	100 m ²
Stor pöl	200 m ²



Figur 19. Värmestrålning på olika avstånd från en liten pölbrand.



Figur 20. Värmestrålning på olika avstånd från en mellanstor pölbrand.



Figur 21. Värmestrålning på olika avstånd från en stor pölbrand.

Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m^2 . 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 (30) (56).

Tabell 8. Avstånd till strålning på 15 kW/m^2

Storlek på utsläpp	Pölstorlek	Avstånd till 15 kW/m^2
Litet utsläpp	50 m^2	10
Medel utsläpp	100 m^2	17
Stort utsläpp	200 m^2	28

Bilaga D. Referenser

1. **Trafikverket.** Uppgifter från Anders Nilsson via email 2014-03-06.
2. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län.** Riskhantering i Detaljplanprocessen. *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
3. **Länsstyrelsen i Stockholms Län.** *Riktlinjer för Riskanalyser som beslutssunderlag. Faktablad 4:2003.* Stockholm : Länsstyrelsen, 2003.
4. **Länsstyrelsen i Stockholms län.** *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.* 2000. 2000:01.
5. **IEC.** International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneve : International Electrotechnical Commission, 1995.
6. **ISO.** Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73.* Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
7. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Borlänge : Banverket, 2001.
8. **Ministerie van VROM.** *Guideline for quantitative risk assessment "Purple book" CPR 18E Part one:establishments.* 2005.
9. **FOA.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
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. **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.
13. **Räddningsverket.** *Handbok. Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer.* 2008.
14. **Brandskyddslaget och Brandteknik vid LTH.** *Brandskyddshandboken.* 2005.
15. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *VTI rapport 387:1.* 1994.
16. **Halmemies, Sakari.** *Räddningskemi - Farliga ämnen. Publikation 10/2000.* u.o. : Räddningsverket, 2000.
17. *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers.* **Marlair, G och Kordek, M-A.** 2005, Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
18. **Karlsson, Lars-Håkan.** Muntligen: 2008-03-18. u.o. : Yara International ASA, Köping, 2008.
19. **Magnusson, Johan.** Muntligen 2008-03-18. *Skydd och verkan.* u.o. : FOI, Tumba, 2008.
20. **Forsén, Rickard.** *Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI MEMO 2774.* u.o. : FOI, 2009.
21. **VROM.** *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances (PGS 3).* u.o., Holland : Ministerier van VROM, 2005.
22. **Statistiska Centralbyrån.** http://www.scb.se/sv/_Hitta-statistik/Statistikdatabasen/TabellPresentation/?layout=tableViewLayout1&rxid= . [Online] [Citat: den 12 Mars 2014.]
23. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** *Verkan av explosioner i det fria.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.
24. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
25. **OK Q8.** Uppgifter erhållna via email från Karin Norgren. 2014-03-05.
26. **Räddningsverket.** *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006.* u.o. : Statens räddningsverk, 2006b.

27. **Länsstyrelsen 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.
28. **Stadsbyggnadskontoret i Göteborg.** Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5. 1997.
29. **Mattsson, B.** Riskhantering vid skydd mot olyckor. *Problemlösning och beslutsfattande.* Karlstad : Räddningsverket, 2000.
30. **Räddningsverket.** Handbok för riskanalys. Karlstad : Räddningsverket, 2003.
31. **Nilsson, Jerry.** Introduktion till riskanalysmetoder. Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
32. **Nystedt, Fredrik.** Riskanalysmetoder. Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
33. **Räddningsverket.** *Farligt gods: Riskbedömning vid transport.* u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
34. **VTI.** Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. *VTI-rapport 387:4.* u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
35. **Statens Räddningsverk.** Förvaring av explosiva varor, handbok. 2006.
36. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg.* 1994. VTI-rapport 387:4.
37. **TRAFKA.** *Lastbilstrafik 2009 Swedish national and international road goods transport 2009. Statistik 2010:3.* u.o. : Trafikanalys, 2010.
38. **SIKA.** *Lastbilstrafik 2008 helår. Rapport 2009:12.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2009.
39. **Gustavsson, Marlene.** Muntligen 2008-01-10. u.o. : Räddningsverket, 2008.
40. **Ingasson, Haukur, o.a., o.a.** *Räddningsinsatser i vägtunnlar.* u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
41. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
42. **VTI.** Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
43. **PIARC.** *Fire and smoke control in road tunnels.* u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
44. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92.* u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
45. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
46. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
47. **Daggård, Tomas.** Muntligen 2010-01-11. u.o. : Orica Services Nora, 2008.
48. **Pålsson, Tord.** Muntligen 2008-01-09. u.o. : Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
49. **MSB.** Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11. <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Vag/>. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
50. **Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik.** Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB. *Muntligen: 2007-01-30.* 2007.
51. **Jansson, Patrik.** Muntligen 2008-01-16. *Polisens tillståndsenhet.* 2008.
52. **Wahlqvist, Jan.** Muntligen 2010-07-08. *LPG-ansvarig.* u.o. : Statoil, 2010.
53. *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail.* **Purdy , G.** 1993, Journal of Hazardous Materials, Vol. 3 (1993), ss. 229-259.
54. **Alexandersson, H.** *Vindstatistik över Sverige 1961-2004 (nr 121).* Norrköping : Sveriges meteorologiska institut, SMHI, 2006.
55. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
56. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
57. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08. <https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
58. **Havai, Jan.** Muntligen 2008-04-18. *Transportavdelningen.* u.o. : Yara AB, Köping, 2008.
59. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
60. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.

61. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.
62. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793
www.wspgroup.se

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE

