



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



## Detaljerad riskbedömning för detaljplan

Transport av farligt gods på väg samt hantering av brandfarlig vara vid drivmedelstation

Del av Knäm 2:14, Tanum

2015-03-02

## Uppdragsgivare

Magnus Andersson  
Uddevalla Entreprenad AB  
Box 48  
451 15 Uddevalla

magnus@ue-ab.se

## WSP kontaktperson

Fredrik Larsson  
WSP Sverige AB  
Box 13033  
40251 Göteborg

Tel: +46 10 722 50 00  
Fax: +46 10 722 74 20

www.wspgroup.se

## Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning	Förhandskopia			
Datum	2015-03-02			
Handläggare	Joakim Näslund			
Signatur				
Granskare	Fredrik Larsson			
Signatur				
Godkänd av	Fredrik Larsson			
Uppdragsnummer	10210067			

## Sammanfattning

Arbete pågår med att ta fram en ny detaljplan för del av fastigheten Knäm 2:14, med syfte att möjliggöra trafikantservice med exempelvis restaurang, kiosk, bensinstation, hus- och lastbilsuppställning. Aktuellt planområde är beläget cirka 6 km nordväst om Tanumshede utmed E6:an. WSP har fått i uppdrag att upprätta en detaljerad riskbedömning för detaljplan med avseende på transport av farligt gods på väg samt hantering av brandfarlig vara inom planerad bensinstation.

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Länsstyrelsen i Västra Götalands läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Målet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan.

De risker som har identifierats för planområdet är förknippade med farligt gods-trafiken på E6:an och tillfartsvägen samt hantering av brandfarlig vara vid planerad bensinstation.

Såväl individ- som samhällsriskberäkningar har utförts för planområdet. Då närområdet är glest befolkat blir individrisknivåerna utslagsgivande i aktuellt fall. Resultatet av individriskberäkningarna samt länsstyrelsens föreskrivna avstånd om 50 meter mellan bebyggelse och E6:an ligger till grund för följande skyddsavstånd vid nybyggnation inom planområdet:

- 50 meters skyddsavstånd mellan bebyggelse och E6:an.
- 10 meters skyddsavstånd mellan bebyggelse och tillfartsvägen.

Åtgärd om skyddsavstånd mellan planområde och E6:an respektive tillfartsvägen är vidtagen enligt nuvarande layout.

Ytterligare riskreducerande åtgärder som anses vara rimliga och kostnadseffektiva är följande:

- Från byggnader skall det finnas utrymningsvägar som inte enbart vetter mot E6:an.
- Inga tilluftsdon ska placeras i riktning mot E6:an.

Bensinstationen ska projekteras och utformas enligt gällande föreskrifter. Tillämpbara skyddsavstånd skall upprätthållas till övriga verksamheter inom och utanför anläggningen.

Uppfylls ovanstående bedöms risknivån för planområdet nå en acceptabel nivå med aktuella förutsättningar.

## Innehåll

1	Inledning .....	5
1.1	Bakgrund .....	5
1.2	Syfte och mål .....	5
1.3	Avgränsningar .....	5
1.4	Styrande dokument .....	5
1.5	Underlagsmaterial .....	6
1.6	Internkontroll.....	7
2	Områdesbeskrivning .....	7
2.1	Planområdet .....	7
2.2	Trafikantservice .....	8
2.3	Infrastruktur .....	9
2.4	Planerad bensinstation .....	10
3	Omfattning av riskhantering och metod.....	10
3.1	Begrepp och definitioner.....	10
3.2	Metod för riskinventering .....	11
3.3	Metod för riskuppskattning.....	11
3.4	Metod för riskvärdering .....	12
3.5	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder .....	14
4	Riskidentifiering.....	15
4.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor.....	15
4.2	Transportleder för farligt gods.....	15
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	18
5.1	Individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på riksväg E6 och tillfartsväg.....	18
5.2	Samhällsrisknivå med avseende på transport av farligt gods på E6:an och tillfartsväg .....	19
5.3	Sammantagen riskvärdering.....	20
6	Riskreducerande åtgärder.....	21
6.1	Skyddsavstånd .....	21
6.2	Placering av utrymningsvägar och tilluftsdon .....	21
7	Diskussion.....	22
8	Slutsatser .....	23

## Bilagor

Bilaga A.	Statistiskt underlag .....	24
Bilaga B.	Frekvensberäkningar .....	26
Bilaga C.	Konsekvensberäkningar .....	36
Bilaga D.	Referenser.....	42

# 1 Inledning

WSP har av Uddevalla Entreprenad AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för del av fastighet Knäm 2:14 i Tanums kommun. 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 del av Knäm 2:14, med syfte att möjliggöra trafikantservice med exempelvis restaurang, bensinstation och hus- och lastbilsuppställning.

Väster om planområdet löper E6:an som är primär transportled för farligt gods (1). Kortaste avstånden från E6:an till plangräns och planerad byggnation är 5 respektive 60 meter. Enligt länsstyrelsen i Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led (2). Med anledning av länsstyrelsens rekommendation upprättas denna riskbedömning.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Länsstyrelsen i Västra Götalands läns 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.

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 transport av farligt gods på E6:an samt transport och hantering av farligt gods vid planerad bensinstation. 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.

Enligt *Lagen (SFS 2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE)* ska den som bedriver en tillståndspliktig verksamhet lämna in en riskutredning enligt 7§ där bensinstationens risker för olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom studeras. Det förutsätts att bensinstationen uppfyller gällande regler för hur bensinstationer ska utformas.

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:

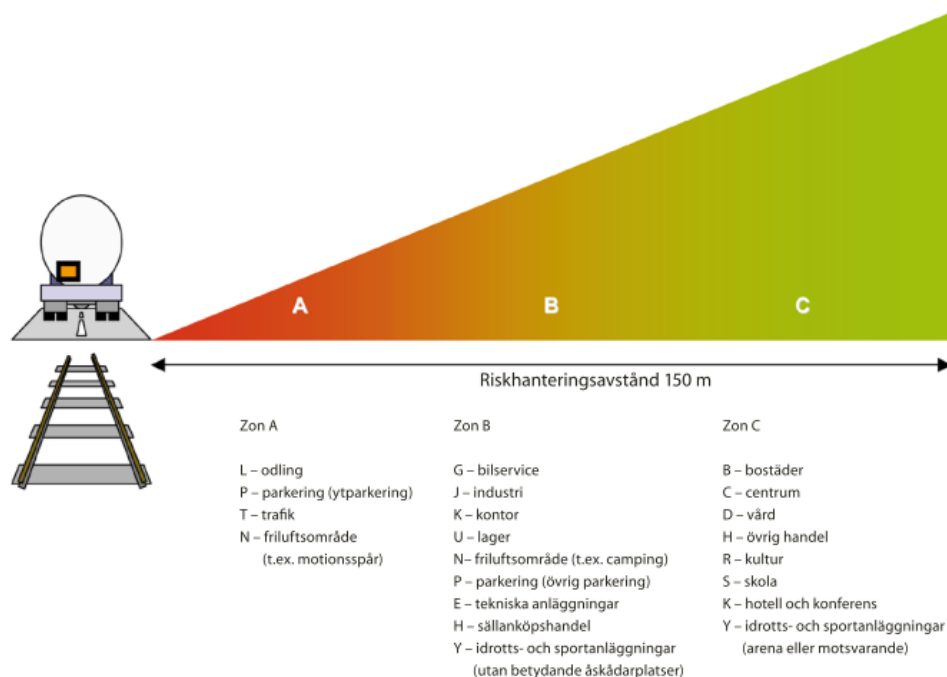
Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till:

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 detaljplanprocessen (2) anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1.1 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 1.1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods (2).

Gällande hanteringen av brandfarlig vätska har tillämpliga delar av Sprängämnesinspektionens föreskrifter och allmänna råd om hantering av brandfarliga vätskor (SÄIFS 2000:2) samt Räddningsverkets publikation *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* beaktats.

Enligt väglagen (VL47§) gäller en s.k. bebyggelsefri zon om 50 meter vid aktuell del av E6:an då avåkningsskydd saknas. Inom denna zon får inga byggnader uppföras eller åtgärder utföras som kan inverka på trafiksäkerheten utan tillstånd från länsstyrelsen (3). Vid uppförande av räcken, vall eller liknande längs vägsträckan kan avståndet eventuellt minska förutsatt länsstyrelsens medgivande.

## 1.5 Underlagsmaterial

Arbetet baseras på följande underlag:

- Illustrationskarta, bilserviceanläggning vid Knämmotet, koncept, 2015-02-10.
- Plankarta, bilserviceanläggning vid Knämmotet, koncept, 2015-02-10.
- Program till detaljplan för bilserviceanläggning vid Knämmotet, Tanums kommun, 2013-11-12.
- Länsstyrelsen Västra Götalands läns yttrande, Förslag till program för detaljplan för bilserviceanläggning vid Knämmotet, 2014-03-07.

## 1.6 Internkontroll

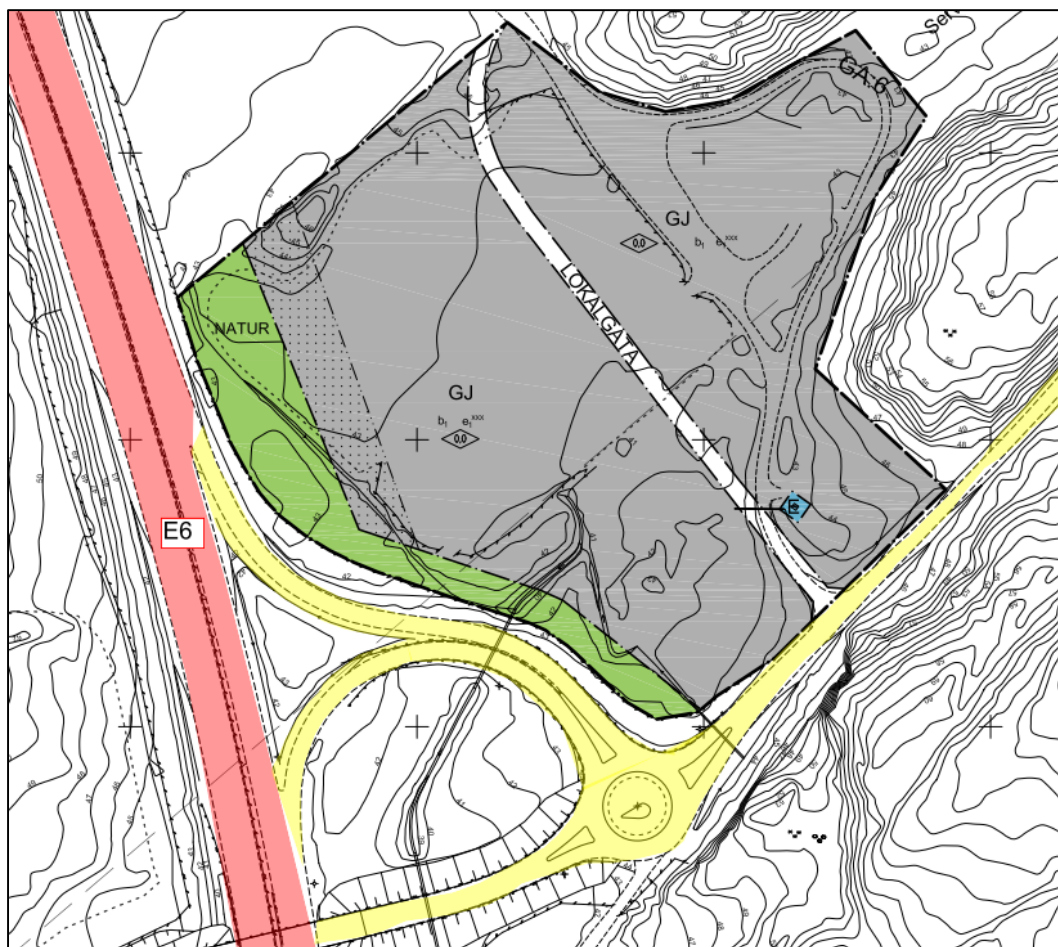
Rapporten är utförd av Joakim Näslund (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering) med Fredrik Larsson (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav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

## 2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning.

### 2.1 Planområdet

En ny detaljplan för del av Knäm 2:14 är under framtagande, se Figur 2.1. Planområdet är beläget cirka 6 km nordväst om Tanumshede utmed E6:an. Detaljplanen syftar till att möjliggöra trafikantservice med exempelvis restaurang, bensinstation samt uppställningsplatser för hus- och lastbil. Omgivningen runt det undersökta planområdet består mestadels av skog och ängsmark samt E6:an (primär transportled för farligt gods). Ingen farlig verksamhet enligt lag om skydd mot olyckor eller Sevesoverksamhet har identifierats i planområdets omgivning.



Figur 2.1. Planområde med omgivning.

## 2.2 Trafikantservice

Inom planområdet planeras trafikantservice uppföras i form av restaurang, kiosk, verksamheter, bensinstation, uppställningsplatser för hus- och lastbilar, se Figur 2.2.

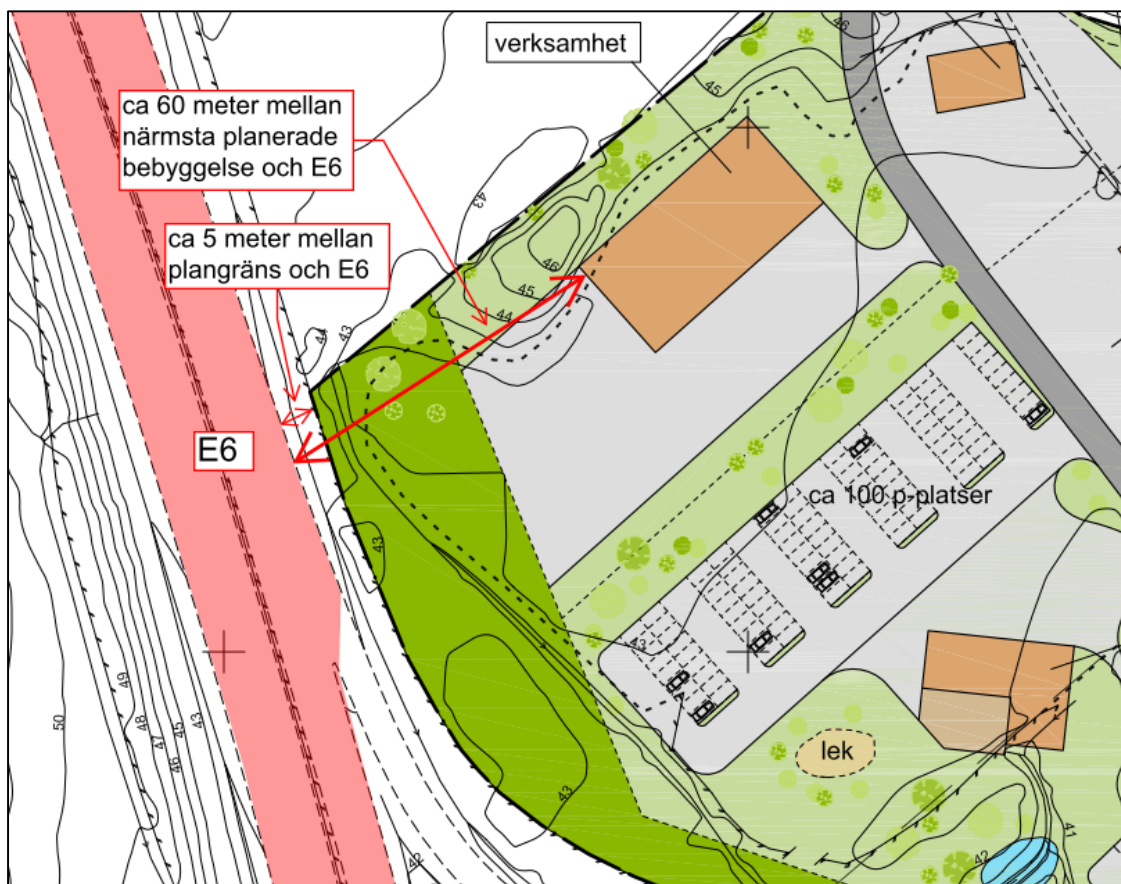


Figur 2.2. Plan för trafikantservice.



## 2.3 Infrastruktur

Väster om planområdet löper E6:an vilket är en primär transportled för farligt gods. Kortaste avståndet mellan planområdet och vägen är cirka 5 meter, se Figur 2.3. Kortaste avståndet från närmsta planerade byggnad på del av fastighet Knäm 2:14 och E6:an är cirka 60 meter, se Figur 2.3.



Figur 2.3. Kortaste avstånd mellan planområde samt planerad byggnad och E6:an.

Då aktuell del av E6:an i dagsläget inte är försedd med avåkningskydd gäller en s.k. bebyggelsefri zon enligt väglagen (VL47§) om 50 meter. Inom denna zon får inga byggnader uppföras eller åtgärder utföras som kan inverka på trafiksäkerheten utan tillstånd från länsstyrelsen (3).

Årsmedeltrafiken (ÅDT) för aktuell del av E6:an är 9550 fordon  $\pm$  18 % (3). Trafikökningen på vägsträckan har varit ca 18 % mellan 2002 och 2011 (3). Antagandet görs att trafiken kommer att fortsätta öka med ungefär 2 % per år i snitt fram till horisontår 2030. Detta medför att värdet på ÅDT som används i beräkningarna är 14 650 fordon. Andelen tung trafik på aktuell del av E6:an är ca 9 % (3).

E6:an är en primär transportled för farligt gods. Detta medför att transporter av farligt gods är vanligt förekommande på aktuell vägsträcka, se vidare Bilaga A.

Söder om planområdet löper en väg som kommer användas av fordon som ska ta sig till området för trafikantservice. Detta medför att vägen kommer användas av fordon som transporterar bränsle till automatstationen. I övrigt är detta ingen transportled för farligt gods. Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) för tillfartsvägen är beroende av hur mycket fordon som kan tänkas använda trafikantservicen. I beräkningarna har ÅDT ansatts till 1000 fordon, vilket bedöms vara konservativt.

Enligt mottagen information är det ej fastställt om området ska innefatta uppställningsplats för farligt gods-fordon. I ADR finns regler gällande hur fordon lastade med farligt gods får ställas upp vid parkering. Reglerna gäller för vissa ämnen och vid laster över en viss mängd. Ytterligare information

om uppställning av farligt gods-fordon finns i Räddningsverkets publikation *Farligt gods på vägnätet – underlag för samhällsplanering* (4).

## 2.4 Planerad bensinstation

Inom planområdet planeras två olika tankstationer, en för personbilar och en för lastbilar. Tankstationerna kommer troligen att innefatta cisterner i mark för bensin, diesel och E85. Denna riskbedömning har gjorts utifrån att ingen hantering av biogas kommer ske vid bensinstationen. Skulle det vara aktuellt med cistern för biogas skall denna handling revideras.

# 3 Omfattning av riskhantering och metod

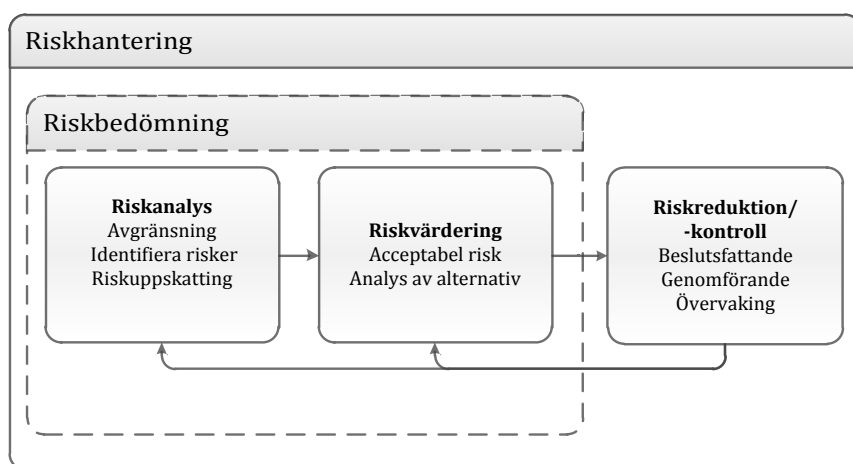
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

## 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 3.1. 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 3.1. 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

För att ta reda på vilka risker som föreligger inom aktuellt planområde har kartstudier genomförts. Information från kommun, Uddevalla entreprenad och Rådhuset arkitekter har tillsammans med kartstudierna sedan legat till grund för riskinventeringen.

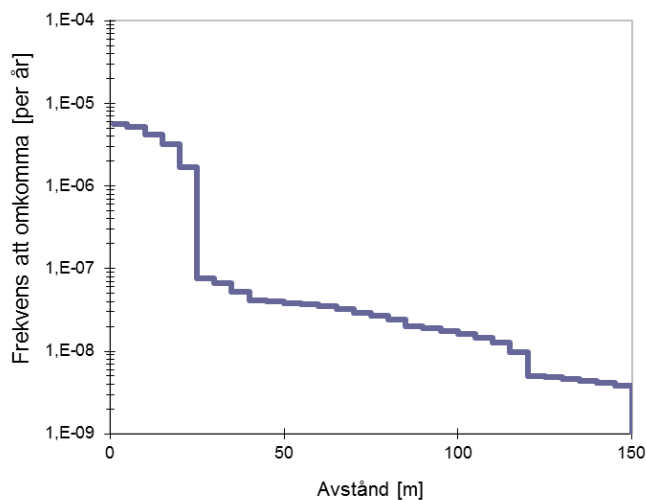
## 3.3 Metod för riskuppskattning

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägvägningsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport (7) beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägvägningsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga A.

### 3.3.1 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 (8). Individrisken 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.

Individrisken kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 3.2.

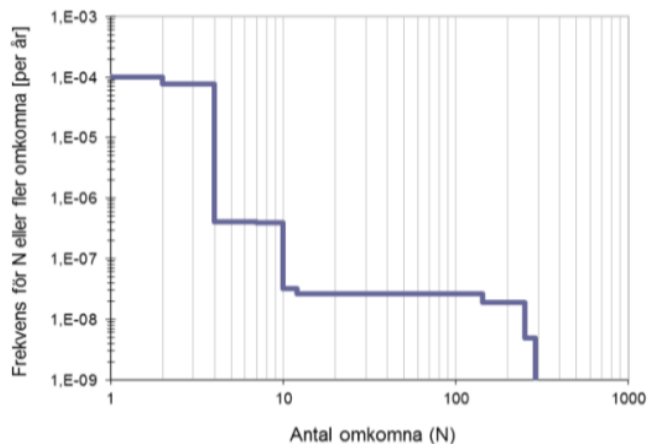


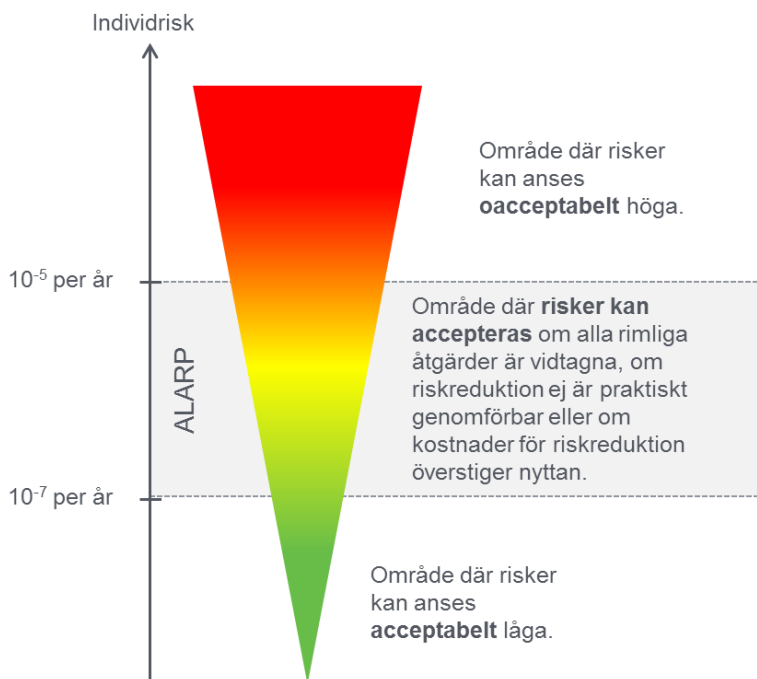
Figur 3.2. Exempel på individriskprofil.

### 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 befolkningens mängd 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.

Samhällsrisken redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 3.3, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.





Figur 3.4. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas (8):

- 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.

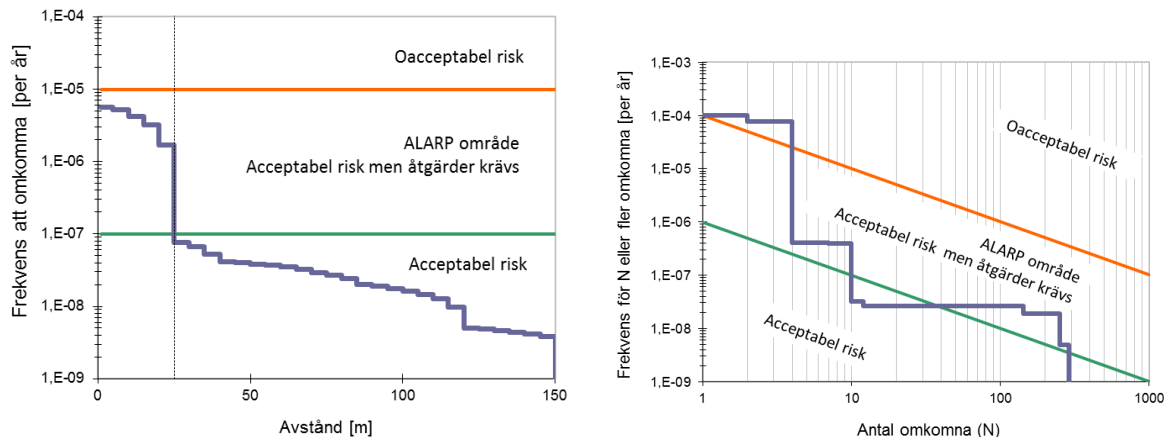
För individrisk föreslog DNV (8) följande kriterier:

- 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 (8) 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 3.5.



Figur 3.5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (8).

I denna riskbedömning redovisas individrisknivå och samhällsrisk för 1 km<sup>2</sup>.

### 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 (9), 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

De risker som har identifierats för planområdet är förknippade med farligt gods-trafiken på E6:an och tillfartsväg till trafikantservicen där intransport av drivmedel till bensinstationen sker samt hantering av brandfarlig vara vid bensinstationen. Inga övriga riskkällor, farliga verksamheter, Sevesoverksamheter etcetera har identifierats i områdets närhet.

### 4.2 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 (10) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt de så kallade ADR-S-systemen 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.

ADR-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton (10).	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m (11).
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i

	peroxider		kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (12). Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

Utifrån beskrivningarna i Tabell 1 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.

#### 4.2.1 Transport av farligt gods på E6:an

I Tabell 2 redovisas fördelningen mellan de olika farligt gods-klasserna för E6:an, se Bilaga A för mer information.

**Tabell 2. Fördelning mellan olika ADR-S klasser på E6:an.**

E6	
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	33
ADR-S klass	
1	0,15%
2.1	3,85%
2.3	0,00%
3	35,25%
5	1,05%
Övriga	59,70%

#### 4.2.2 Transport av farligt gods på infartsväg

Infartsvägen är varken primär eller sekundär transportled för farligt gods. Vägen kommer dock användas av fordon som ska ta sig till området för trafikantservice. Detta medför att vägen kommer användas av fordon som transporterar bränsle till automatstationen. Antalet leveranser till bensinstationen har konservativt antagits vara 1 transport per dag innehållande brandfarlig vätska (ADR-S klass 3).



### 4.2.3 Hantering av brandfarlig vätska vid planerad bensinstation

En av de faktorer som påverkar konsekvensen av ett utsläpp av brandfarlig vätska är utsläppets storlek. Inom spillzonen runt mätarskåpen och lossningsplatsen på bensinstationen ska marken generellt sett förses med spillplattor i betong och kring dessa ska det vara asfalterat. Inom respektive spillzon ska det finnas en brunn som leder vidare till en oljeavskiljare. Vid påfyllningsanslutningarna ska normalt ett spilltråg med volym på cirka 150 liter kunna samla upp läckage från anslutningen mellan slang och påfyllningsledning. Slangen från tankbilen rymmer cirka 100 liter och spillträget är således tillräckligt stort.

#### 4.2.3.1 Skyddsavstånd

I *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* (13) anges riktvärden för avstånd mellan objekt och utrustning vid hantering av brandfarliga vätskor på en bensinstation, vilka redovisas i Tabell 3.

**Tabell 3. Riktvärden för avstånd mellan olika objekt och utrustning vid hantering av brandfarliga vätskor på en bensinstation. Riktvärden som inte uppfylls är kommenterade inom parantes med faktiskt avstånd.**

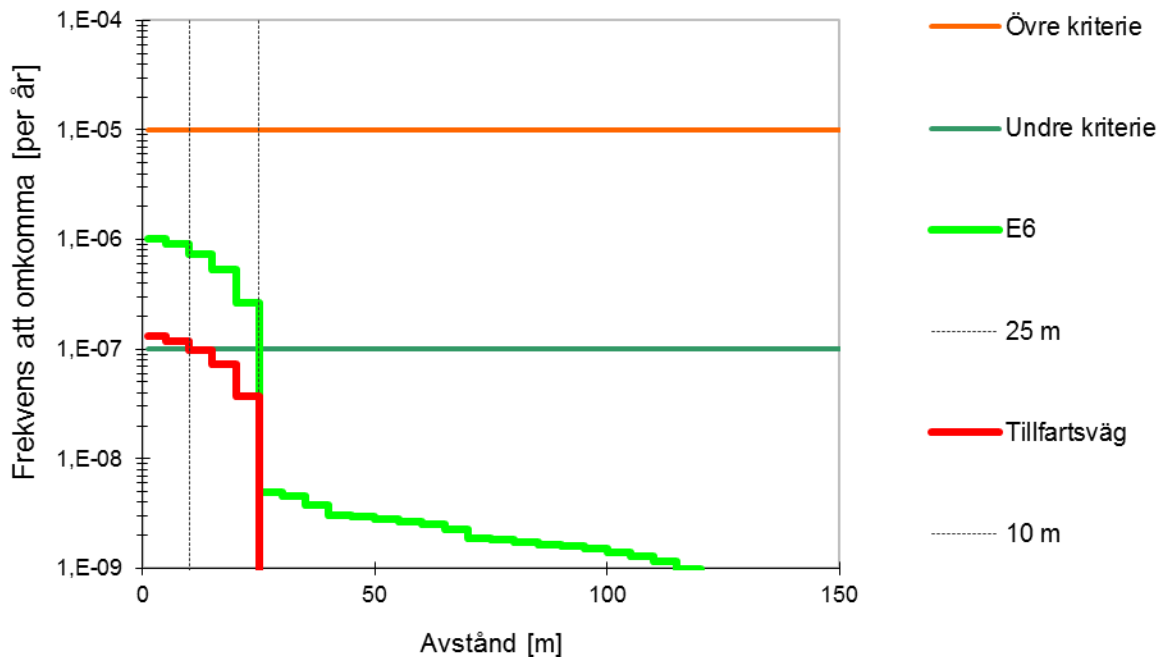
Objekt	Lossningsplats för tankfordon	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Avluftningsrörs mynning till cistern
Plats där människor vanligen vistas, t.ex. bostad, kontor, stationsbyggnad (A-byggnad), gatukök, butik, servering eller andra objekt med stor brandbelastning eller lokal där öppen eld förekommer	25	18	6	12
Stationsbyggnad (B-byggnad) samt byggnad som rymmer en verkstad där hetarbeten eller öppen eld inte förekommer	12	6 <sup>1</sup>	3	6
Utrymningsväg från stationsbyggnad <sup>2</sup>	18	9	6	12
Byggnad där människor vanligen inte vistas, t.ex. fristående förråd, garage eller objekt med låg brandbelastning	9	3	3	3
C-byggnad med lösa fabriksförslutna behållare med brandfarlig vara	12	3	3	6
Cistern ovan mark för vätska klass 1	-	3	-	-
Diesalcistern ovan mark	3	3	-	-
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Miljöstation	12	12	3	12
Båtplatser	25	25	-	18

Uppställningsplatser för hus- och lastbilar kan likställas med platser där människor vanligen vistas. Detta medför bland annat att ett avstånd om 25 meter mellan lossningsplats för tankfordon och uppställningsplatser krävs. Motsvarande avstånd för mätarskåp uppgår till 18 meter.

## 5 Riskuppskattning och riskvärdering

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för 1 km<sup>2</sup> med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods på E6:an samt transport till och hantering vid planerad bensinstation. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.4.1.

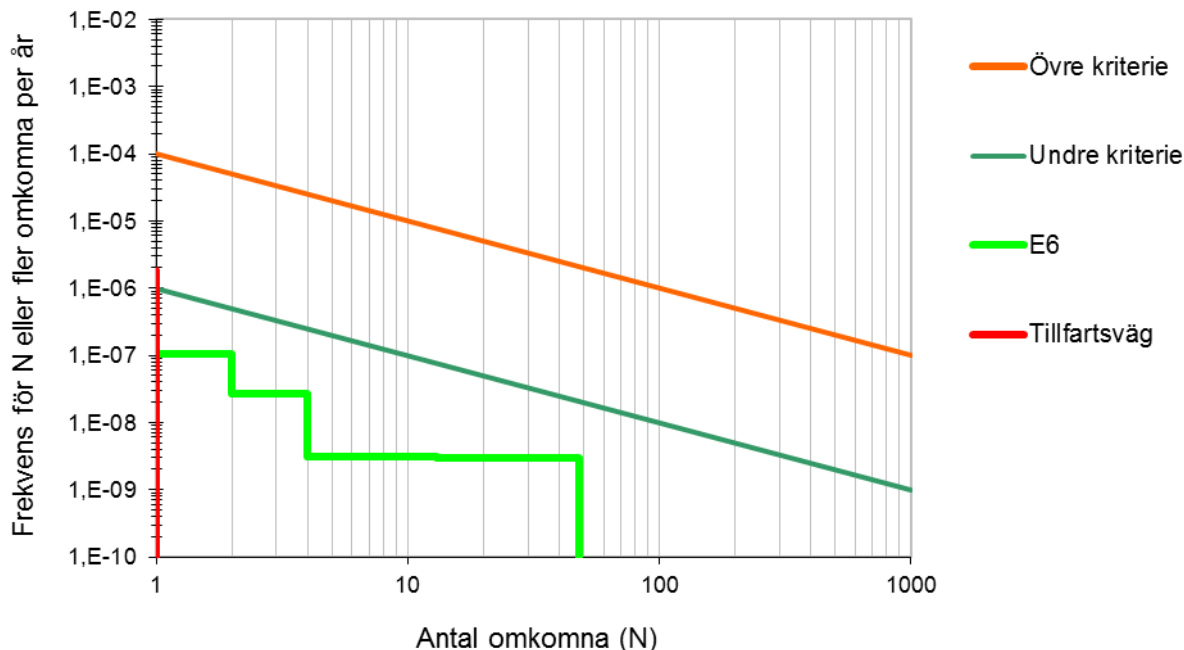
### 5.1 Individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på riksväg E6 och tillfartsväg



Figur 5.1. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E6:an samt tillfartsväg.

I Figur 5.1 illustreras individrisknivån för aktuellt område längs E6:an. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området, se avsnitt 3.4.1. Bortom 25 meter från kanten av E6:an samt 10 meter från tillfartsvägen är risknivån låg och acceptabel.

## 5.2 Samhällsrisknivå med avseende på transport av farligt gods på E6:an och tillfartsväg



Figur 5.2. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E6:an samt tillfartsväg.

I Figur 5.2 illustreras samhällsrisknivån för 1 km<sup>2</sup> längs E6:an samt tillfartsvägen. Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, förutom inom 40 meter från E6:an samt 15 meter från tillfartsvägen där inte några personer förväntas uppehålla sig (befolkningsfritt), se Bilaga C för mer information. De heldragna diagonala linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området, se avsnitt 3.4.1. Samhällsrisknivån med avseende på E6:an ligger under ALARP-området vilket innebär att risknivån är låg och acceptabel. Samhällsrisknivån med avseende på tillfartsvägen ligger till en liten del inom ALARP-området.

### 5.3 Sammantagen riskvärdering

Avståndet mellan aktuellt planområde och E6:an är cirka 5 meter. Individrisknivån är acceptabel först bortom 25 meter från vägkanten. Inom detta avstånd planeras dock ingen byggnation eller plats för stadigvarande vistelse.

Individrisknivån är acceptabel bortom 10 meter från tillfartsvägen. Inom detta avstånd planeras ingen byggnation eller plats för stadigvarande vistelse.

Samhällsrisknivån med avseende på farligt gods-transporter på E6:an samt tillfartsvägen hamnar nästan uteslutande under ALARP-området. Då uppskattningar kring persontäthet är väldigt grova blir även samhällsrisknivån väldigt grov. Individrisknivån anses bidra med en mer tillförlitlig riskbild än vad samhällsrisknivån gör.

Enligt plan är kortaste avstånd mellan ska uppställningsplatser för hus- och lastbilar och bensinautomat för lastbilar ca 12 meter. Beroende på placering av bensinautomatens olika komponenter kan placeringen medföra att riktvärden som anges i *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* (13) ej efterföljs.

## 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. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (9). De åtgärder som bedöms kunna reducera riskerna utgörs av nedanstående förslag.

### 6.1 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.

Inom skyddsavståndet kan ytparkering tillåtas. Normalt ska personer ej vistas inom skyddsavståndet och det får inte innehålla något som kan skada fordon som kör av vägen. Uteplatser bedöms ej kunna placeras inom skyddsavståndet då detta bedöms som stadigvarande vistelse.

Lämpligt skyddsavstånd mellan ny bebyggelse på Knäm 2:14 och E6:an bedöms vara minst 50 meter. Detta grundar sig i länsstyrelsens yttrande att det enligt väglagen (VL47§) gäller en s.k. bebyggelsefri zon om 50 meter vid aktuell del av E6:an då avåkningsskydd saknas. Åtgärd om skyddsavstånd är vidtagen enligt nuvarande layout då avstånd mellan planerad byggnad och E6:an är ca 60 meter. Skyddsavstånd mellan tillfartsväg och ny bebyggelse bedöms vara 10 meter vilket också uppfylls enligt nuvarande layout.

Det finns ett antal olika skyddsavstånd att beakta vid etablering av bensinstationer. Bland annat kan nämnas att avstånd mellan lossningsplats för tankfordon (brandfarlig vara klass 1) på drivmedelsstation och plats där människor vanligen vistas är 25 meter. Avstånd mellan gata/väg och lossningsplats för tankfordon skall uppgå till minst 3 meter. Till parkeringsplatser är motsvarande avstånd 6 meter (14).

Givet att tankstationsanläggningarna projekteras och utformas enligt gällande föreskrifter och att tillämpbara skyddsavstånd upprätthålls till övriga verksamheter inom och utanför anläggningen bedöms inte riskpåverkan vara så stor att ytterligare utrednings- eller åtgärdsbehov föreligger.

### 6.2 Placering av utrymningsvägar och tilluftsdon

Gällande utformning av de framtida byggnaderna bedöms också följande riskreducerande åtgärder vara rimliga och kostnadseffektiva:

- Från byggnader skall det finnas utrymningsvägar som inte enbart vetter mot E6:an.
- Inga tilluftsdon ska placeras i riktning mot E6:an.

Dessa åtgärder bedöms inte fördyra en byggnation i någon större utsträckning och är lämpliga att utföra oavsett riskbild.

## 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 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.
- 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. (15)

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. (15)

## 8 Slutsatser

De risker som har identifierats för planområdet är förknippade med farligt gods-trafiken på E6:an och tillfartsvägen samt hantering av brandfarlig vara vid planerad bensinstation.

Såväl individ- som samhällsriskberäkningar har utförts för planområdet. Då närområdet är glest befolkat blir individrisknivåerna utslagsgivande i aktuellt fall. Resultatet av individriskberäkningarna samt länsstyrelsens föreskrivna avstånd om 50 meter mellan bebyggelse och E6:an ligger till grund för följande skyddsavstånd vid nybyggnation inom planområdet:

- 50 meters skyddsavstånd mellan bebyggelse och E6:an.
- 10 meters skyddsavstånd mellan bebyggelse och tillfartsvägen.

Åtgärd om skyddsavstånd mellan planområde och E6:an respektive tillfartsvägen är vidtagen enligt nuvarande layout.

Ytterligare riskreducerande åtgärder som anses vara rimliga och kostnadseffektiva är följande:

- Från byggnader skall det finnas utrymningsvägar som inte enbart vetter mot E6:an.
- Inga tilluftsdon ska placeras i riktning mot E6:an.

Bensinstationen ska projekteras och utformas enligt gällande föreskrifter. Tillämpbara skyddsavstånd skall upprätthållas till övriga verksamheter inom och utanför anläggningen.

Uppfylls ovanstående bedöms risknivån för planområdet nå en acceptabel nivå med aktuella förutsättningar.

## 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 (7) 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 (12) 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 prognos för trafikflödet år 2030.

Årsmedeltrafiken (ÅDT) för aktuell del av E6:an är 9550 fordon  $\pm$  18 % (3). Trafikökningen på vägsträckan har varit ca 18 % mellan 2002 och 2011 då senaste mätningarna gjordes (3). Antagandet görs att trafiken kommer att fortsätta öka med ungefär 2 % per år i snitt fram till horisontår 2030. Detta medför att värdet på ÅDT som används i beräkningarna är 14 650 fordon. Andelen tung trafik på aktuell del av E6:an är ca 9 % (3). Av den tunga trafiken antas 2,5 % utgöra transporter med farligt gods (16).

**Tabell 4. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för E6:an.**

	E6
ÅDT [fordon per dygn]	14650
Hastighetsgräns [km/h]	110
Antal fordon med FG	33,0
Olyckskvot	0,26
Andel singelolyckor	0,6
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,00
Förväntat tidsintervall mellan FG olycka [år]	228,3



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

Statistik från Räddningsverket (nuv. MSB) visar transporterade mängder farligt gods längs den aktuella vägsträckan av E6:an. Tabell 5 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån 2006 års transportstatistik samt uppskattade medellastmängder per transport från den nationella statistiken längs den aktuella vägsträckan av E6:an (17).

**Tabell 5. Antalet farligt godstransporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.**

	E6
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	33
ADR-S klass	
1	0,15%
2.1	3,85%
2.3	0,00%
3	35,25%
5	1,05%
Övriga	59,70%

Infartsvägen är varken primär eller sekundär transportled för farligt gods. Vägen kommer dock användas av fordon som ska ta sig till området för trafikantservice. Detta medför att vägen kommer användas av fordon som transporterar bränsle till automatstationen. Antalet leveranser till bensinstationen har konservativt antagits vara 1 transport per dag innehållande brandfarlig vätska (ADR-S klass 3).

## Bilaga B. Frekvensberäkningar

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km 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.

Nedan redovisas beräkningsmetodik och händelseträd för E6:an. Samma metodik används för beräkningar som innefattar tillfartsvägen.

### B.1. ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål (10). 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.

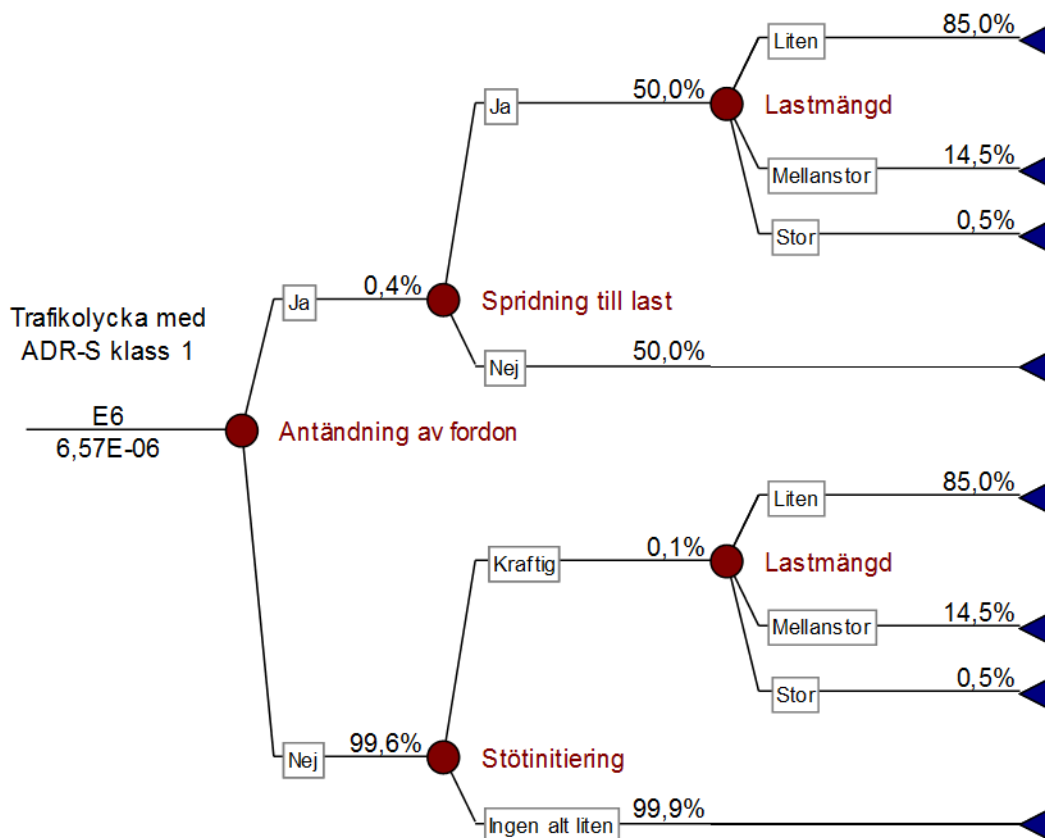
#### B.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) (18) utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexlosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande.

Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

#### B.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur B.1 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen. Dessa sannolikheter ligger till grund för frekvensberäkningar och motiveras i texten.



Figur B.1. Händelse-träd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

#### B.1.2.1. Antändning av fordon

De brandscenarier som kan leda till påverkan på lasten bedöms i huvudsak kunna uppkomma om transporten är involverad i en olycka som föranleder brand eller till följd av fordonsfel som leder till brand, till exempel överhettade bromsar eller elektriska fel.

Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer (19). Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % (20) (21).

#### B.1.2.2. Brandspridning till lasten

Sannolikheten för spridning till last och detonation beror på vilken typ av ADR-S klass som involveras, vilket ämne, brandens storlek, mängden transporterat ämne med mera.

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats (22), med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor.

Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan (23), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

### B.1.2.3. Stöt

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s (24). Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO (25) anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %.

Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

### B.1.2.4. Fördelning mellan lastmängder

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen (26) (27).

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) (17) anger att genomfartstrafik utgör omkring 0,5 % av alla transporter med farligt gods. Transporter med 16 ton antas därmed utgöra mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Detta överensstämmer med uppgifter från tre stora transportörer, som anger att andelen transporter med så stora lastmängder utgör mindre än 1 % av det totala antalet transporter med explosiva varor (28). Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktclasserna uppgår enligt Polisens (29) tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen som anges i Tabell 6 nedan, för lastmängder av explosiva ämnen. Den representativa lastmängden är ett viktat medelvärde utifrån fördelningen av de ingående lastmängderna.

Tabell 6. Fördelning mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd för konsekvensberäkningar
Mycket stor	(16 000 kg)	0,5 %	16 000 kg
Mellanstor	(500-5000 kg)	14,5 %	1 500 kg
Liten	(<500 kg)	85 %.	150 kg

## B.2. ADR-S Klass 2 – Gaser

ADR-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.

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) (10). Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådausläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

## B.2.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga<sup>1</sup>. Brandfarliga gaser är ofta luktfria (30). Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg (23).

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).

### B.2.1.1. Representativt ämne

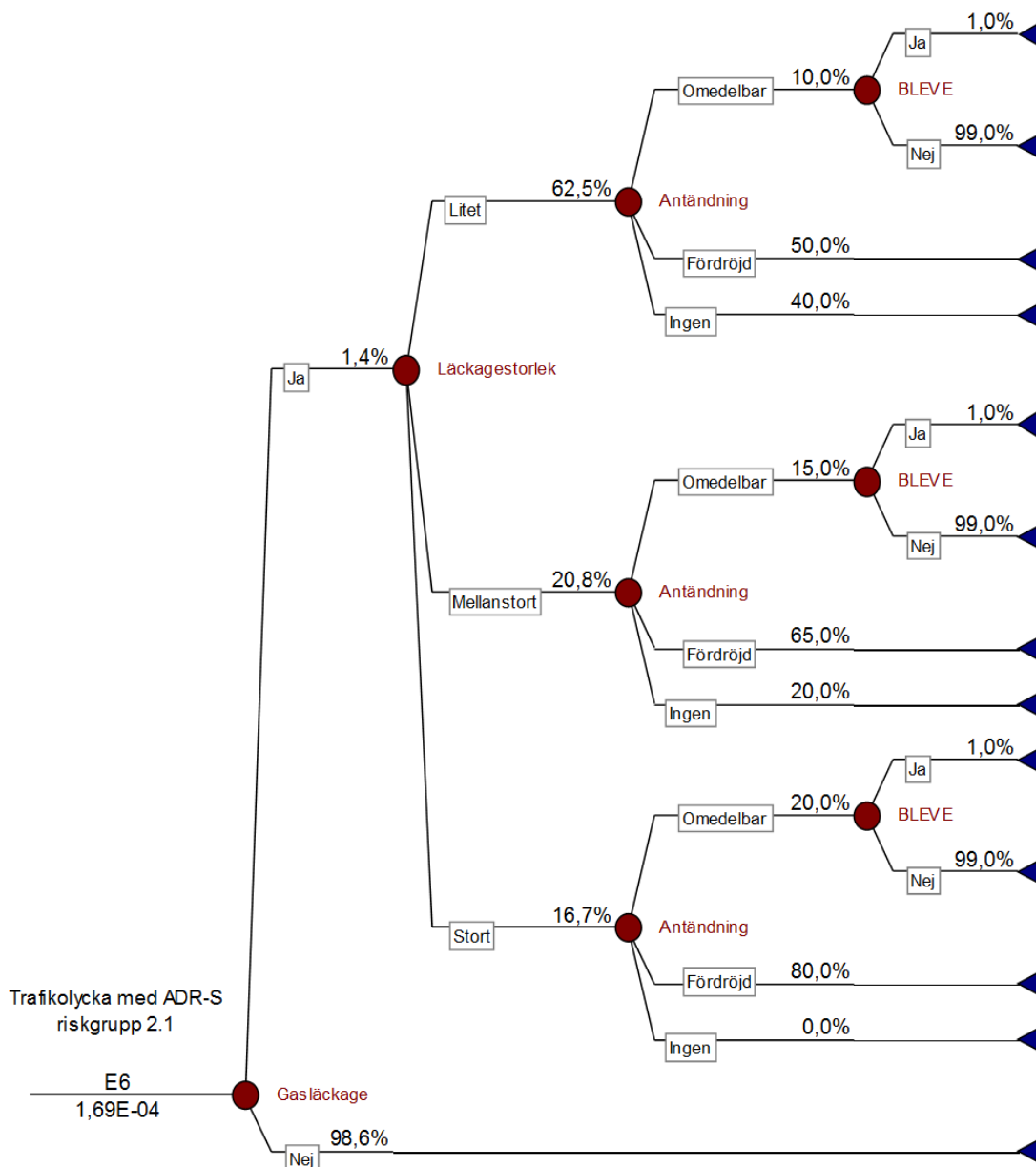
Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

## B.2.2 Händelseträdd med sannolikheter

Figur B.2 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.

---

<sup>1</sup> Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.



Figur B.2. Händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

### B.2.2.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet (31). Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 (7), vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på  $40 \cdot 1/30 = 1,3\%$ .

### B.2.2.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i (7) utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm<sup>2</sup>. Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % (7).

### B.2.2.3. Antändning

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % (32), varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

### B.2.2.4. BLEVE

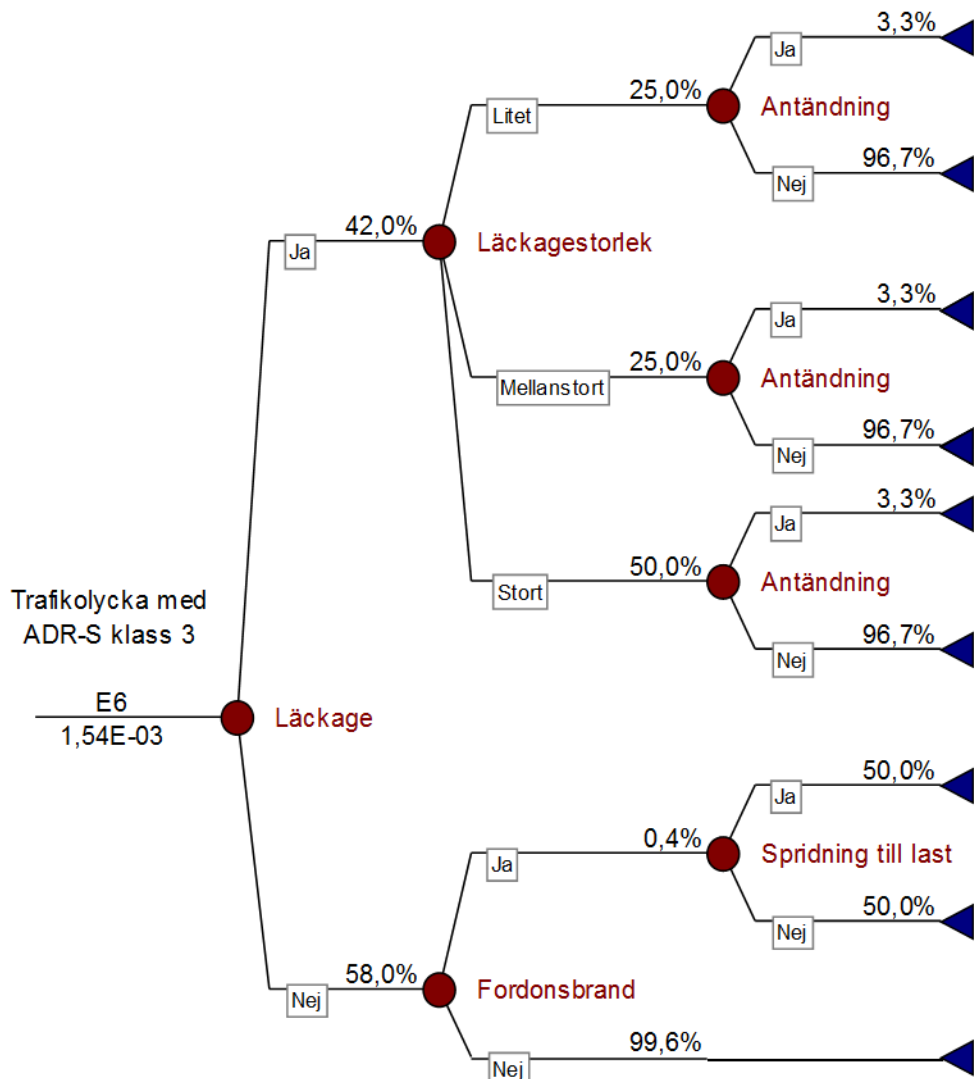
En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken rämnar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta tycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar ska infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

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

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

### B.3.1 Händelseträäd med sannolikheter

Figur B.3 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur B.3. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

#### B.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 40 % (7).

#### B.3.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller class 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset (33) (34). Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % (7). De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m<sup>2</sup> (*litet*), 200 m<sup>2</sup> (*mellanstort*) samt 400 m<sup>2</sup> (*stort*).

#### B.3.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 (35). 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 % (25).

#### B.3.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt B.1.2) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

## B.4. ADR-S Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

ADR-S klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

### B.4.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera (10).

Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel och tillhör riskgrupp 5.1. 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 tryckupbyggnad, eller om det blandas med organiskt material (36). Baserat på uppgifter från Yara i Köping (37) och FOI (38) 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 ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper (39).

### B.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

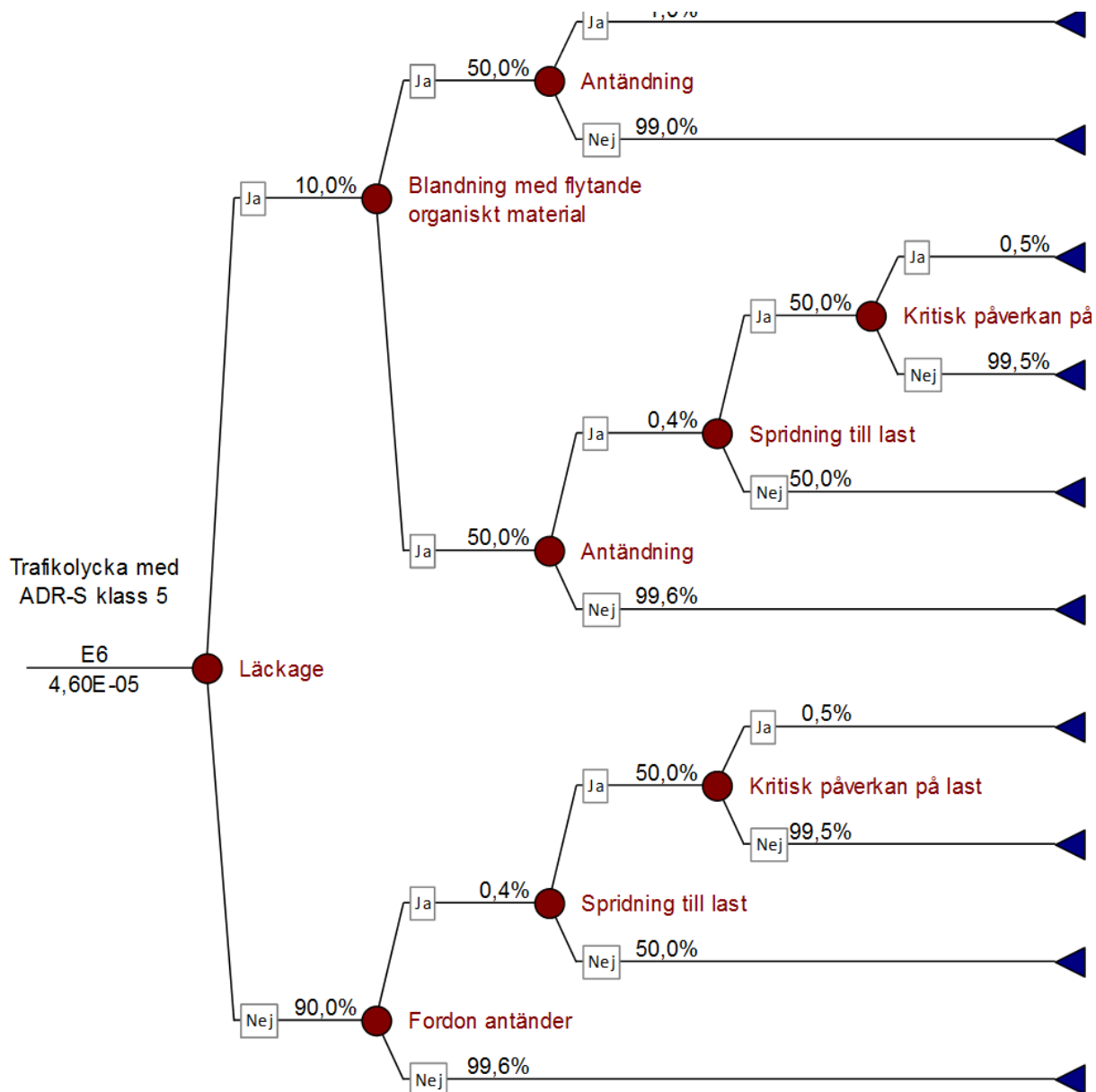
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne (30). 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.

#### B.4.2.1. Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter (40), bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

#### B.4.2.2. Händelsetråd med sannolikheter

Figur B.4 redovisar ett händelsetråd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur B.4. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

#### B.4.2.3. Läckage

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton (41). Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

#### B.4.2.4. Blandning med flytande organiskt material

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det först blandas med ett organiskt flytande ämne såsom. Idealt för att

ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitratet blandas med bränslet homogent eller att de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitraten. Till följd av begränsat statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.

#### B.4.2.5. Antändning av blandning

För att blandningen av ammoniumnitrat och bränsle ska explodera krävs att energi tillförs. I denna bedömning har explosion till följd av olyckan antagits ske med en sannolikhet av 1 %. Antagandet baseras på statistik avseende antändning av ett utsläpp med brandfarlig vätska och bedöms vara en konservativ uppskattning då brandfarlig vätska antas vara mer lättantändlig.

#### B.4.2.6. Antändning av oblandat gods

Sannolikheten för en antändning efter ett utsläpp av lasten, men utan att den blandats med organiskt material, bedöms utifrån ämnets egenskaper vara lika stor som sannolikheten att fordonet i sig fattar eld vid olyckan, det vill säga 0,4 %.

#### B.4.2.7. Antändning av fordon vid olycka

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt B.1.2) är denna cirka 0,4 %.

#### B.4.2.8. Brandspridning till lasten

För att ett explosivt förlopp ska ske i detta fall krävs tillförsel av energi i form av antingen en brand eller detonation i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. Sannolikheten för att fordonsbranden ska sprida sig till lastutrymmet beror bland mycket annat på fordonets utformning och hur lasten förvaras. Enligt tidigare resonemang antas sannolikheten för brandspridning till lasten vara 50 %.

#### B.4.2.9. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C (37). Antändning av ammoniumnitrat/bränsleblandning kan övergå till ett självunderhållande sönderfall (som behandlats ovan) medan ren ammoniumnitrat är så stabil att ett eventuellt sönderfall upphör då värmekällan avlägsnas (36). Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

## B.5. 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 Bilaga C).

## Bilaga C. Konsekvensberäkningar

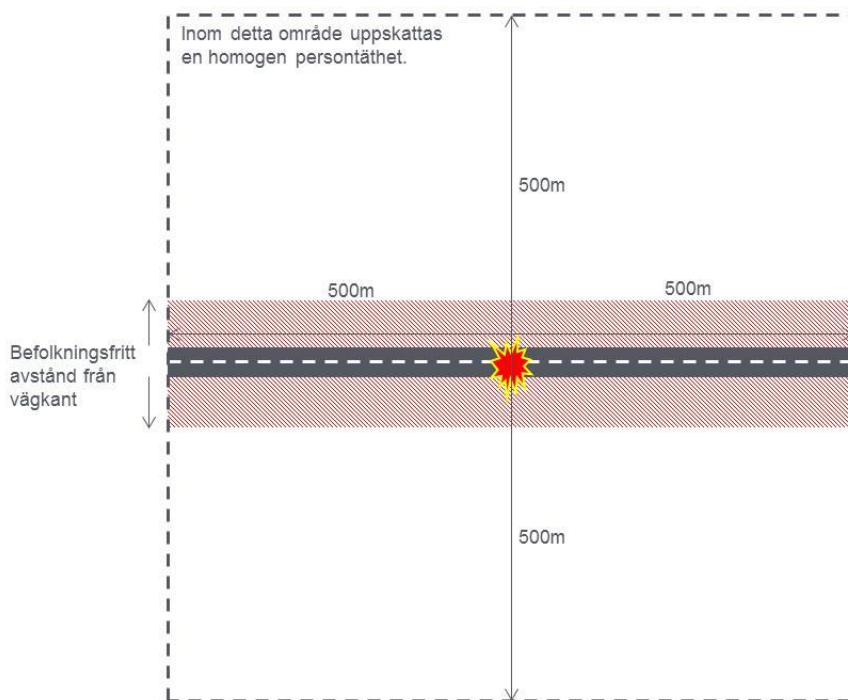
Tabell 7 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Uppdelningar i två olika konsekvensindex för explosioner beror på att två olika konsekvensavstånd särskiljs, vilket förklaras vidare i C.3. Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive ADR-S klass.

**Tabell 7. Samtliga scenarier som kan ge upphov till dödliga konsekvenser.**

ADR-S Klass	Konsekvensindex	Scenario
1	1a	Liten explosion
	1b	
	2a	Mellanstor explosion
	2b	
	3a	Stor explosion
	3b	
2.1	1	BLEVE
	2	Liten jetflamma
	3	Gasmolnsexplosion
	4	Mellanstor jetflamma
	5	Stor jetflamma
2.3	1	Litet läckage låg vindstyrka
	2	Litet läckage hög vindstyrka
	3	Mellanstort läckage låg vindstyrka
	4	Mellanstort läckage hög vindstyrka
	5	Stort läckage låg vindstyrka
	6	Stort läckage hög vindstyrka
3	1	Liten pölbrand
	2	Mellanstor pölbrand
	3	Stor pölbrand
5	1a	Explosion
	1b	
	2	Brand

### C.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. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor från centrum av det aktuella planområdet samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur C.1.



**Figur C.1. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.**

Persontätheten för aktuellt område kommer i stort sett utgöras av människor som besöker trafikantservicen. Utformning av verksamheter, restaurang, uppställningsplatser, etc. kommer således ha stor påverkan på vilken persontäthet som kommer gälla för området. I beräkningarna har 1000 personer/km<sup>2</sup> använts vilket anses vara ett konservativt värde.

Det antas att befolkningstätheten är densamma på dagen som på natten.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 40 respektive 15 meter ett befolkningsfritt avstånd från väggkant. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. 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.

## C.2. Antagande om olyckans placering

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från väggkant närmast området.

Om det finns en mittbarriär eller avståndet mellan två körriktningar är stort används ett differentierat konsekvensavstånd. Individriskkurvor från respektive körfält slås ihop till en, där det ena körfältets konsekvensavstånd korrigerats för att gälla för det ökade avståndet från väggkanten. Grafen visar fortfarande risken på ett avstånd från väggkant närmast området.

## C.3. ADR-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) (42).

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 (43). Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

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

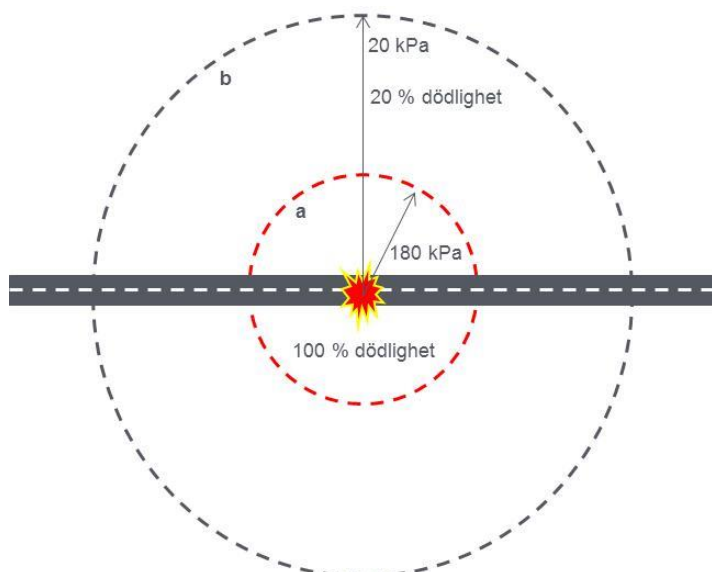
- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa i enlighet Figur C.2.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* (44) har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 8. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

**Tabell 8. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstötstången.**

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ kPa
Liten explosion	150 kg	13 m	41 m
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 m	88 m
Stor explosion	16 000 kg	62 m	193 m



Figur C.2. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

## C.4. ADR-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.

## C.5. ADR-S riskgrupp 2.1 – 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* (45) används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i (16), för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 9. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm <sup>2</sup> ]
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.

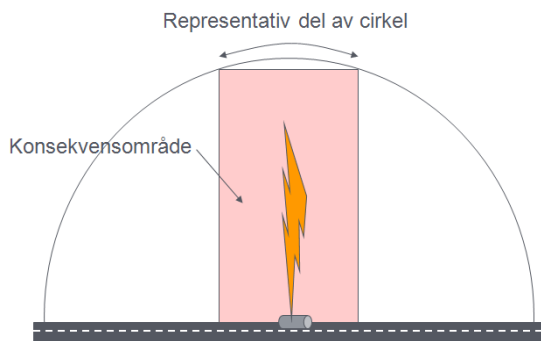
## C.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (43). Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

## C.7. 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* (43), där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (46) 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 C.3.



Figur C.3. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

## C.8. 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* (45) 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 enligt Figur C.2.

## C.9. 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  $15 \text{ kW/m}^2$ . 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 (23) (47).

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m<sup>2</sup> (*litet*), 200 m<sup>2</sup> (*mellanstort*) respektive 400 m<sup>2</sup> (*stort*). För olyckor vid lossning av brandfarlig vätska vid bensinstation har pölstorlekarna enligt tidigare antagits till 3, 50 och 300 m<sup>2</sup>. All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar (23). I Tabell 10 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

**Tabell 10. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m<sup>2</sup>) för olika pölstorlekar.**

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning > 15 kW/m <sup>2</sup> från pölkant	Vinkel [grad]
	3 m <sup>2</sup>	3,7 m	
Litet utsläpp	50 m <sup>2</sup>	12 m	Litet utsläpp
Mellanstort utsläpp	200 m <sup>2</sup>	22,5 m	Mellanstort utsläpp
	300 m <sup>2</sup>	27 m	
Stort utsläpp	400 m <sup>2</sup>	30 m	Stort utsläpp

## C.10. 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.

### C.10.1.1. 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 (39). 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.

### C.10.1.2. 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 D. Referenser

1. **Räddningsverket.** *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006.* u.o. : Statens räddningsverk, 2006b.
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. **Samuelsson, Bodil.** Muntlig. u.o. : Länsstyrelsen, 2015-02-27.
4. **Trafikverket.** VTF på webb. *Trafikverket.* [Online] [Citat: den 19 02 2015.] <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>.
5. **Räddningsverket .** *Farligt gods på vägnätet - underlag för samhällsplanering .* Karlstad : Räddningsverket , 1998.
6. **IEC.** International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneve : 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. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** Värdering av risk. *FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
10. **Räddningsverket och Boverket.** Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
11. **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.
12. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
13. **VTI.** Konsekvensanalys av olika olycks scenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. *VTI-rapport 387:4.* u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
14. **Räddningsverket.** *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer.* Karlstad : Räddningsverket, 2008.
15. —. *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer.* Maj 2008.
16. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** VTI rapport 387:1. 1994.
17. **TRAFKA.** *Lastbilstrafik 2009 Swedish national and international road goods transport 2009. Statistik 2010:3.* u.o. : Trafikanalys, 2010.
18. **MSB.** Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2015-02-25. <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Vag/>. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
19. **Gustavsson, Marlene.** Muntligen 2008-01-10. u.o. : Räddningsverket, 2008.
20. **Ingasson, Haukur, o.a., o.a.** *Räddningsinsatser i vägtunnlar.* u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
21. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
22. **VTI.** Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
23. **PIARC.** *Fire and smoke control in road tunnels.* u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
24. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92.* u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
25. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
26. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
27. **Daggård, Tomas.** Muntligen 2010-01-11. u.o. : Orica Services Nora, 2008.
28. **Pålsson, Tord.** Muntligen 2008-01-09. u.o. : Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
29. **Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik.** Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB. *Muntligen: 2007-01-30.* 2007.

30. **Jansson, Patrik.** Muntligen 2008-01-16. *Polisens tillståndsenhet.* 2008.
31. **Halmemies, Sakari.** *Räddningskemi - Farliga ämnen. Publikation 10/2000.* u.o. : Räddningsverket, 2000.
32. **Wahlqvist, Jan.** Muntligen 2010-07-08. *LPG-ansvarig.* u.o. : Statoil, 2010.
33. *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.
34. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
35. **Gammelgåård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
36. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08. <https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
37. *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.
38. **Karlsson, Lars-Håkan.** Muntligen: 2008-03-18. u.o. : Yara International ASA, Köping, 2008.
39. **Magnusson, Johan.** Muntligen 2008-03-18. *Skydd och verkan.* u.o. : FOI, Tumba, 2008.
40. **Forsén, Rickard.** *Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI MEMO 2774.* u.o. : FOI, 2009.
41. **VROM.** *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances (PGS 3).* u.o., Holland : Ministerier van VROM, 2005.
42. **Havai, Jan.** Muntligen 2008-04-18. *Transportavdelningen.* u.o. : Yara AB, Köping, 2008.
43. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** *Verkan av explosioner i det fria.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.
44. **FOA.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
45. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
46. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
47. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
48. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.

**WSP Sverige AB**

Box 13033

40251 Göteborg

Tel: +46 10 722 50 00

Fax: +46 10 722 74 20

[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE

