



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



## Riskbedömning för detaljplan

Transport av farligt gods på väg

Detaljplan för flerbostadshus på Vivsta 3:11 i centrala Timrå

2016-10-06

**Konceptrapport**

## Uppdragsgivare

AB Timråbo

## WSP kontaktperson

Fredrik Larsson  
Box 13033  
402 51 Göteborg  
Besök: Ullevigatan 19  
Tel: +46 10 7225000  
Fax: +46 10 7227420  
WSP Sverige AB  
Org nr: SE556057488001  
Styrelsens säte: Stockholm  
<http://www.wspgroup.se>

## Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning	Konceptrapport			
Datum	2016-10-06			
Handläggare	Malin Jyrinki			
Signatur	MJ			
Uppdragsansvarig	Fredrik Larsson			
Signatur	FL			
Granskare	Katarina Herrström			
Signatur	KH			
Uppdragsnummer	10238820			

## Sammanfattning

AB Timråbo arbetar med att ta fram en detaljplan för ett flerbostadshus på fastigheten Vivsta 3:11 i centrala Timrå. Syftet med planen är att pröva ny markanvändning på den för närvarande obebyggda fastigheten. Planområdet ligger nära väg E4, på vilken farligt gods transporteras.

WSP har fått i uppdrag att upprätta en detaljerad riskbedömning med avseende på riskpåverkan från transport av farligt gods. Syftet med riskbedömningen är att uppfylla Länsstyrelsen i Västernorrlands krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Målet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan samt att föreslå åtgärder vid behov.

Vid läget för planområdet är individrisknivån att betrakta som acceptabel. Samhällsrisiknivån är även den att betrakta som acceptabel, med rekommendationen att möjliga riskreducerande åtgärder genomförs för att minska påverkan på planområdet av eventuell explosion eller gasutsläpp.

De åtgärder som anses förmildra konsekvenserna mest avseende explosion och gasutsläpp är ventilationsåtgärder samt goda möjligheter till utrymning från byggnaden. WSP rekommenderar ett system för nödavstängning så att ventilation (samt dörrar och fönster) kan stängas manuellt vid t.ex. ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten). Därtill bör utrymning från byggnaden medges i riktning bort från väg E4.

Slutligen görs bedömningen att risknivån, med rekommenderade åtgärder, är acceptabel och att det inte finns några invändningar mot planerad exploatering avseende på närheten till farligt gods-transporterna på väg E4.

# Innehåll

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 .....	7
1.6	Internkontroll.....	7
2	Områdesbeskrivning .....	8
2.1	Planområde .....	8
2.2	Infrastruktur .....	9
3	Omfattning av riskhantering och metod.....	10
3.1	Begrepp och definitioner .....	10
3.2	Metod för riskinventering .....	10
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
4.3	Drivmedelsstation .....	16
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	17
5.1	Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter .....	17
5.2	Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter .....	18
5.3	Risiknivå avseende drivmedelsstation .....	18
5.4	Riskvärdering .....	18
6	Riskreducerande åtgärder.....	19
6.1	Behov av riskreducerande åtgärder.....	19
6.2	Möjliga riskreducerande åtgärder .....	19
6.3	Sammanfattning av rekommenderade åtgärder.....	19
7	Diskussion och osäkerheter .....	20
8	Slutsatser .....	21

## Bilagor

Bilaga A. Frekvens- och sannolikhets-uppskattningar .....	22
Bilaga B. Konsekvensuppskattningar .....	34
Bilaga C. Referenser .....	41

# 1 Inledning

WSP har av AB Timrå fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för ett flerbostadshus på fastigheten Vivsta 3:11 i Timrå 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

Syftet med planen är att pröva ny markanvändning på fastigheten Vivsta 3:11, belägen vid Köpmansgatan i centrala Timrå. Fastigheten har en yta på cirka 1450 m<sup>2</sup> samt är för nuvarande obebyggd, gräsbevuxen och glest trädplanterad. Eftersom efterfrågan på nya bostadslägenheter i Timrås centrala delar ökat de senaste åren planeras ett nytt flerbostadshus om åtta våningar. Det innebär cirka 35-40 nya lägenheter och eventuella allmänna lokaler såsom kontor i byggnadens bottenvåning.

Väster om planområdet löper väg E4, som är transportled för farligt gods (1). Avståndet mellan bebyggelsen inom planområdet och väg E4 är cirka 130 meter.

Enligt Länsstyrelsen i Västernorrlands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led (2). Med anledning av länsstyrelsens krav upprättas denna riskbedömning.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Länsstyrelsen i Västernorrlands 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 och värdera riskpåverkan på planområdet och vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

## 1.3 Avgränsningar

I riskbedömningen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på väg E4. 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:

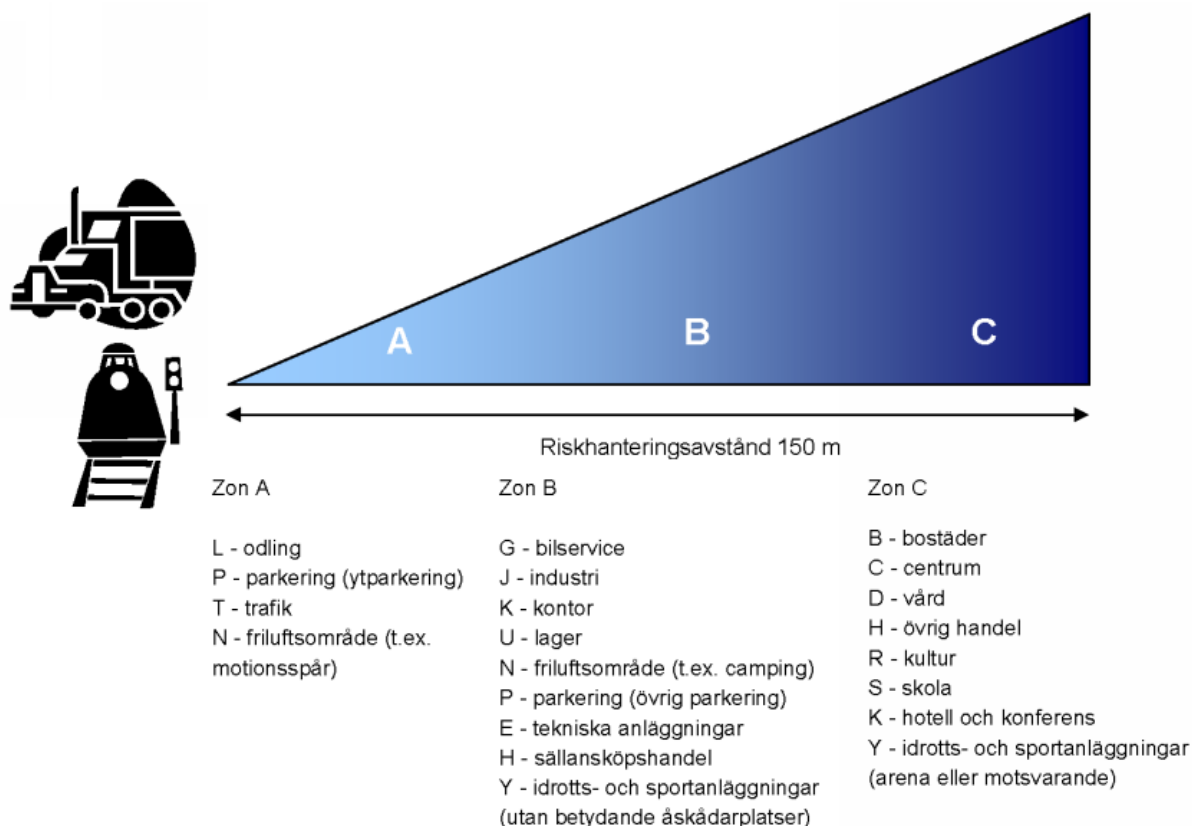
1. människors hälsa och säkerhet, ... (2 kap. 5§)

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§).

**Konceptrapport**

Länsstyrelsen i Västernorrlands län anger i dokumentet Riskhantering i detaljplaneprocessen (3) 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).**

## 1.5 Underlagsmaterial

Arbetet baseras på följande underlag:

- Illustrationsplan, TM.Konsult Teknik & Arkitektur, 160525
- Tidigt utkast av Planbeskrivning, Hans-Anders Kempe per e-post 160907
- Illustrerande bild av planerad bebyggelse, Hans-Anders Kempe per e-post 160907

## 1.6 Internkontroll

Rapporten är utförd av Malin Jyrinki (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 Katarina Herrström (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering).

## 2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av det aktuella planområdet samt dess omgivning.

### 2.1 Planområde

En ny detaljplan för fastigheten Vivsta 3:11 är under framtagande, se Figur 2. Beskrivande bild över planområdet Syftet med detaljplanen är att möjliggöra byggnation av ett nytt flerbostadshus. Detaljplanen kommer även att medge kontorsverksamhet i byggnadens bottenvåning. Bebyggelsen uppförs med 8 våningar med 4-5 lägenheter per våningsplan, vilket ger cirka 35-40 lägenheter, Figur 3. Illustration över byggnaden.

Bebyggelsen inom planområdet planeras på ett avstånd om cirka 130 meter öster om väg E4.



Figur 2. Beskrivande bild över planområdet.





Figur 3. Illustration över byggnaden.

## 2.2 Infrastruktur

I följande avsnitt beskrivs den infrastruktur som löper vid planområdet.

### 2.2.1 Väg E4

Väster om planområdet löper väg E4 i nordsydlig riktning. Vägen utgör motorväg med två filer i vardera riktningen. I höjd med planområdet finns också påfart samt avfart till och från vägen. Väg E4 är utpekad som primär transportled för farligt gods. Hastighetsbegränsningen är 110 km/h. Enligt prognoser för år 2035 bedöms trafiken (ÅDT, fordon/årsmedeldygn) komma att uppgå till 31 223 fordon/dygn på väg E4 förbi planområdet (4). Samtliga farligt gods-klasser är tillåtna på väg E4.

### 2.2.2 Ådalsbanan

Öster om planområdet löper Ådalsbanan, vilken utgör transportled för farligt gods. Ådalsbanan är belägen 220 meter ifrån planområdet.

### 2.2.3 Drivmedelsstation

Nordöst om planområdet finns en drivmedelsstation (Ingo) som hanterar brandfarlig vara i form av bensin, diesel och etanol. Avstånd till denna verksamhet uppgår till knappt 70 meter enligt Figur 2.

## 3 Omfattning av riskhantering och metod

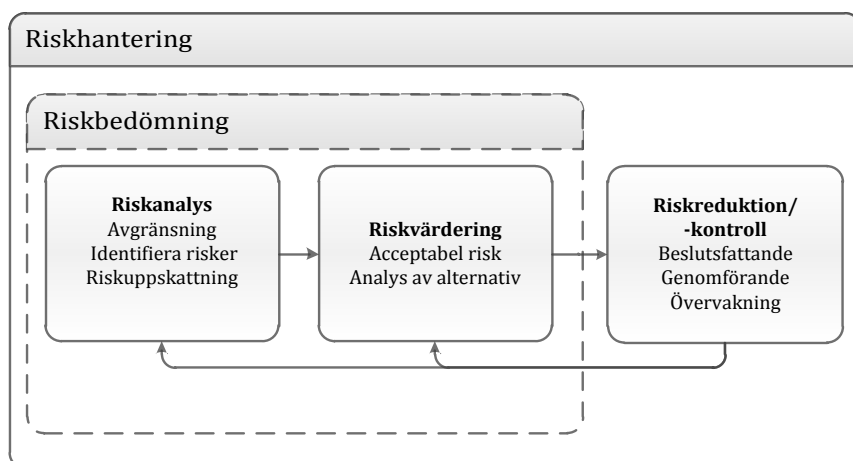
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

### 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 4. 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 4. 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 område har kartstudier genomförts.

### 3.3 Metod för riskuppskattning

Riskbedömningen utgör i aktuellt fall en kvantitativ bedömning av de skadescenarier som kan inträffa vid transport av farligt gods. Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis antal omkomna per år (7).

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

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

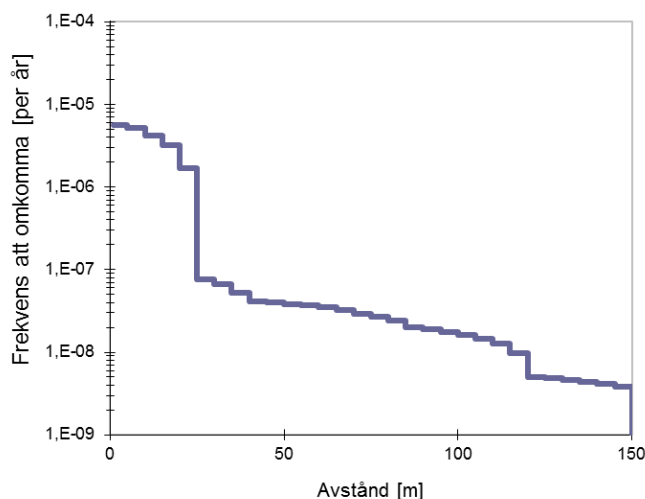
I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttan individrisk och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter.

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

#### 3.3.1 Individrisk

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 5.



Figur 5. Exempel på individriskprofil.

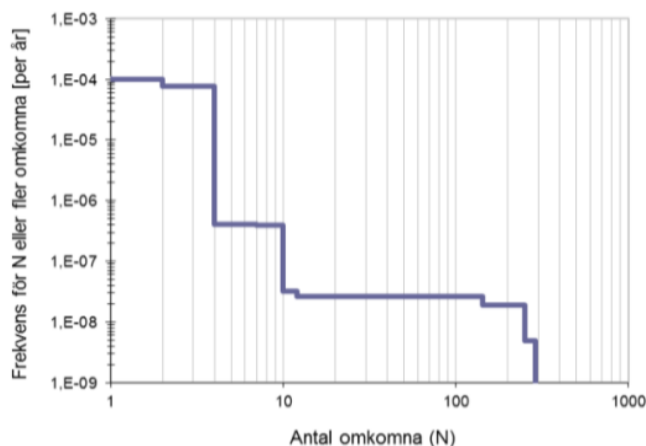
#### 3.3.2 Samhällsrisk

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

**Konceptrapport**

inom det aktuella området, i form av befolkningsmängd 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 6, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.



**Figur 6. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.**

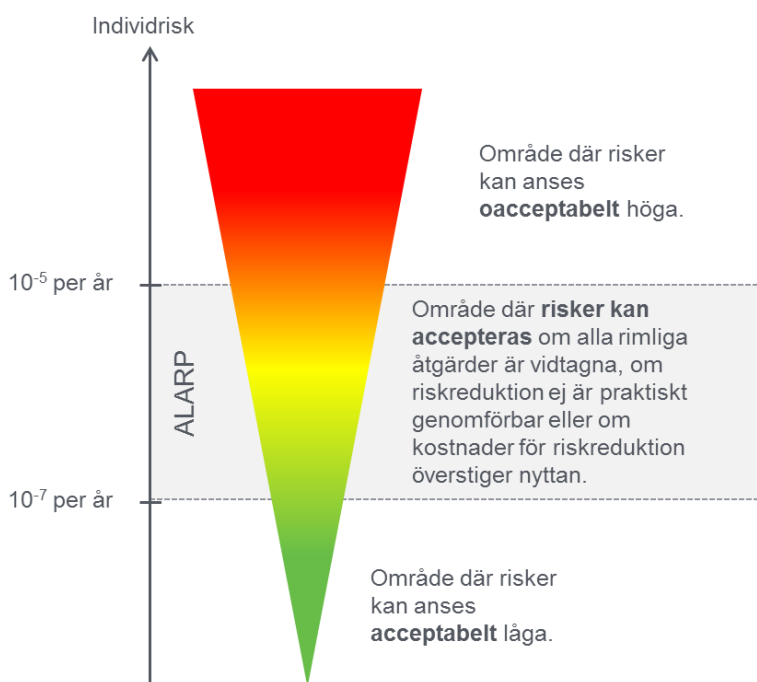
I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

### 3.4 Metod för riskvärdering

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

#### 3.4.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på riskkriterier (8) gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 7.



**Figur 7. 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-nyttanalys.
- De risker som kategoriseras som låga kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

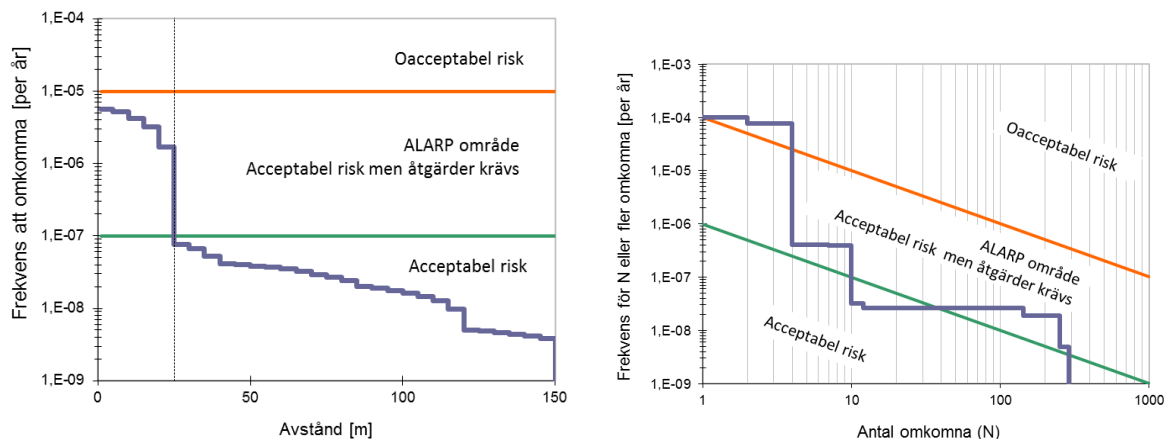
För individrisk föreslog DNV (8) följande kriterier:

- 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 8.

**Konceptrapport**

**Figur 8. 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 presenteras identifierade riskkällor samt en sammanställning av de olycksscenarioer som beaktas vidare i rapporten.

### 4.1 Identifiering och beskrivning av riskkällor

De risker som har identifierats för planområdet är främst förknippade med farligt gods-trafiken på väg E4 men också en befintlig drivmedelsstation i planområdets närhet. Ådalsbanan är belägen drygt 220 meter från planområdet vilket innebär att gällande skyddsavstånd efterlevs avseende Ådalsbanan.

Inga övriga riskkällor, såsom farliga verksamheter, Sevesoverksamheter, et cetera 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 det så kallade ADR-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 inom ADR-S 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.

**Konceptrapport**

ADR-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
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 ämnen och mängder bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; ADR-S-klass 1, 2, 3 och 5. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

### 4.3 Drivmedelsstation

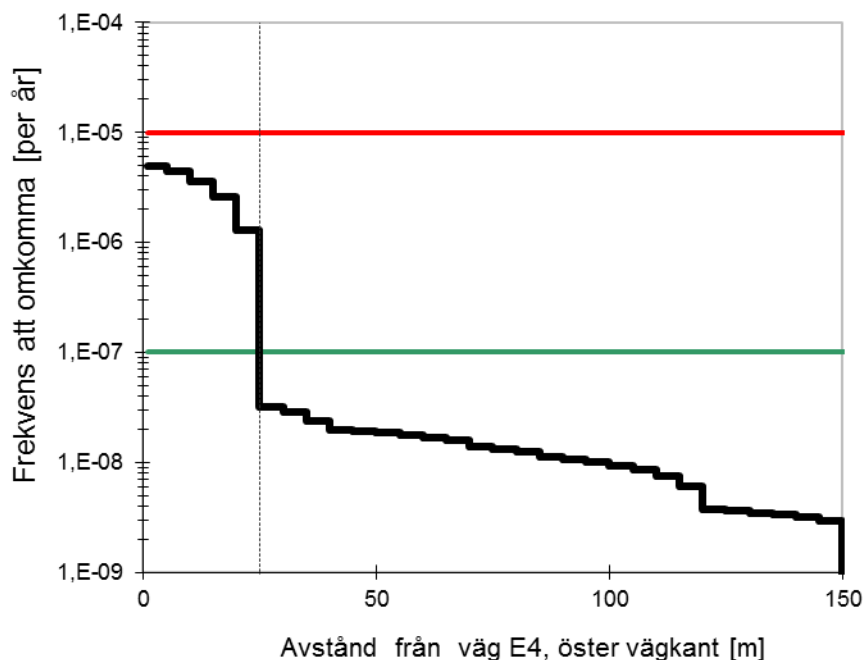
Nordöst om planområdet finns en drivmedelsstation (Ingo) som hanterar brandfarlig vara i form av bensin, diesel och etanol. Avstånd till denna verksamhet uppgår till knappt 70 meter enligt Figur 2 i avsnitt 2.2.3.



## 5 Riskuppskattning och riskvärdering

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier i närområdet förknippade med farligt gods. Beräkningarna baseras på trafikprognoser för år 2035. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av DNV:s acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.4.

### 5.1 Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter



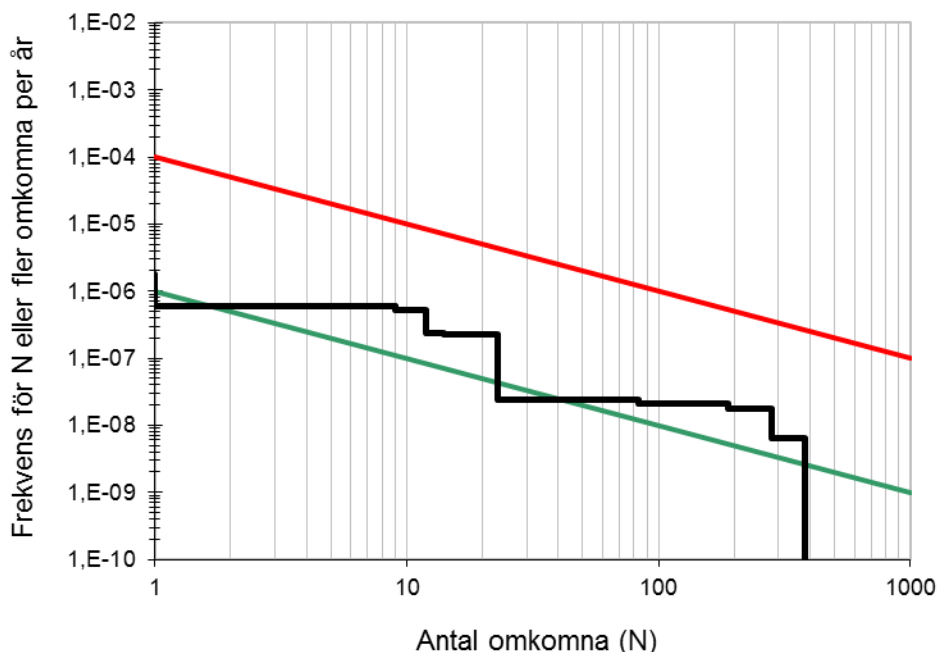
**Figur 9. Individrisknivå för planområdet med avseende på identifierade riskscenarier (x-axelns skala (0) utgår från kanten av väg E4:s östra körbana närmast planområdet).**

I Figur 9 illustreras individrisknivån för planområdet vid horisontår 2035. Denna risknivå är en sammanräkning av samtliga identifierade riskscenarier.

De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området enligt DNV:s kriterier, se avsnitt **Error! Reference source not found.** Inom cirka 25 meter, mätt från väggkant för väg E4:s östra körbana är individrisken i övre delen av ALARP-området och kan betraktas som oacceptabel om inte nyttan av verksamheten är mycket stor och det är praktiskt möjligt att genomföra riskreducerande åtgärder. Bortom dessa 25 meter är individrisken att betrakta som acceptabel.

Bebyggelsen planeras på cirka 130 meter från väggkant för väg E4 östra körbana. På detta avstånd är individrisken acceptabel och inga krav på riskreduktion ställs enligt DNV:s kriterier. Individrisknivån tar inte hänsyn till persontätheten inom området. Således är det nödvändigt att även studera samhällsrisknivån.

## 5.2 Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter



Figur 10. Samhällsrisknivå för planområdet med avseende på identifierade riskscenarier.

I Figur 10 illustreras samhällsrisknivån för planområdet. De raka linjerna markerar övre och undre gränser för ALARP-området enligt DNV:s kriterier, se avsnitt **Error! Reference source not found.** Enligt dessa kriterier ligger risken i nedre delen av ALARP-området och i övrigt inom acceptabel nivå.

## 5.3 Risknivå avseende drivmedelsstation

Enligt SÄIFS 2000:2 rekommenderade avstånd mellan olika skyddsobjekt och brandfarlig vätska i cistern eller lös behållare gäller för en byggnad i brännbart material och en volym av brandfarlig vätska (klass 2b och 3) på >100 m<sup>3</sup> ett skyddsavstånd på 25 meter (13). Den planerade byggnationen är placerad cirka 70 meter ifrån drivmedelsstationen, se Figur 2, vilket innebär att skyddsavståndet hålls och att byggnaden ej bör påverkas vid eventuella utsläpp.

## 5.4 Riskvärdering

Figur 9 visar att individrisknivån är acceptabel på ett avstånd av 130 meter från väggkant. Figur 11 visar att samhällsrisknivån befinner sig i de nedre delarna av ALARP eller är acceptabla.

Samhällsrisknivån beräknas på en area av 1 km<sup>2</sup> och baseras på bland annat persontäthet inom denna area. Således ger inte den planerade byggnationen en avsevärd ökning av samhällsrisknivån då denna heller inte kommer att ge en betydande ökning av persontätheten i området.

Däremot rekommenderas vissa riskreducerande åtgärder för att reducera konsekvenser av gasspridning och/eller explosion på planområdet. Förslag på sådana ges i nästkommande kapitel.

## 6 Riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder identifieras utifrån det specifika planförslaget samt Boverkets och Räddningsverkets rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (9). De åtgärder som bedöms kunna reducera effekterna av de scenarier som ger störst bidrag till risknivån redovisas.

### 6.1 Behov av riskreducerande åtgärder

Resultaten av riskuppskattningen visar att möjliga riskreducerande åtgärder bör beaktas för att minska samhällsrisknivån enligt DNV:s värderingskriterier, se avsnitt **Error! Reference source not found.** De identifierade olycksscenarier som i störst grad påverkar samhällsrisknivån är explosion (ADR-S klass 1 och 5) samt spridning av giftig gas (ADR-S klass 2.3) eftersom dessa scenarier har långa konsekvensavstånd.

### 6.2 Möjliga riskreducerande åtgärder

Det är svårt att reducera frekvenserna för olycka eftersom riskkällan inte kan påverkas i detaljplanesammanhang. Därför ges primärt förslag på konsekvensbaserade åtgärder. Nedan listas ett antal möjliga riskreducerande åtgärder med relevans för den specifika risksituationen.

#### 6.2.1 Möjlighet till utrymning

Inom planområdet bör byggnaden utformas så att utrymning bort från riskkällan medges.

#### 6.2.2 Ventilationsåtgärder

Byggnadens exponerade fasad bör utföras med täta fasader och förses med nödavstängningsmöjlighet på ventilationen. Friskluftsintag på oexponerad sida bör placeras så högt som möjligt. För bostäder kan detta vara svårt att styra med tanke på öppningsbara balkongdörrar, fönster etc. Dock bör generellt ventilationen förses med nödavstängningsmöjlighet så att ventilation (samt dörrar och fönster) kan stängas manuellt vid t.ex. ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten).

### 6.3 Sammanfattning av rekommenderade åtgärder

De åtgärder som anses förmildra konsekvenserna mest avseende explosion och gasutsläpp är ventilationsåtgärder samt goda möjligheter till utrymning från byggnaden. WSP rekommenderar ett system för nödavstängning så att ventilation (samt dörrar och fönster) kan stängas manuellt vid t.ex. ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten). Därtill bör utrymning från byggnaden medges i riktning bort från väg E4.

## 7 Diskussion och osäkerheter

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

- Personantal inom området
- Trafikprognoser till horisontåret 2035
- Information om flödet av farligt gods på väg E4 förbi planområdet
- Utformning och disposition av etableringar
- Schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar
- Antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas. Av denna anledning är behovet av känslighetsanalys litet. Det bedöms att mindre variationer i indata inte skulle ge underlag för en annan slutsats än den som dras efter utförda beräkningar.

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. (14)

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. (14)

## 8 Slutsatser

De risker som har bedömts påverka undersökt planområde är förknippade med farligt gods-trafiken på väg E4. Vid läget för planområdet är individrisknivån att betrakta som acceptabel och inga riskreducerande åtgärder fordras för att minska individrisknivån. Samhällsrisknivån är även den att betraktas som acceptabel, förutsatt att möjliga riskreducerande åtgärder genomförs för att minska planområdets påverkan av eventuell explosion eller gasutsläpp.

Rekommenderade åtgärder för att minska risken för gasutsläpp och explosion är ventilationsåtgärder samt möjlighet till utrymning från byggnaden. Genomförs dessa åtgärder kan det konstateras att planerad markanvändning kan anses lämplig med avseende på närheten till farligt gods-transporterna på väg E4.

## Bilaga A. Frekvens- och sannolikhets-uppskattningar

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.

### A.1. Statistiskt underlag och prognoser

Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2035.

#### A.1.1 Väg E4

År 2014 var ÅDT (fordon/årsmedeldygn) 20600 på aktuellt vägavsnitt förbi planområdet (4). Trafikverket rekommenderar en uppräknings gällande trafikmängder för risk och bulleranalyser (schablonmässigt 2 % ökning per år). Uppräknat till prognosår 2035 bedöms då trafiken komma att uppgå till cirka 31223 fordon/dygn på väg E4 förbi planområdet.

#### A.1.2 Andel tungtrafik

Utav den totala trafiken förutsätts cirka 12 % utgöras av tung trafik (4).

#### A.1.3 Andel farligt gods

Av den tunga trafiken förutsätts cirka 2,5 % utgöras av transporter med farligt gods (15).

#### A.1.4 Indata i beräkningsmodellen

Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används följande värden, se Tabell 2.

**Konceptrapport****Tabell 3. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för undersökt alternativ.**

	E4
ÅDT [fordon per dygn]	31223
Hastighetsgräns [km/h]	110
Antal fordon med FG	93,7
Olyckskvot	0,6
Andel singelolyckor	0,3
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,03
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	28,7

**A.1.5 Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna**

År 2013 genomfördes omkring 321 000 inrikes transporter med farligt gods med svenska lastbilar och den totala mängden farligt gods var drygt 6 000 000 ton, fördelat på en total stäcka av cirka 55 000 000 kilometer (16).

Tabell 4 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån ett medelvärde av antalet körda kilometer med transporter av farligt gods över hela landet, år 2008-2013, vilket anses representera den undersökta vägsträckan (17).

**Tabell 4. Antalet farligt godstransporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser.**

	E4
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	93,669
ADR-S klass	
1	1,20%
2.1	5,12%
2.3	0,03%
3	60,36%
5	3,18%
Övriga	30,10%

**A.1.6 Metodik för 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.

## A.2. 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.

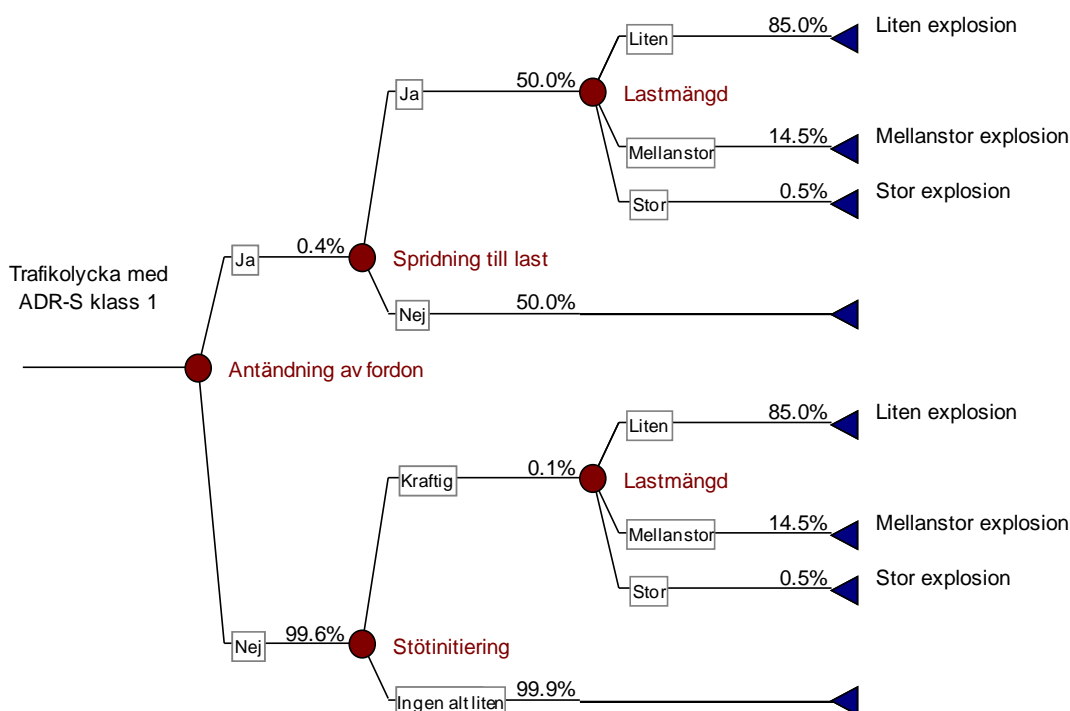
### A.2.1 Transporterad mängd

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 massexplosion). 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.

### A.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 12 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 12. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.



## **Konceptrapport**

### A.2.2.1. 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).

### A.2.2.2. 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 %.

### A.2.2.3. 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 %.

### A.2.2.4. 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) (28) 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 (29). Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktclasserna uppgår enligt Polisens (30) tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen som anges i Tabell 5 nedan, för lastmängder av explosiva ämnen. Den representativa lastmängden är ett viktat medelvärde utifrån fördelningen av de ingående lastmängderna.

**Tabell 5. 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

### A.3. 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 vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

#### A.3.1 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 (31). Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg (23).

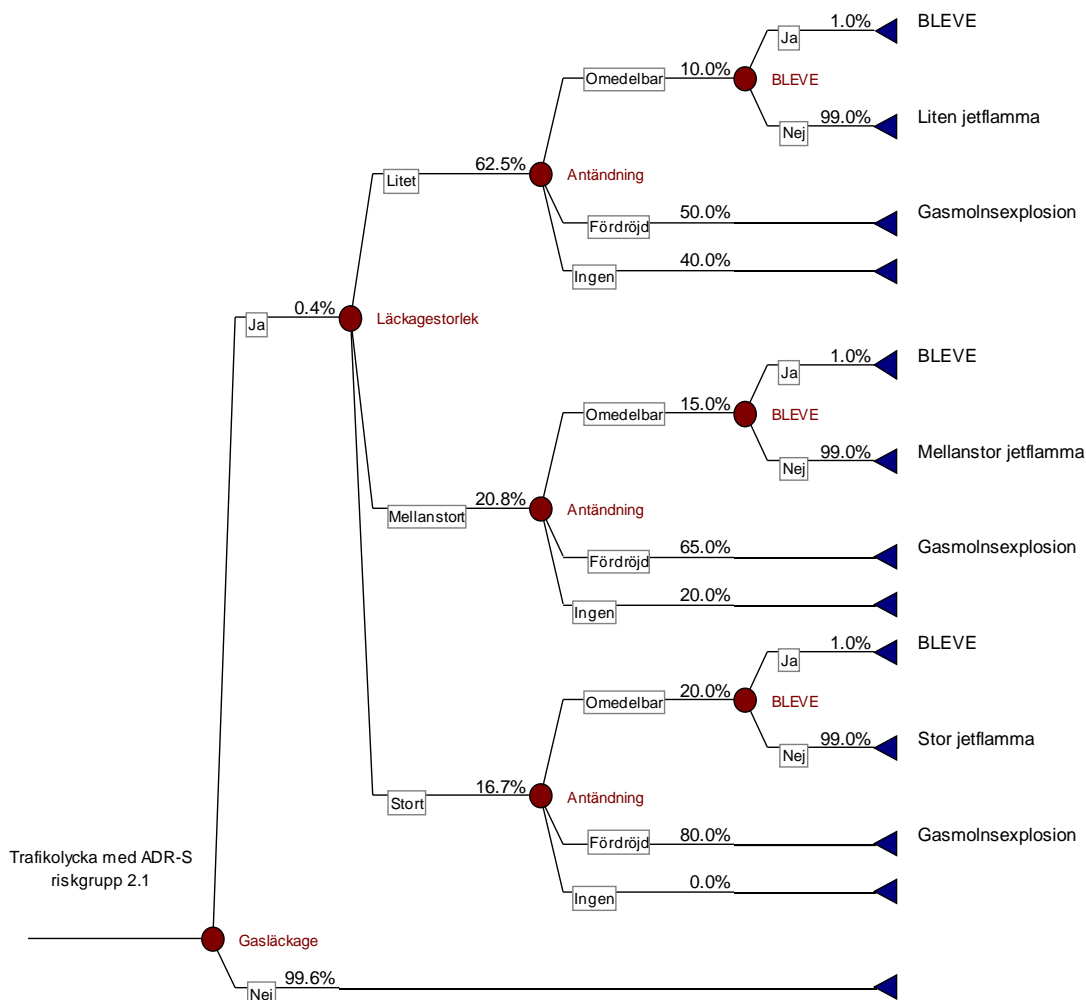
För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart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

##### A.3.1.1. 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.

#### A.3.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 13 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.

**Konceptrapport**

Figur 13. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

#### A.3.2.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet (32). 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  $13\% \cdot 1/30 = 0,43\%$ .

#### A.3.2.2. 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).

#### A.3.2.3. 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

**Konceptrapport**

och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % (33), 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 %.

**A.3.2.4. 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 rämmar. 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 trycket. 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 %.

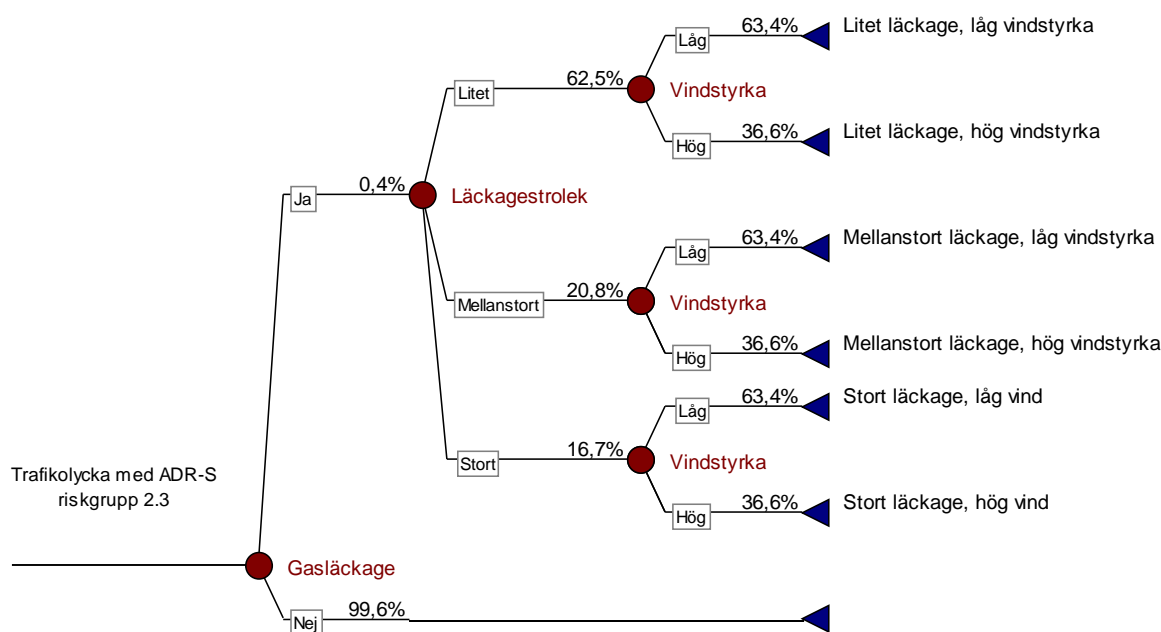
**A.3.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser**

ADR-S riskgrupp 2.3 omfattar giftiga gaser, exempelvis ammoniak, fluorväte, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Vissa giftiga gaser är också brandfarliga, som exempelvis ammoniak.

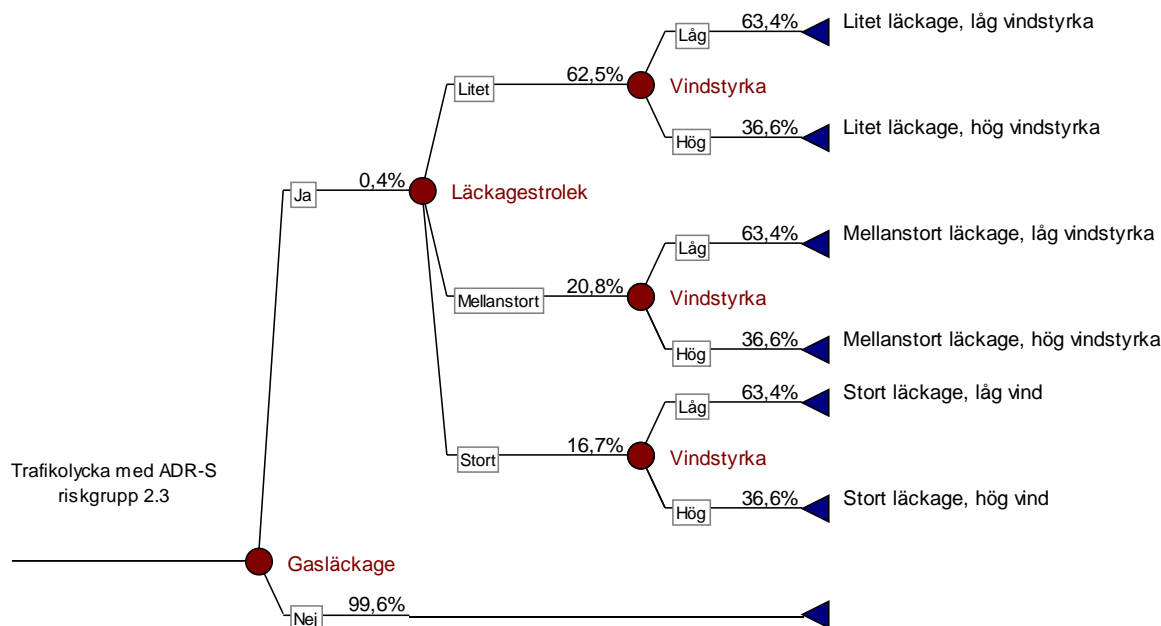
**A.3.3.1. Representativt ämne**

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 den mest toxiska gas som transporteras på väg, så fortsättningsvis beaktas konsekvenser av en olycka med svaveldioxid.

Händelseträäd med sannolikheter



Figur 14 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.

**Konceptrapport**

Figur 14. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

#### A.3.3.2. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp (7). Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet (32). Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 (7), vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på  $13\% \cdot 1/30 = 0,43\%$ .

#### A.3.3.3. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av giftig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där storlekarna är definierade utifrån utsläppets källstyrka. Storleken på läckaget är samma som för ADR-S klass 2.1 det vill säga 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).

#### A.3.3.4. Vindstyrka

Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961-2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlad data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s (34). Vindhastighet över 4 m/s betecknas i denna analys som hög och vindhastighet lägre än 4 m/s betecknas som låg. Utifrån statistik från mätstation Sundsvalls flygplats (1961-2004) antas 36,6 % respektive 63,4 %.

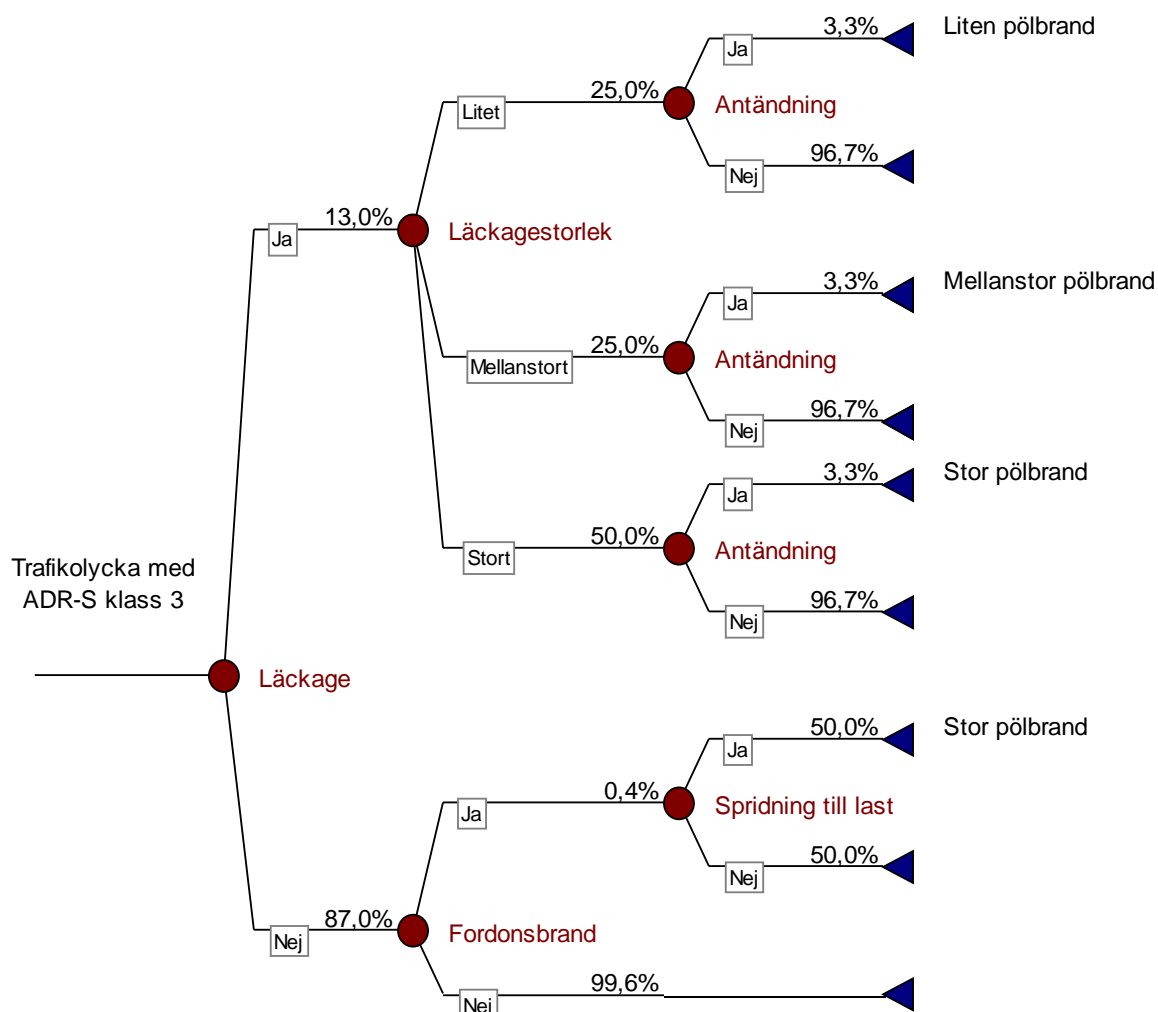
## A.4. ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

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

### A.4.1 Händelseträd med sannolikheter

**Konceptrapport**

Figur 15 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 15. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

#### A.4.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 13 % för väg E4. (7).

#### A.4.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset (35) (36). 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*).

#### A.4.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 (37). 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

## Konceptrapport

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).

### A.4.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt A.2.2) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

## A.5. 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).

### A.5.1 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 (38). Baserat på uppgifter från Yara i Köping (39) och FOI (40) 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 (41).

### A.5.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

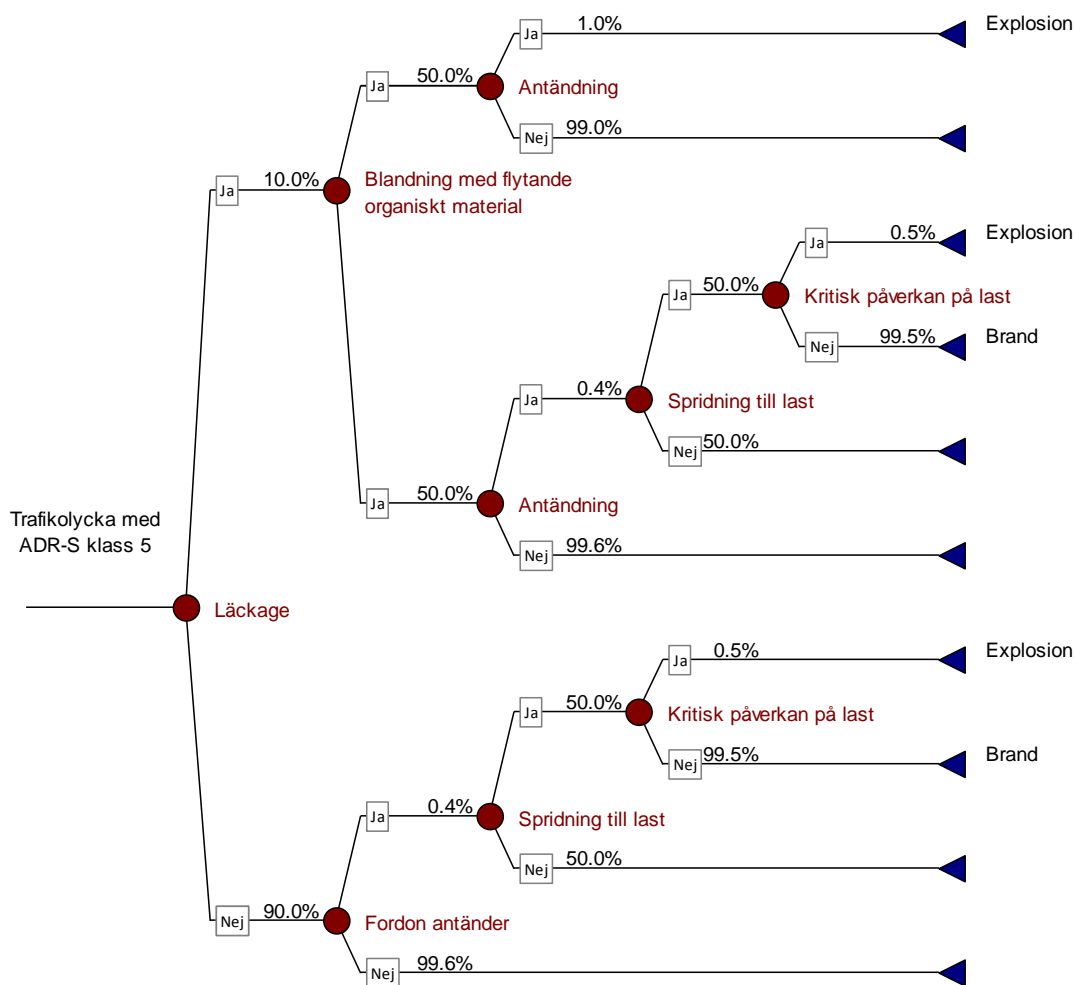
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne (31). 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.5.2.1. Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter (42), 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.

#### A.5.2.2. Händelseträd med sannolikheter

Figur 16 redovisar ett händelseträd 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.

**Konceptrapport****Figur 16. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.****A.5.2.3. 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 cirka 36 ton (43). 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.

**A.5.2.4. 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 ammoniumnitrat. Till följd av begränsat statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.



## **Konceptrapport**

### A.5.2.5. 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.

### A.5.2.6. 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 %.

### A.5.2.7. Antändning av fordon vid olycka

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt A.2.2) är denna cirka 0,4 %.

### A.5.2.8. 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 %.

### A.5.2.9. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C (39). 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 (38). 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 %.

## A.6. 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 B).

## Bilaga B. Konsekvensuppskattningar

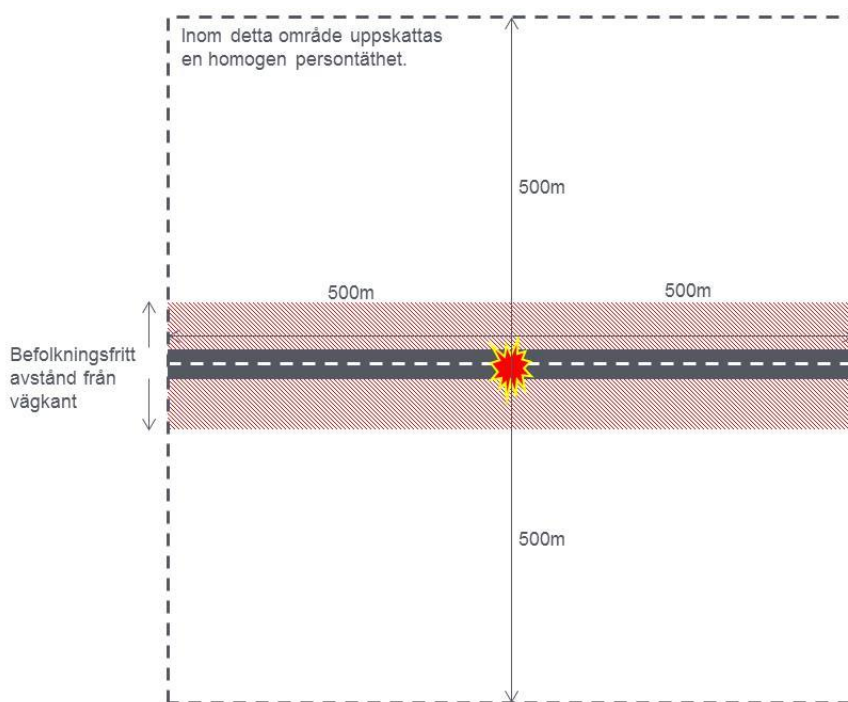
Tabell 6 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Uppdelningar i två olika konsekvensindex för explosioner beror på att två olika konsekvensavstånd särskiljs, vilket förklaras vidare i B.3. Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive ADR-S klass.

**Tabell 6. 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

### 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. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor vid väg E4:s östra väggkant, i linje med planområdet, samt åt 500 meter i vardera riktningen, se principskiss i Figur 17.

**Konceptrapport**

**Figur 17. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.**

Befolkningstätheten i Timrå var, år 2010, 868 invånare/km<sup>2</sup> (44). Då planområdet befinner sig centrala Timrå anses inte detta representativt för området utan befolkningstätheten förväntas vara högre. Enligt en studie i centrala Göteborg har befolkningstätheten i förort med lägenhetsbyggnader visat sig vara 2000-4000 (45). Därför har persontätheten antagits till 4000 invånare/km<sup>2</sup>, med en persontäthet på 4000 dagtid och 4000 nattid då 50 % av dygnet räknas som dag och resten som natt. Således förväntas detta vara en överskattning och antagandet konservativt.

Ett grundantagande är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast väggkant. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 30 meter ett befolkningsfritt avstånd från väggkant. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmålet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

## B.2. Antagande om olyckans placering

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

## B.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) (46).

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 (47). Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära

**Konceptrapport**

skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativ låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

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

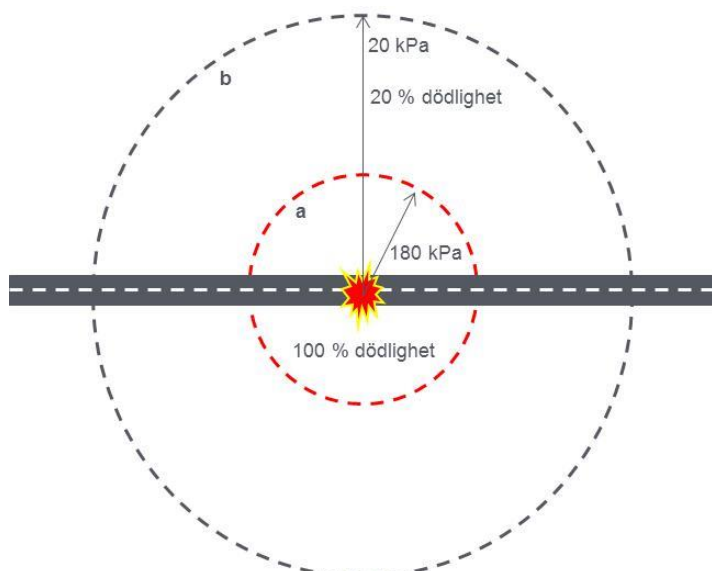
- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

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 18.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* (48) har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 7. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

**Tabell 7. 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 halvfärisk utbredning av luftstötstågen.**

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 18. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.**

## B.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.

### B.4.1 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* (49) används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i (15), för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

**Tabell 8. Framräknad läckagestorlek för gasol.**

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm <sup>2</sup> ]
Litet	0,09	0,32	0,08
Mellanstort	0,9	1,03	0,83
Stort	17,9	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.

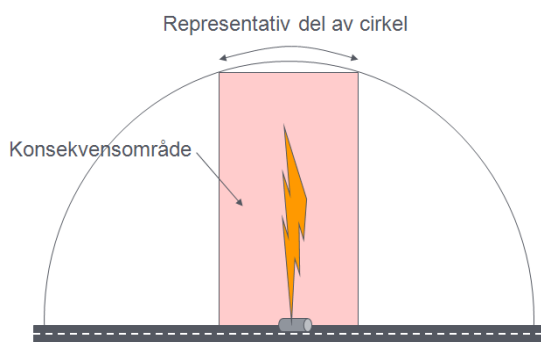
#### B.4.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (47). Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

#### B.4.1.2. 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* (47), där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (50) 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 19.



**Figur 19. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.**

#### B.4.1.3. 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 (49) 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 18.

#### B.4.2 Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

Nedan sammanställs de framräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

**Tabell 9. Beräknade konsekvensavstånd inom vilket personer antas omkomma.**

Index	Scenario	Konsekvensavstånd [m]
1	BLEVE	170
2	Liten jetflamma	5
3	Gasmolnsexplosion	42
4	Mellanstor jetflamma	17
5	Stor jetflamma	73

#### B.4.3 ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmet *Spridning Luft* (49). 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 enligt Figur 19, och resultaten redovisas i Tabell 10.

**Konceptrapport****Tabell 10. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.**

Utsläpp	Vind [m/s]	Avstånd till <100 ppm [m]	Vinkel [grad]
Litet	2	27	55
	6	29	27,2
Mellanstort	2	88	59,2
	6	96	29,2
Stort	2	458	52,2
	6	461	25,6

**B.5. 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/m<sup>2</sup>. 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) (51).

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*). 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 11 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

**Tabell 11. 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
Litet utsläpp	50 m <sup>2</sup>	12 m
Mellanstort utsläpp	200 m <sup>2</sup>	22,5 m
Stort utsläpp	400 m <sup>2</sup>	30 m

**B.6. ADR-S klass 5**

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

**B.6.1 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 (41). 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.

## **Konceptrapport**

### **B.6.2 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. 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. **Länsstyrelsen Västernorrland.** *Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* Härnösand : u.n., 2010.
4. **Trafikverket.** VTF. *Vägtrafikflödeskartan.* [Online] [Citat: den 26 09 2016.] <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikfloden>.
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. **Räddningsverket.** *Farligt gods: Riskbedömning vid transport.* u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
8. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** Värdering av risk. *FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
9. **Räddningsverket och Boverket.** Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
10. **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.
11. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
12. **VTI.** Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. *VTI-rapport 387:4.* u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
13. **Sprängämnesinspektionen.** *Hantering av brandfarliga vätskor.* SÄIFS 2000:5, 2000.
14. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** VTI rapport 387:1. 1994.
15. **TRAFKA.** *Lastbilstrafik 2009 Swedish national and international road goods transport 2009. Statistik 2010:3.* u.o. : Trafikanalys, 2010.
16. —. *Lastbilstrafik 2013 Swedish national and international road goods transport 2013. Statistik 2013.* u.o. : Trafikanalys, 2014.
17. —. *Lastbilstrafik 2008-2013, Swedish national and international road goods transport 2008-2013. Statistik 2008-2013.* u.o. : Trafikanalys, 2009-2014.
18. **Gustavsson, Marlene.** Muntligen 2008-01-10. u.o. : Räddningsverket, 2008.
19. **Ingasson, Haukur, o.a.** *Räddningsinsatser i vägtunnlar.* u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
20. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
21. **VTI.** Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
22. **PIARC.** *Fire and smoke control in road tunnels.* u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
23. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92.* u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
24. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
25. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
26. **Daggård, Tomas.** Muntligen 2010-01-11. u.o. : Orica Services Nora, 2008.
27. **Pålsson, Tord.** Muntligen 2008-01-09. u.o. : Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
28. **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.

**Konceptrapport**

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. **Alexandersson, H.** *Vindstatistik över Sverige 1961-2004 (nr 121).* Norrköping : Sveriges meteorologiska institut, SMHI, 2006.
35. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
36. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
37. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08. <https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
38. *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.
39. **Karlsson, Lars-Håkan.** Muntligen: 2008-03-18. u.o. : Yara International ASA, Köping, 2008.
40. **Magnusson, Johan.** Muntligen 2008-03-18. *Skydd och verkan.* u.o. : FOI, Tumba, 2008.
41. **Forsén, Rickard.** *Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI MEMO 2774.* u.o. : FOI, 2009.
42. **VROM.** *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances (PGS 3).* u.o., Holland : Ministerier van VROM, 2005.
43. **Havai, Jan.** Muntligen 2008-04-18. *Transportavdelningen.* u.o. : Yara AB, Köping, 2008.
44. **Statistiska centralbyrån.** Befolkningstäthet (invånare per kvadratkilometer) per tätort. Vart femte år 1990 - 2010. *Statistikdatabasen.* [Online] [Citat: den 26 09 2016.]
45. **Leksell, I., & Löfgren, L.** *Värdering av lokala luftförorenings effekter. Hur värdera bilavgasernas hälsoeffekter i tätorten?* Stockholm : Fritzes, 1995.
46. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** *Verkan av explosioner i det fria.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.
47. **FOA.** *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
48. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
49. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
50. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
51. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.

**WSP Sverige AB**  
Box 13033  
402 51 Göteborg  
Tel: +46 10 7225000  
Fax: +46 10 7227420  
<http://www.wspgroup.se>

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE

