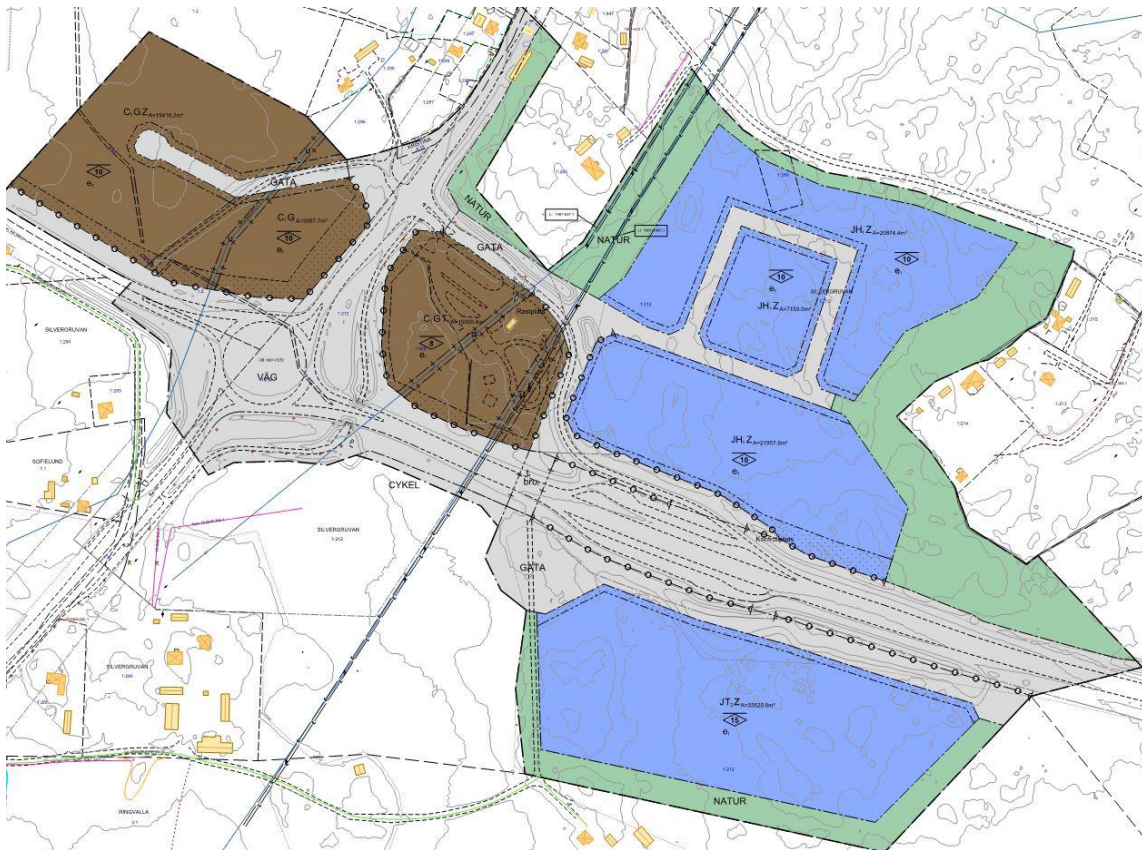


SALA KOMMUN

# DETALJERAD RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN EVELUND

Transport av farligt gods och hantering av drivmedel

2020-05-20



# Detaljerad riskbedömning för detaljplan Evelund

## Transport av farligt gods och hantering av drivmedel

### KUND

**Sala kommun**

### KONSULT

#### **WSP Brand & Risk**

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10 7225000  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
<http://www.wsp.com>

### KONTAKTPERSONER

Martin Thomasson	010 – 722 79 66	WSP Sverige AB
Jasmina Trokic	0224 – 74 73 25	Sala kommun

### DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1
Datum	2020-05-20
Handläggare	Martin Thomasson
Signatur	MT
Granskare	Fredrik Larsson
Signatur	FL
Godkänd av	Lina Gozzi
Signatur	LG
Uppdragsnummer	10302447

# Sammanfattning

WSP har av Sala kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av ny detaljplan för Evelund. Planområdet innehåller tre riksvägar (70, 56 och 70/56) vilka utgör primära transportleder för farligt gods samt även väg 800 vilken utgör sekundär transportled för farligt gods. Dessutom planeras för två drivmedelsstationer och en uppställningsplats för fordon med farligt gods inom planområdet. Det går även en luftburen kraftledning tvärs genom planområdet.

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk. Målet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning ur risksynpunkt samt att vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

Planerad exploatering utgörs av restauranger i anslutning till drivmedelsstationerna och en rastplats, samt industriverksamhet och en uppställningsplats för fordon med farligt gods.

Baserat på beräknade individ- och samhällsrisknivåer kring transportleder för farligt gods bedömer WSP att planerad exploatering inom planområdet är genomförbar ur risksynpunkt givet att följande riskreducerande åtgärder vidtas:

## Byggnadstekniska åtgärder (införs som funktionsbaserade planbestämmelser i detaljplanen):

- **Brandskyddad fasad.** Exponerade fasader (inklusive gavlar) inom 30 meter från transportled för farligt gods utformas med ytterväggar i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30. Tak och takfot utförs i motsvarande brandteknisk klass (EI 30) inom 30 meter. Det förutsätts att fasad utformas enligt punkt 3 i avsnitt 5:551 i Boverkets byggregler vad gäller krav på att begränsa risken för brandspridning längs fasadytan.
- **Placering av utrymningsväg.** Byggnad inom 30 meter från transportled för farligt gods utformas med möjlighet att utrymma bort från transportleden.
- **Placering av friskluftsintag.** Friskluftsintag placeras högt på den sida av byggnad/taket som vetter bort från transportled för farligt gods.
- **Disposition av planområde.** Utomhusmiljön inom 37 meter från transportled för farligt gods ska inte utformas för mer än tillfällig vistelse med t.ex. parkering samt gång- och cykelvägar.

## Skyddsavstånd (införs som markbaserade planbestämmelser i detaljplanen):

- **Primär transportled för farligt gods: 25 m** mellan väggkant och byggnad.
- **Sekundär transportled för farligt gods: 15 m** mellan väggkant och byggnad.

Övriga riskkällor inom planområdet bedöms inte medföra något ytterligare riskbidrag till beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods förutsatt beskriven utformning enligt nedan.

## Drivmedelsstationer:

Riskerna med hantering av drivmedel bedöms vara acceptabla givet att drivmedelsstationer utformas enligt handbok från MSB samt enligt anvisningar från Energigas Sverige (TSA 2015) i tillämpbar del.

## Kraftledning:

Riskerna med exponering för luftburen kraftledning bedöms vara acceptabla givet att skyddsavstånd enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter upprätthålls.

## Uppställningsplats för fordon med farligt gods:

Placeringen av uppställningsplatsen bedöms vara lämplig ur risksynpunkt givet att uppställningsplatsen är övervakad av en tillsynsman och utformad för att uppnå en hög trafiksäkerhet och för att begränsa konsekvenserna av en olycka, samt försedd med lämplig brandsläckningsutrustning placerad i samråd med den lokala räddningstjänsten. Givet denna utformning bedöms riskerna med uppställningsplatsen vara acceptabla. Samlokalisering med personintensiv verksamhet är dock olämplig ur risksynpunkt.

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	SYFTE OCH MÅL	1
1.2	OMFATTNING	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR	1
1.4	STYRANDE DOKUMENT	2
1.5	SAMRÅD	3
1.6	UNDERLAGSMATERIAL	3
1.7	INTERNKONTROLL	3
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>4</b>
2.1	PLANOMRÅDET	4
2.2	INFRASTRUKTUR	6
2.3	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	7
<b>3</b>	<b>RISKIDENTIFIERING</b>	<b>8</b>
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	8
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ RIKSVÄGAR	8
3.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ VÄG 800	9
3.4	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER FÖR RIKSVÄGAR	9
3.5	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER FÖR VÄG 800	9
3.6	HANTERING AV DRIVMEDEL PÅ DRIVMEDELSSTATIONER	9
3.7	EXPONERING FÖR LUFTBUREN KRAFTLEDNING	9
3.8	HANTERING AV FARLIGT GODS PÅ UPPSTÄLLNINGSPLATS	9
<b>4</b>	<b>RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING</b>	<b>10</b>
4.1	RISKNIVÅER	12
<b>5</b>	<b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b>	<b>17</b>
5.1	BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	17
5.2	FÖRSLAG PÅ RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	18
5.3	UPPSKATTAD RISKNIVÅ MED VIDTAGNA ÅTGÄRDER	20
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>23</b>
<b>BILAGA A.</b>	<b>METOD FÖR RISKHANTERING</b>	<b>24</b>
<b>BILAGA B.</b>	<b>STATISTISKT UNDERLAG</b>	<b>25</b>
<b>BILAGA C.</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR</b>	<b>28</b>
<b>BILAGA D.</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR</b>	<b>38</b>
<b>BILAGA E.</b>	<b>SKYDDSEFFEKTER</b>	<b>45</b>
<b>BILAGA F.</b>	<b>KÄNSLIGHETSANALYSER</b>	<b>50</b>
<b>BILAGA G.</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>52</b>

# 1 INLEDNING

WSP har av Sala kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av ny detaljplan för Evelund. Planområdet innehåller flera riksvägar 70, 56 och 70/56 vilka utgör primära transportleder för farligt gods samt även väg 800 vilken utgör sekundär transportled för farligt gods. Dessutom planeras för två drivmedelsstationer och en uppställningsplats för fordon med farligt gods inom planområdet, samt går en luftburen kraftledning rätt genom planområdet.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närheten till nämnda riskkällor.

## 1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk.

Målet med denna riskbedömning är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan samt att vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

## 1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av detaljplanens lämplighet med hänsyn till liv och hälsa enligt krav på markanvändning i Plan- och bygglagen, samt att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Bedömningen baseras på nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken (riskuppskattning)?
- Är risken acceptabel? (riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (riskreduktion)

Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Bilaga A.

## 1.3 AVGRÄNSNINGAR

I denna riskbedömning behandlas risker förknippade med transport av farligt gods på riksvägar 70, 56 och 70/56 samt väg 800, hantering av farligt gods på uppställningsplats för fordon med farligt gods, hantering av drivmedel på drivmedelsstationer och exponering för luftburen kraftledning. Riskerna som behandlas är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Riskbedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

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

## 1.4 STYRANDE DOKUMENT

I detta avsnitt redogörs för de dokument som har varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

### 1.4.1 Plan- och bygglagen

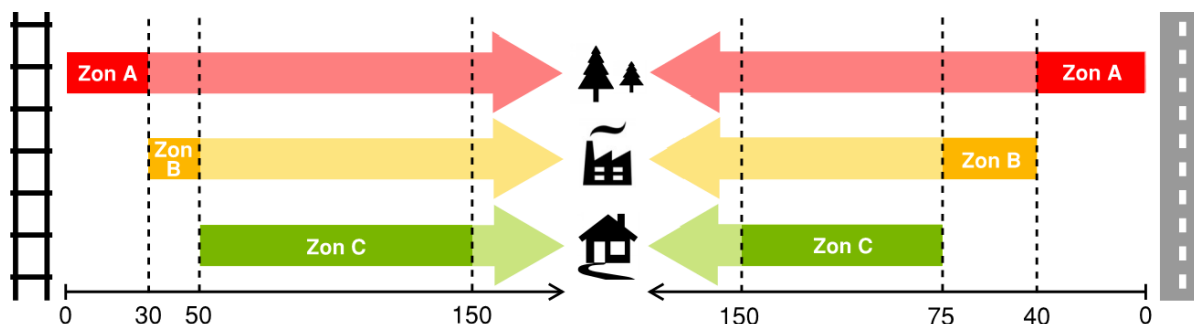
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

*Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)*

*Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till [...] skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)*

### 1.4.2 Riktlinjer för planläggning intill transportleder för farligt gods

Då Västmanlands län inte har utarbetat några egna riktlinjer för planläggning intill transportleder för farligt gods baseras denna riskbedömning på riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län. Detta är avstämt med Sala kommun. För ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [1]. Riktlinjen innebär kortfattat att länsstyrelsen kräver ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på 25 meter från primära transportleder för farligt gods och medger ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på 15-25 meter till sekundära transportleder för farligt gods. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av bebyggelse illustreras i Figur 1 [1]. Rekommenderad lokalisering av verksamhetstyper från redovisade zoner i Figur 1 redovisas i Tabell 1.



Figur 1. Illustration av rekommenderade avstånd till olika typer av bebyggelse utmed väg och järnväg [1].

Tabell 1. Rekommenderad lokalisering av verksamhetstyper till respektive zon enligt Figur 1.

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L Odling och djurhållning	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Ytparkering	J Industri	D Vård
T Trafik	K Kontor	H Detaljhandel
	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

### 1.4.3 MSB:s handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har utarbetat en handbok för säker hantering av drivmedel på bensinstationer. Största rekommenderade skyddsavstånd till plats där det normalt vistas människor är 25 meter enligt handboken [2].

#### **1.4.4 Anvisningar för tankstationer för metangasdrivna fordon (TSA 2015)**

Branschorganisationen Energigas Sverige har utgivit anvisningar för tankstationer för metangasdrivna fordon (TSA 2015) [3].

#### **1.4.5 Förordningen om elektriska starkströmsanläggningar**

Förordningen (2017:218) om elektriska starkströmsanläggningar ställer krav på utförandet av elektriska starkströmsanläggningar genom Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd (ELSÄK-FS 2008:1) [4].

#### **1.4.6 ADR-regelverket för farligt gods**

ADR-regelverket ställer krav på uppställningsplats för farligt gods beroende på typ av farligt gods och mängd. Exempelvis ska fordon med explosiva varor över 50 kg alltid övervakas vid uppställning [5].

#### **1.4.7 Vägledningsdokument från dåvarande Räddningsverket nuvarande MSB**

Dåvarande Räddningsverket nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har utgivit vägledningsdokumentet Farligt gods på vägnätet – underlag för samhällsplanering [5]. I detta dokument ges rekommendationer på utformning av uppställningsplatser för farligt gods.

### **1.5 SAMRÅD**

Sala kommun har hållit samråd med Länsstyrelsen i Västmanlands län om huruvida planförslaget innebär en betydande miljöpåverkan enligt Miljöbalken. Enligt yttrandet från länsstyrelsen delas kommunens uppfattning om att planförslaget inte innebär betydande miljöpåverkan [6].

### **1.6 UNDERLAGSMATERIAL**

Arbetet baseras på följande underlag:

- Planprogram för detaljplan Evelund, upprättat av kommunstyrelsens förvaltning i Sala kommun och daterat 2014-05-06 (diariernr 2014/424).
- Utkast till gestaltungsprogram för Evelund, upprättat av klark.zenit för Sala kommun, daterat 2018-11-05.
- Utkast till detaljplan för Evelund (samrådshandling), upprättad av WSP Sverige AB, daterat 2020-03-23.
- Miljöundersökning för Evelund, upprättad av kommunstyrelsens förvaltning i Sala kommun och daterad 2020-02-04 (diariernr 2014/424).
- Grundkarta Evelund DWG (gk evelund\_leverans.dwg)
- Mejlkonversation med Brandinspektör Johan Lönneborg på Sala kommun, 2020-05-04.

### **1.7 INTERNKONTROLL**

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

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med syfte att överskådligt redogöra för de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för riskbedömningen.

### 2.1 PLANOMRÅDET

Evelund är beläget söder om tätorten Sala och är en knutpunkt för fyra vägar som möts i en rondell inom planområdet, se Figur 2. Riksvägarna 70, 56 och 56/70 (benämns 70/56 i rapporten) samt väg 800 är transportleder för farligt gods. Omgivningen utgörs av åkermark och skog med gles bebyggelse.



Figur 2. Planområdets läge relativt omgivningen.

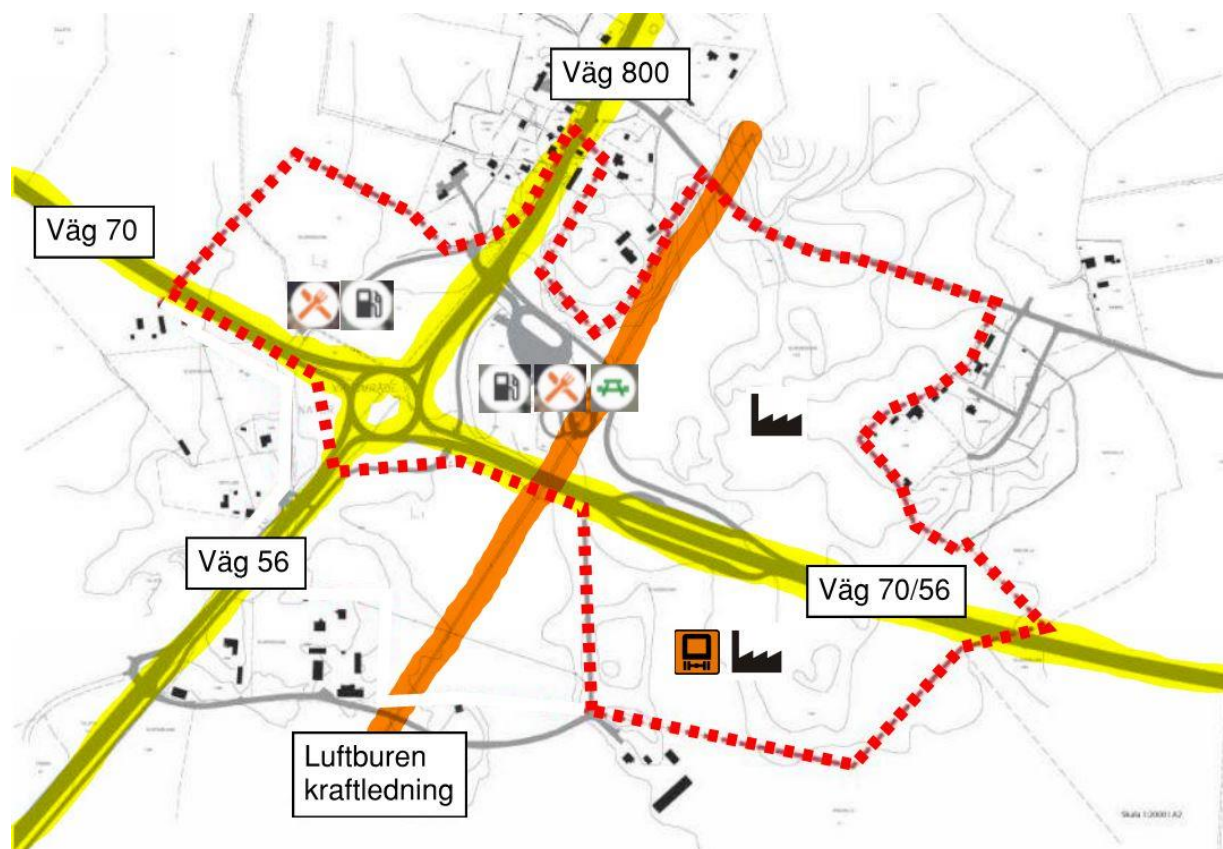
Planområdet upptar en yta på cirka 253 000 m<sup>2</sup> och ligger till största del i nivå med intilliggande vägar. En svag lutning mot planområdet förekommer på vissa ställen längs med vägarna. Marken närmast vägarna består av genomsläppliga gräsytor, vilka kan begränsa ett utsläpp av brandfarlig vätska, se Figur 3.



Figur 3. Omgivning kring vägar.



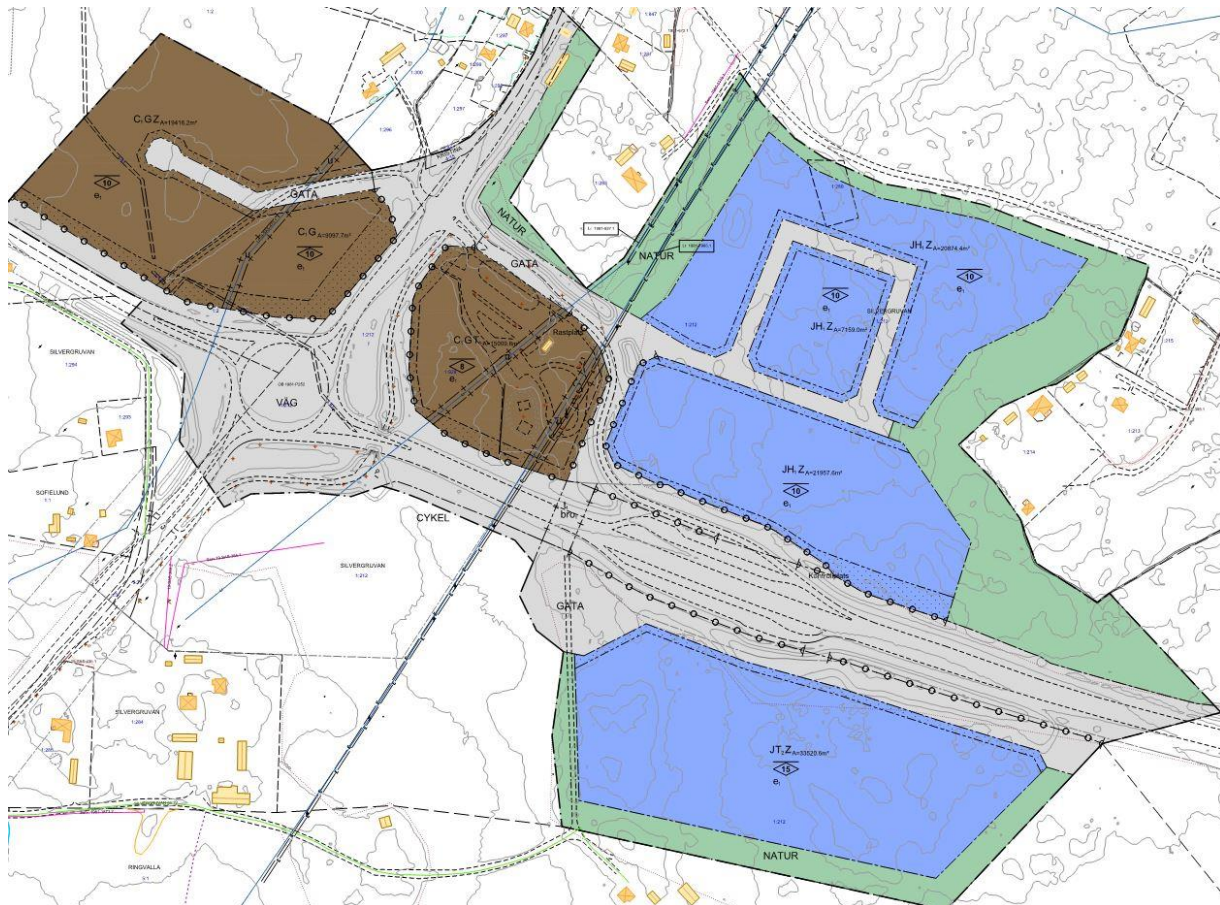
Inom planområdet planeras för verksamheter bestående av industri och restauranger i anslutning till drivmedelstationer och rastplats, samt planeras för en uppställningsplats för fordon med farligt gods. Riskkällorna som påverkar planområdet utgörs av transportleder för farligt gods vilka löper genom planområdet, en luftburen kraftledning som går tvärs genom planområdet, två drivmedelsstationer och en uppställningsplats för farligt gods inom planområdet. Placering av verksamheter inom planområdet och planområdets läge relativt nämnda riskkällor framgår i Figur 4.



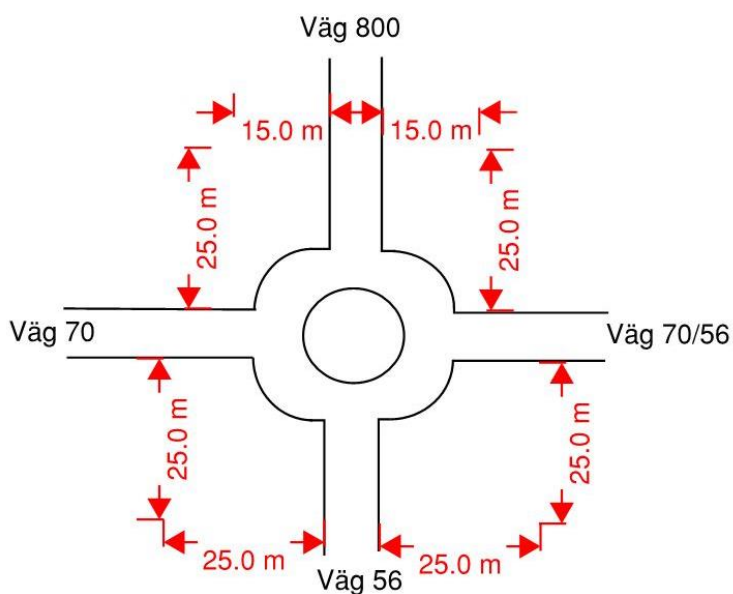
Figur 4. Planområdet (streckad röd linje) med markerade riskkällor och planerade verksamheter.

## 2.2 INFRASTRUKTUR

Riksvägarna 70, 56 och 70/56 är primära transportleder för farligt gods och väg 800 är en sekundär transportled för farligt gods. Bebyggelsefria avstånd intill transportlederna för farligt gods baseras på förslag till detaljplan (Figur 5) samt skyddsavstånd från Länsstyrelsen i Stockholm [1] i Figur 6.



Figur 5. Föreslagen detaljplan för Evelund.



Figur 6. Bebyggelsefria avstånd intill transportleder (vägar).

Trafikuppgifter för vägarna hämtas från Trafikverkets databas NVDB [7] och presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Trafikuppgifter.

Väg	ÅDT [fordon/dygn]	Hastighet [km/h]	Transportled FG	Mittbarriär
70	4000	100	Primär	Ja
56	4000	100	Primär	Ja
70/56	4000	100	Primär	Ja
800	8000	70	Sekundär	Nej

Luftburen kraftledning som går tvärs genom planområdet ägs av Vattenfall och förutsätts vara en elledning för högspänning över 12,0 kV.

## 2.3 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Inom planområdet planeras för servicebebyggelse och arbetsplatser vilket medför en förhållandevis låg persontäthet över dygnet jämfört med bostäder. Inom Sala kommun bor idag totalt ca. 23 000 personer på en yta av cirka 11 km<sup>2</sup> [8]. Om befolkningen i Sala kommun skulle fördelas jämnt över kommunytan blir den genomsnittliga persontätheten då cirka 2000 personer/km<sup>2</sup>, vilket antas vara persontätheten för planområdet under dagtid. Nattetid antas persontätheten vara hälften så hög d.v.s. 1000 personer/km<sup>2</sup> för att ta hänsyn till att den planerade verksamheten inom planområdet (restauranger, industri etc.) kan vara öppen nattetid. Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt samt att transporter av farligt gods är jämnt fördelade över dygnet under hela året. Mot bakgrund av att den planerade verksamheten inom planområdet uppmuntrar till utomhusvistelse i högre grad på grund av planerad rastplats, uppställningsplats och drivmedelsstationer antas att en större andel personer vistas utomhus än vid exploatering med t.ex. bostäder och kontor. Andelen personer som vistas utomhus på dagtid antas därför vara 20 % och nattetid antas andelen personer som vistas utomhus vara 10 %. På dagtid respektive nattetid antas andelen personer som vistas inomhus därmed vara 80 % respektive 90 %. Antaganden om persontäthet och andelar inomhus/-utomhusvistelse sammanfattas i Tabell 3.

Tabell 3. Persontäthet och andelar inomhus/-utomhusvistelse.

Tid på dygnet	Persontäthet [pers/km <sup>2</sup> ]	Andel inomhus [%]	Andel utomhus [%]
Dag	2000	80	20
Natt	1000	90	10

## 3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Följande riskkällor identifieras inom planområdet:

- Riksvägar 70, 56 och 70/56 (primära transportleder för farligt gods)
- Väg 800 (sekundär transportled för farligt gods)
- Drivmedelsstationer
- Luftburen kraftledning
- Uppställningsplats för fordon med farligt gods

Risker förknippade med riksvägar består av olyckor vid transport av farligt gods.

Risker förknippade med väg 800 består av olyckor vid transport av farligt gods.

Risker förknippade med drivmedelsstationer består främst av uppkomst och antändning av explosiv atmosfär vid hantering av brandfarliga bränslen samt olyckor vid hantering av brandfarlig vätska t.ex. bensin, vilket kan medföra pölbrand.

Risker förknippade med luftburen kraftledning består främst av mänsklig kontakt med elledning som kan orsaka elchocker.

Risker förknippade med uppställningsplats för fordon med farligt gods består av olyckor vid hantering på uppställningsplatsen där det farliga godset släpps ut till omgivningen. Risk för dominoeffekt från en olycka involverandes flera olika typer av farligt gods föreligger på uppställningsplatsen.

### 3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ RIKSVÄGAR

Fördelningen på riksvägar genom planområdet baseras på riksgenomsnittet (TRAFKA 2012–2017) [9] då riksvägarna utgör primära transportleder för farligt gods, vilket gör att samtliga klasser av farligt gods kan förekomma på vägarna. En sammanställning av fördelningen över transporterade klasser av farligt gods enligt riksgenomsnittet redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Fördelning av transporterade ADR-S-klasser av farligt gods enligt riskgenomsnittet (TRAFKA 2012–2017) [9].

ADR-S-klass	Kategori ämnen	Procentuell andel [%]
<b>1</b>	Explosiver	0,32 %
<b>2.1</b>	Brandfarlig gas	6,73 %
<b>2.3</b>	Giftig gas	0,04 %
<b>3</b>	Brandfarlig vätska	47,32 %
<b>5</b>	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,62 %
	Övriga	42,96 %
<b>Σ</b>	<b>Totalt</b>	<b>100 %</b>

Fördelningen av transporterade klasser enligt Tabell 4 bedöms vara konservativ med hänsyn till att identifierade målpunkter inom och i närheten av planområdet utgörs av drivmedelsstationer.

### 3.3 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ VÄG 800

Följande målpunkter med försörjning via väg 800 identifieras i planområdets omgivning (Sala stad):

- Norrbytulls Kiosk & Bensin
- Shell
- Preem
- OKQ8

Samtliga målpunkter hanterar främst bensin som drivmedel. Därför antas att transporter via väg 800 uteslutande består av transporter med brandfarlig vätska (klass 3). Baserat på att vägen även utgör en sekundär transportled för farligt gods bör vägen endast användas som genomfartsväg till ovan listade bensinstationer i Sala stad. Därför antas fördelningen av transporterade klasser av farligt gods utgöras av brandfarlig vätska (klass 3) till 100 %.

### 3.4 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER FÖR RIKSVÄGAR

Baserat på sammanställningen över transporterade farligt gods-klasser i Tabell 4 har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 5.

Tabell 5. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen	Brandfarlig gas	Giftig gas	Brandfarlig vätska	Oxiderande ämnen
Klass 1	Klass 2.1	Klass 2.3	Klass 3	Klass 5.1
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion
Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand
Stor explosion	Liten jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand	
	Mellan jetflamma			
	Stor jetflamma			

### 3.5 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER FÖR VÄG 800

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods på väg 800 bedöms endast farligt gods-klass 3 vara relevant för den fortsatta bedömningen. Dimensionerande olycksscenarioer består därför uteslutande av pölbränder av olika storlek.

### 3.6 HANTERING AV DRIVMEDEL PÅ DRIVMEDELSSTATIONER

Beroende på typen av hanterat drivmedel anses dimensionerande olycksscenarioer främst utgöras av pölbränder av varierande storlek. Dock kan även explosion förekomma vid antändning av explosiv atmosfär. Vid hantering av brandfarlig gas (metangas) kan även gasmolnsbrand/-explosion uppstå.

### 3.7 EXPONERING FÖR LUFTBUREN KRAFTLEDNING

Dimensionerande olycksscenarioer anses bestå av elchocker vid mänsklig kontakt med elledning.

### 3.8 HANTERING AV FARLIGT GODS PÅ UPPSTÄLLNINGSPLOTS

Dimensionerande olycksscenarioer beror på typ och mängd av farligt gods. Störst konsekvenser skapas troligen om en olycka som leder till dominoeffekt involverande flera olika typer av farligt gods uppstår.

## 4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas beräknade individ- och samhällsrisknivåer kring aktuella transportleder för farligt gods.

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk [10]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner och
- acceptabla

Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och accepteras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

De risker som bedöms vara **acceptabla med restriktioner** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen av ALARP-området, 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 ALARP-området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.

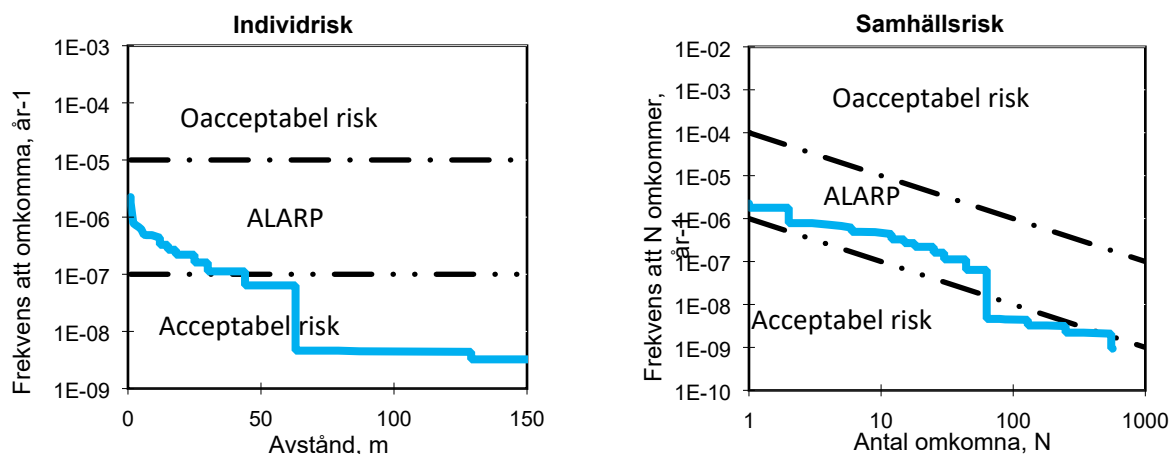
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion utredas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 6 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterierna återfinns i riskvärderingen för bedömningar av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 7.

Tabell 6. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

Riskmått	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk
Individerisk	$< 10^{-7}$	$10^{-7}$ till $10^{-5}$	$> 10^{-5}$
Samhällsrisk*	$< 10^{-6}$	$10^{-6}$ till $10^{-4}$	$> 10^{-4}$

\*Beräknas normalt för en sträcka på 1 km.



Figur 7. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [10].

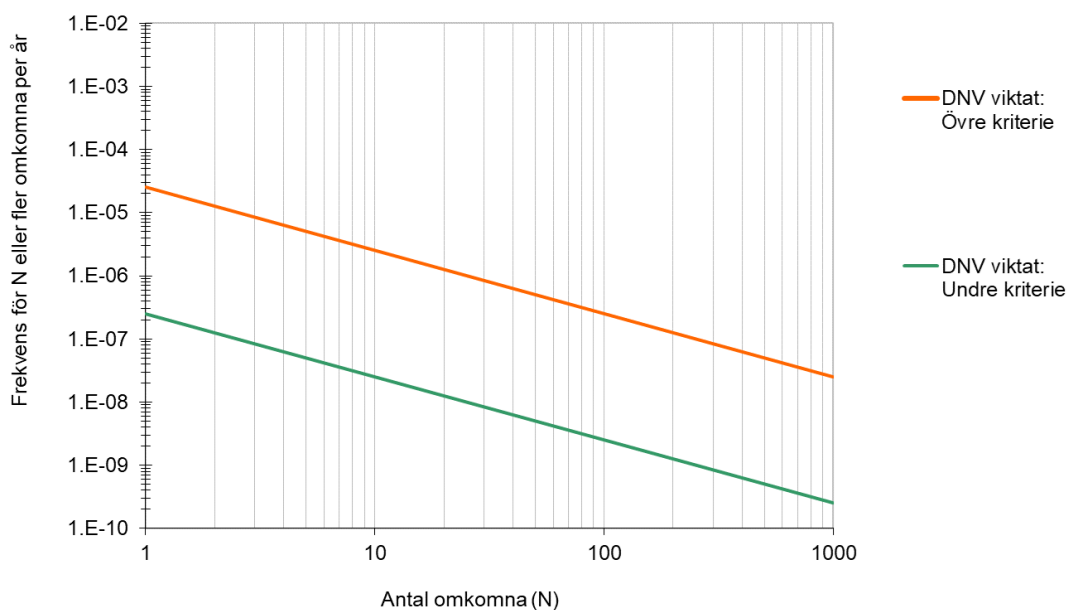
**Individerisk** – Sannolikheten för att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individerisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det angivna området. Syftet med riskmättet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individerisk redovisas ofta med en individeriskprofil (t.v. i Figur 7) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som individeriskkonturer på en karta.

**Samhällsrisik** – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika olycksscenarioer där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn kan tas till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara högre under en begränsad tid på dygnet eller året och lägre under andra tider.

Samhällsrisiken redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 7) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarioerna.

Samhällsrisiken beräknas normalt för en yta på 1 km<sup>2</sup>. För att påvisa att samhällsrisiken inte överskrider lokalt för aktuellt planområde samt ta hänsyn till den riskreducerande effekten av föreslagna åtgärder beräknas samhällsrisiken för det enskilda planområdet med en yta på cirka 253 000 m<sup>2</sup>. Därför viktas DNV:s uppställda kriterier för samhällsrisik i Tabell 6 med ytan för planområdet (253 000 m<sup>2</sup>). Gränserna för DNV:s viktade kriterier illustreras i Figur 8.



Figur 8. Viktade kriterier för samhällsrisik för planområdet.

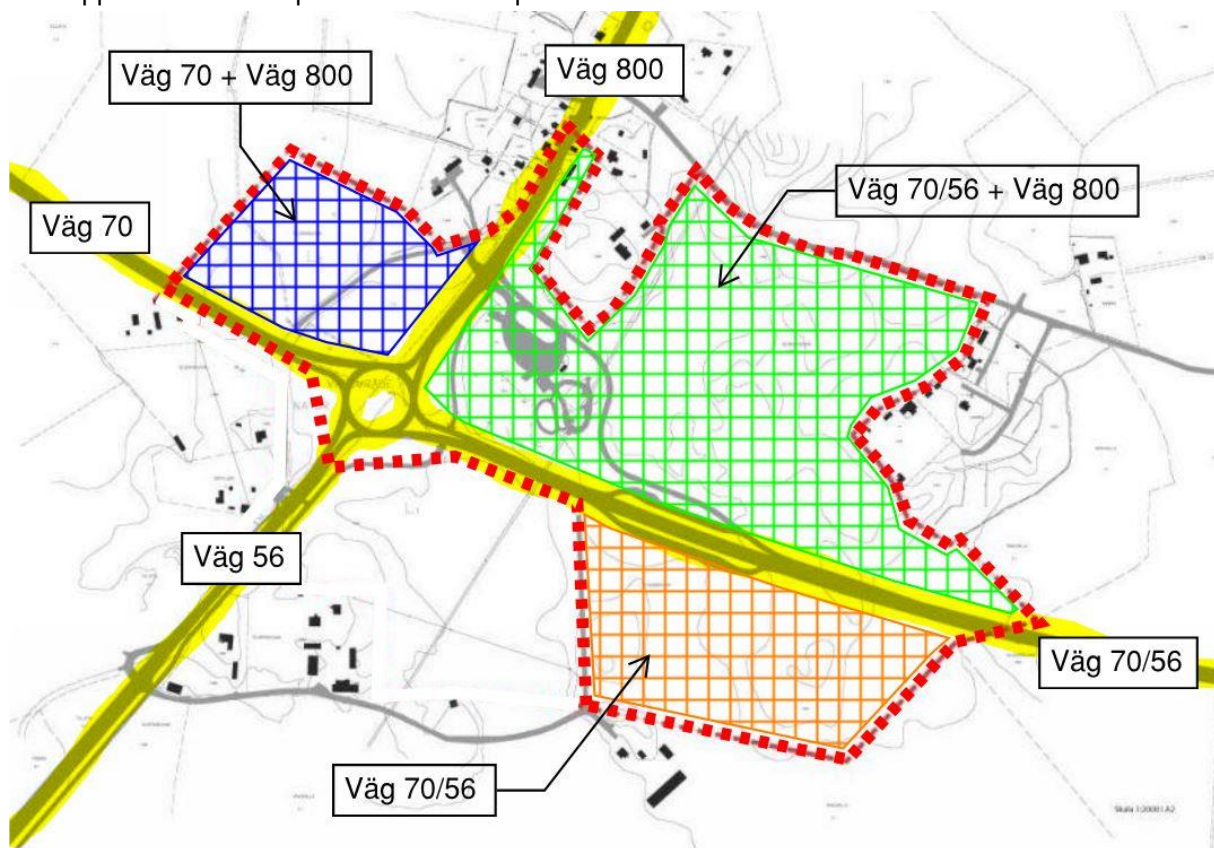
## 4.1 RISKNIVÅER

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

För uppskattning av risknivåerna inom planområdet beräknas frekvens och konsekvens för respektive olycksscenario i Tabell 5. Frekvenserna beräknas med hjälp av allmänt vedertagen metodik från Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [11] och händelseträdsanalys, se Bilaga C.

Konsekvenserna för olycksscenarioer i Tabell 5 uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga D.

Eftersom planområdet angränsar till ett flertal transportleder för farligt gods sker överlappande individriskpåverkan inom markerade områden i Figur 9. Pilarna anger vilka vägar som skapar överlappande individriskpåverkan inom respektive område.



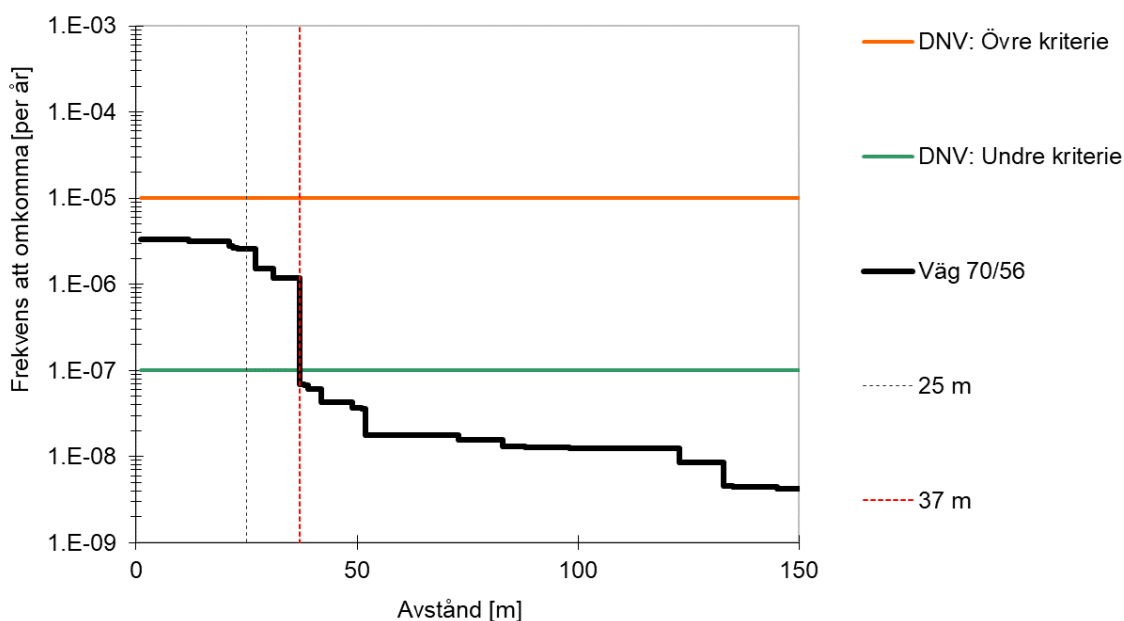
Figur 9. Områden med överlappande individriskpåverkan inom planområdet.

Beräknade individrisknivåer inom markerade områden i Figur 9 redovisas i kommande avsnitt.



#### 4.1.1 Sammantagen individrisknivå inom orange område i Figur 9 med avseende på transport av farligt gods på väg 70/56

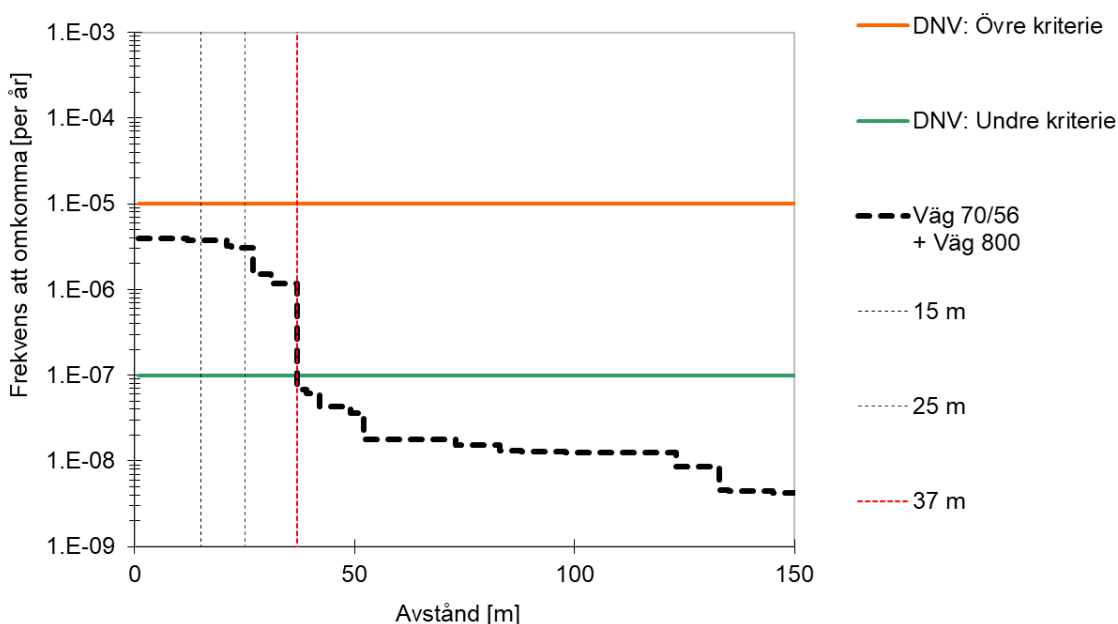
I Figur 10 illustreras den sammantagna individrisknivån från riksväg 70/56. För båda riksvägarna slås individriskkurvor från respektive körfält ihop till en och samma individriskkurva eftersom det finns en mittbarriär mellan körfälten i olika körriktningar. För riksväg 70 används ett så kallat differentierat konsekvensavstånd som korrigeras för att gälla från väggkant närmast orange område i Figur 9. De vågräta linjerna markerar den övre och undre gränsen för ALARP-området. Ur figuren nedan kan utläsas att den sammantagna individrisknivån från väg 70/56 är acceptabel från och med ett avstånd av 37 meter från väggkant. Inom detta avstånd är individrisken acceptabel förutsatt att rimliga åtgärder till riskreduktion vidtas med hänsyn till kostnad och nytta. Bebyggelsefritt avstånd anges med prickad linje i svart färg (25 meter till väg 70/56). Observera att beräknad individrisknivå endast avser nämnd transportled för farligt gods och tar inte hänsyn till riskbidrag från uppställningsplats för farligt gods, vilket hanteras separat i avsnitt 5.3.



Figur 10. Sammantagen individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på riksväg 70/56.

#### 4.1.2 Sammantagen individrisknivå inom grönt område i Figur 9 med avseende på transport av farligt gods på väg 70/56 och väg 800

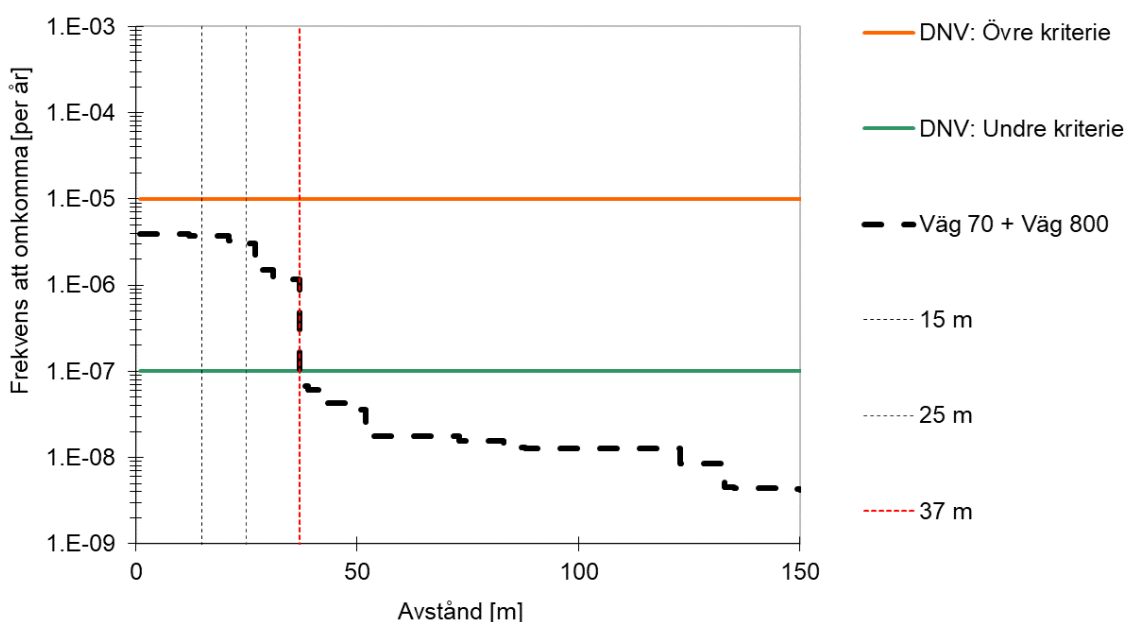
I Figur 11 illustreras den sammantagna individrisknivån från riksväg 70/56 och väg 800 (sekundärled för transport av farligt gods). För riksväg 56 används ett så kallat differentierat konsekvensavstånd som korrigeras för att gälla från vägkant närmast grönt område i Figur 9. De vågräta linjerna markerar den övre och undre gränsen för ALARP-området. Ur figuren nedan kan utläsas att den sammantagna individrisknivån från väg 70/56 och väg 800 är acceptabel från och med ett avstånd av 37 meter från vägkant. Inom detta avstånd är individrisken acceptabel förutsatt att rimliga åtgärder till riskreduktion vidtas med hänsyn till kostnad och nytta. Bebyggelsefria avstånd anges med prickade linjer i svart färg (25 meter till väg 70/56 och 15 meter till väg 800). Överlappande individriskpåverkan sker inom ett avstånd av 27 meter från väg 800 på grund av transporten av brandfarlig vätska (klass 3). Observera att beräknad individrisknivå endast avser nämnda transportleder för farligt gods och tar inte hänsyn till riskbidrag från drivmedelsstation, vilket hanteras separat i avsnitt 5.3.



Figur 11. Sammantagen individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på riksväg 70/56 och väg 800.

#### 4.1.3 Sammantagen individrisknivå inom blått område i Figur 9 med avseende på transport av farligt gods på väg 70 och väg 800

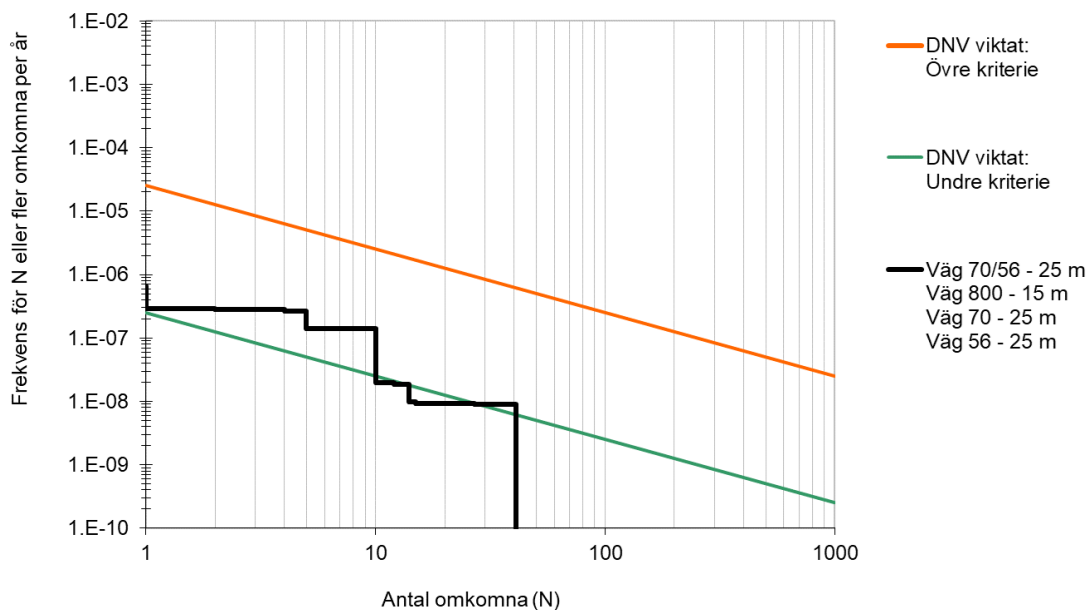
I Figur 12 illustreras den sammantagna individrisknivån från riksväg 70 och väg 800 (sekundärled för transport av farligt gods). För riksväg 70 används ett så kallat differentierat konsekvensavstånd som korrigeras för att gälla från väggkant närmast blått område i Figur 9. De vågräta linjerna markerar den övre och undre gränsen för ALARP-området. Ur figuren nedan kan utläsas att den sammantagna individrisknivån från väg 70 och väg 800 är acceptabel från och med ett avstånd av 37 meter från väggkant. Inom detta avstånd är individrisken acceptabel förutsatt att rimliga åtgärder till riskreduktion vidtas med hänsyn till kostnad och nytta. Bebyggelsefria avstånd anges med prickade linjer i svart färg (25 meter till väg 70 och 15 meter till väg 800). Överlappande individriskpåverkan sker inom ett avstånd av 27 meter från väg 800 på grund av transporten av brandfarlig vätska (klass 3). Observera att beräknad individrisknivå endast avser nämnda transportleder för farligt gods och tar inte hänsyn till riskbidrag från drivmedelsstation, vilket hanteras separat i avsnitt 5.3.



Figur 12. Sammantagen individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på riksväg 70 och väg 800.

#### 4.1.4 Sammantagen samhällsrisknivå med avseende på transport av farligt gods på väg

I Figur 13 illustreras den sammantagna samhällsrisknivån med avseende på transport av farligt gods på väg 70/56, väg 70, väg 800, och väg 56. De heldragna linjerna markerar den övre och undre gränsen för ALARP-området. Ur figuren nedan kan utläsas att den sammantagna samhällsrisknivån ligger inom ALARP-området för olycksscenarioer med upp till tio omkomna och för olycksscenarioer med mellan 30 och 40 omkomna. Samhällsrisknivån i Figur 13 innebär att rimliga åtgärder till riskreduktion ska vidtas för dessa olycksscenarioer. Den sammantagna samhällsrisknivån förutsätter bebyggelsefria avstånd på 25 meter till väg 70/56, väg 70 och väg 56 samt 15 meter till väg 800 (Figur 6). Observera att beräknad samhällsrisknivå endast avser nämnda transportleder för farligt gods och inkluderar inte riskbidrag från drivmedelsstationer och uppställningsplats för farligt gods, vilka hanteras separat i avsnitt 5.3.



Figur 13. Sammantagen samhällsrisknivå med avseende på transport av farligt gods på väg.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I detta kapitel identifieras behovet av riskreducerande åtgärder, samt ges förslag på åtgärder baserat på aktuell riskbild för planområdet. Åtgärdernas riskreduktion verifieras genom att redovisa uppskattad risknivå för planområdet med och utan vidtagna riskreducerande åtgärder.

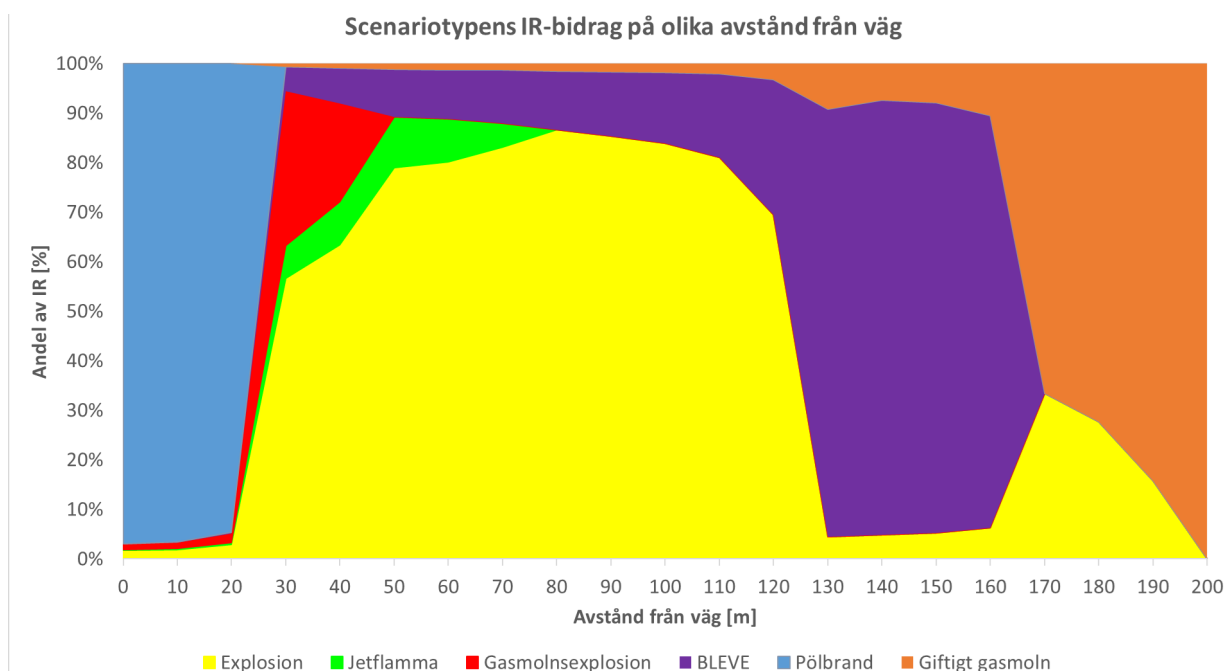
Observera att kapitlet utgör ett diskussions- och beslutsunderlag för vidare planering och således inte har formulerats som konkreta planbestämmelser.

### 5.1 BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Föreslagna riskreducerande åtgärder baseras på exempel från Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [12]. Föreslagna åtgärder syftar till att eliminera eller begränsa konsekvenserna av de identifierade olycksscenarioer som anses bidra mest till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. Omfattningen av åtgärdernas skyddseffekter redovisas mer utförligt i Bilaga E.

Beräknade individrisknivåer innebär att riskreducerande åtgärder ska vidtas enligt principen för ALARP inom ett avstånd av 37 meter från väggkant till riksvägar för markerade områden i Figur 9. Beräknade samhällsrisknivåer för planområdet visar att åtgärder till riskreduktion ska vidtas enligt principen för ALARP för olycksscenarioer med upp till tio omkomna och för olycksscenarioer med mellan 30 och 40 omkomna. Olycksscenarioer med mindre än tio omkomna utgörs generellt främst av brandscenarier.

I Figur 14 redovisas olycksscenariernas bidrag till beräknade individrisknivåer längs angränsande riksvägar till planområdet som en funktion av avståndet från väggkant. Ur figuren nedan kan utläsas att brandscenarier (pölbrand, jetflamma, gasmolnexplosion och BLEVE) och olycksscenario i form av explosion dominerar riskbilden inom 37 meter från väggkant. Till största del dominerar brandscenarier riskbilden inom 37 meter från väggkant. Därför anpassas föreslagna riskreducerande åtgärder till att hantera riskbidragen från brandscenarier.



Figur 14. Individriskbidrag för olycksscenarioer som en funktion av avståndet från väggkant.

## 5.2 FÖRSLAG PÅ RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I detta avsnitt redovisas och beskrivs föreslagna riskreducerande åtgärder.

### 5.2.1 Transportleder för farligt gods

Föreslagna åtgärder är av konsekvensbegränsande art och inriktas på att eliminera och/eller begränsa konsekvenserna av brandscenarierna från föregående avsnitt. För att erhålla acceptabla risknivåer för planerad utformning av planområdet bedöms skyddsavstånd nedan krävas tillsammans med vidtagna byggnadstekniska åtgärder enligt Tabell 7:

**Skyddsavstånd** (från väggkant till byggnad):

- **Primär transportled** för farligt gods: **25 m.**
- **Sekundär transportled** för farligt gods: **15 m.**

Tabell 7. Föreslagna byggnadstekniska åtgärder.

Riskreducerande åtgärd	Beskrivning av åtgärd	Avsedd effekt	Motivering
<b>Brandkyddad fasad</b> (Det förutsätts att fasad utformas enligt punkt 3 i avsnitt 5:551 i Boverkets byggregler vad gäller krav på att begränsa risken för brandspridning längs fasadytan.)	Exponerade fasader (inklusive gavlar) inom 30 meter från transportled för farligt gods utformas med ytterväggar i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30. Tak och takfot utförs i motsvarande brandteknisk klass (EI 30) inom 30 meter.	Förhindrar brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön.	Brandscenarier är styrande för erhållna risknivåer, samt är åtgärden krav från Länsstyrelsen (LNS) i Stockholm inom 30 meter från primär transportled för farligt gods (FG-led) [1].
<b>Placering av utrymningsväg</b>	Byggnad inom 30 meter från transportled för farligt gods utformas med möjlighet att utrymma bort från transportleden.	Skapar en säker utrymning bort från transportled för farligt gods.	Brandscenarier är styrande för erhållna risknivåer, samt är åtgärden krav från LNS i Stockholm inom 30 meter från primär FG-led [1].
<b>Placering av friskluftsintag</b>	Friskluftsintag placeras högt på den sida av byggnad/taket som vetter bort från transportled för farligt gods.	Motverkar inläckage av giftig och brännbar gas in i byggnader.	Åtgärden motverkar både inläckage av giftig gas och brandgas, samt är åtgärden krav från LNS i Stockholm inom 30 meter från primär FG-led [1].
<b>Disposition av planområde</b>	Utomhusmiljön inom 37 meter från transportled för farligt gods ska inte utformas för mer än tillfällig vistelse med t.ex. parkering samt gång- och cykelvägar.	Minskar risken för enskilda individer som vistas utomhus inom planområdet.	Beräknade individrisknivåer visar att rimliga åtgärder till riskreduktion ska vidtas inom 37 meter från primära transportleder för farligt gods.

### 5.2.2 Drivmedelsstationer

Planerade drivmedelsstationer ska utformas med skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder enligt handbok för bensinstation från MSB [2], samt i tillämpbara delar enligt anvisningar från Energigas Sverige (TSA 2015) [3].

### 5.2.3 Luftburen kraftledning

Skyddsavstånd enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter skall gälla [4].

### 5.2.4 Uppställningsplats för fordon med farligt gods

ADR-regelverket för transport av farligt gods ställer krav på uppställningen av fordon med farligt gods beroende på typ av ämne och mängd. Till exempel ska fordon med explosiva varor över 50 kg alltid övervakas vid uppställning. För andra mindre farliga ämnen kan uppställning ske utan övervakning. Valet av uppställningsplats sker enligt följande ordning [5]:

1. Uppställningsplats med övervakning av en tillsynsman som i förväg är underrättad om lastens egenskaper och vet var föraren befinner sig.
2. Uppställningsplats som är allmän eller enskild där fordonet sannolikt inte löper någon risk att skadas av andra fordon.
3. En lämplig öppen plats som är avskild från huvudvägar och bebyggelse och som normalt inte används som samlingsplats för allmänheten.

Vid utformningen av en ny uppställningsplats bör särskilt trafiksäkerheten beaktas samt den eventuella risken av dominoeffekter vid en olycka med olika typer av farligt gods inblandat. Samtidigt är det viktigt med övervakning av uppställningsplatsen för att upptäcka och stoppa ett läckage i tid samt att förhindra sabotage och stöld. Övervakning med tillsynsman enligt punkt 1 krävs även för att uppställningsplatsen ska få nyttjas av fordon med samtliga typer av farligt gods och oavsett mängd farligt gods.

Vid utformning av ny uppställningsplats för fordon med farligt gods rekommenderas följande åtgärder:

- Övervakning av en tillsynsman som i förväg är underrättad om lastens egenskaper och vet var föraren befinner sig. Kameror kan med fördel användas som hjälpmedel vid övervakningen.
- Särskilt utmärkta parkeringsplatser/parkeringsytor för fordon med farligt gods som är åtskilda från parkeringsplatser/parkeringsytor för övriga fordon.
- Utformning som skapar en hög trafiksäkerhet inom uppställningsplatsen med t.ex. separat in-/utfart för att undvika mötande trafik, stora svängutrymmen för fordon och tydlig skyltning inom och till/från uppställningsplatsen.
- Servicebyggnader och motsvarande uppförs med ett minsta skyddsavstånd om 25 meter från parkeringsplats/parkeringsyta för farligt gods.
- Utformning som begränsar omfattningen av ett utsläpp till omgivningen med t.ex. invallning eller nivåskillnad som samlar upp ett utsläpp inom uppställningsplatsen. Även utrustning för sanering bör finnas lätt tillgänglig inom uppställningsplatsen. Andra uppsamlingsanordningar som exempelvis dräneringsbrunnar eller oljeavskiljare bör även finnas.
- Utformning som begränsar dominoeffekter av en olycka t.ex. genom att parkeringsplatser för fordon med farligt gods separeras med skyddsavstånd om 25 meter emellan samt att platsen för uppställning av farligt gods utförs med särskild utrustning för brandsläckning. Placering av brandsläckningsutrustning inom uppställningsplatsen bör samrådats med räddningstjänsten.
- Utformning som minimerar stöldrisken med t.ex. kameraövervakning och god överblick över uppställningsplatsen.
- Informationsskyltar på uppställningsplatsen om lokala regler och gällande trafikföreskrifter.

## 5.3 UPPSKATTAD RISKNIVÅ MED VIDTAGNA ÅTGÄRDER

I detta avsnitt redovisas uppskattade risknivåer för planområdet med föreslagna riskreducerande åtgärder enligt avsnitt 5.2 vidtagna.

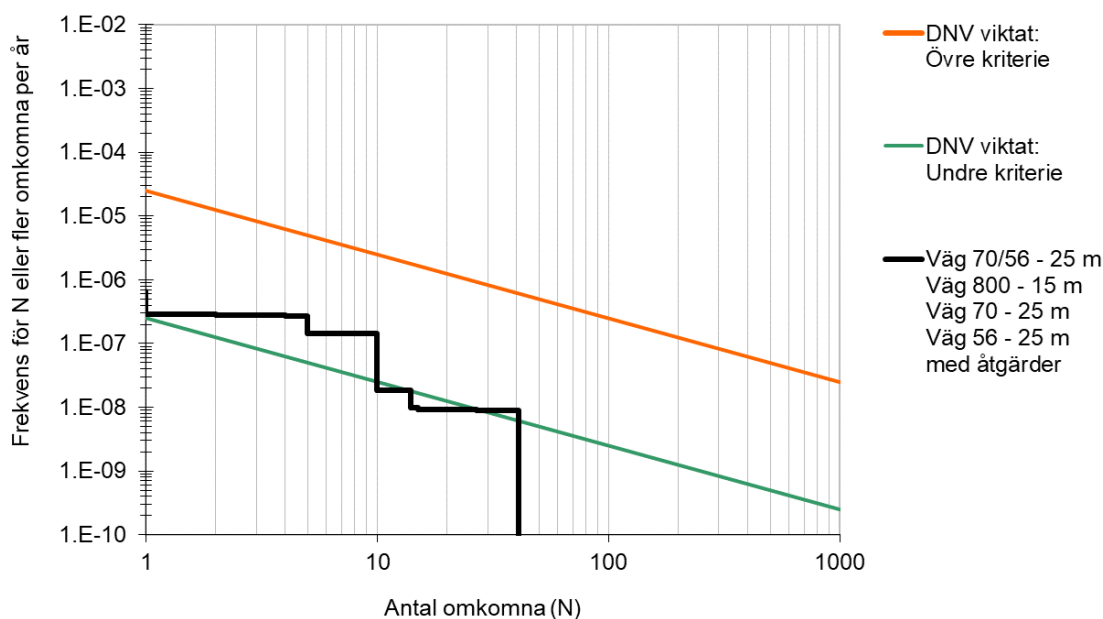
### 5.3.1 Sammantagen individrisknivå inom markerade områden i Figur 9 med vidtagna åtgärder

Föreslagna byggnadstekniska åtgärder i avsnitt 5.2 påverkar inte risken för enskilda individer utomhus. Däremot minskar risken för enskilda individer inomhus på grund av vidtagna åtgärder till riskreduktion. Konsekvensavstånden från individriskkurvor är därmed fortfarande samma då de visar konsekvensen utomhus även om konsekvensen för vissa olycksscenarioer som t.ex. brandscenarier minskar inomhus. Bebyggelsefria avstånd i individriskkurvor motsvarar skyddsavstånd inom vilka enskilda individer inte ska vistas. Med en utomhusmiljö som inte utformas för mer än tillfällig vistelse inom 37 meter från transportleder för farligt gods med t.ex. parkering samt gång- och cykelvägar bedöms att enskilda individer ej utsätts för oacceptabla risknivåer varken utomhus eller inomhus där byggnadstekniska åtgärder har effekt.

### 5.3.2 Sammantagen samhällsrisknivå för planområdet med vidtagna åtgärder

I Figur 15 illustreras den sammantagna samhällsrisknivån för planområdet med vidtagna åtgärder i avsnitt 5.2. Observera att kriterierna från DNV har viktats med ytan för planområdet. Ur figuren kan utläsas att den sammantagna samhällsrisknivån för planområdet förändras marginellt med föreslagna åtgärder till riskreduktion. Detta beror på att skyddsgraderna av inomhusvistelse redan är höga för de brandscenarier som föreslagna åtgärder inriktas mot att hantera. Det ska dock observeras att vistelse inomhus endast ger skydd under olycksförloppets inledande skede och att föreslagna riskreducerande åtgärder säkerställer skyddsgraderna under en längre tidsperiod genom att förhindra t.ex. brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön.

Samhällsrisknivån i Figur 15 innebär att samhällsrisken kan accepteras eftersom rimliga åtgärder till riskreduktion har vidtagits för att hantera samhällsrisknivån inom planområdet. Observera att den sammantagna samhällsrisknivån i Figur 15 förutsätter samma bebyggelsefria avstånd som utan åtgärder, samt inte tar hänsyn till riskbidrag från andra riskkällor än transportlederna för farligt gods.



Figur 15. Sammantagen samhällsrisknivå för planområdet med föreslagna åtgärder.



### **5.3.3 Riskbidrag från drivmedelsstationer**

Riskerna med hantering av drivmedel bedöms vara acceptabla givet att drivmedelsstationer utformas enligt handbok från MSB samt enligt anvisningar från Energigas Sverige (TSA 2015) i tillämpbar del. Därmed bedöms inte hanteringen medföra något ytterligare riskbidrag till beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods.

### **5.3.4 Riskbidrag från luftburen kraftledning**

Riskerna med exponering för luftburen kraftledning bedöms vara acceptabla givet att skyddsavstånd enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter upprätthålls. Därmed bedöms inte exponeringen medföra något ytterligare riskbidrag till beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods.

### **5.3.5 Riskbidrag från uppställningsplats för fordon med farligt gods**

Riskerna med hantering av farligt gods på uppställningsplatsen bedöms vara acceptabla förutsatt att uppställningsplatsen utformas enligt rekommendationer i avsnitt 5.2.4. Därav bedöms hanteringen ej medföra något ytterligare riskbidrag till beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods.

Placeringen av uppställningsplatsen bedöms vara lämplig ur risksynpunkt givet att uppställningsplatsen är övervakad av en tillsynsman och utformad för att uppnå en hög trafiksäkerhet och för att begränsa konsekvenserna av en olycka, samt försedd med lämplig brandsläckningsutrustning placerad i samråd med den lokala räddningstjänsten. Samlokalisering med personintensiv verksamhet är dock olämplig ur risksynpunkt.

## 6 DISKUSSION

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som påverkar resultatet kan vara förknippade med bland annat det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat bygger på. För att hantera osäkerhet i indata genomförs en känslighetsanalys med Latin-Hypercube simuleringar i programmet @risk (Bilaga F) där samtliga ingående parametrar i använda beräkningsmodeller tilldelas en sannolikhetsfördelning för att se vilka indataparametrar som påverkar resultatet mest. Baserat på genomförda simuleringar bedöms följande indataparametrar påverka beräknade risknivåer mest:

- Persontätheten inom planområdet
- Transporter av farligt gods förbi planområdet

För att hantera osäkerheten i indataparametrar ovan och säkerställa att föreslagna åtgärder i avsnitt 5.2 ger en acceptabel riskbild även vid stora förändringar i indata genomförs en känslighetsanalys där den sammantagna samhällsrisk för planområdet beräknas med dubbla persontätheten och med dubbelt antal transporter av farligt gods förbi planområdet. Antaganden har i övrigt varit konservativa för att risknivån inom planområdet inte ska underskattas.

Vid analyser av detta slag råder ofta brist på relevanta indata, vilket skapar ett behov av att göra antaganden och förenklingar. Dessutom råder stora svårigheter med att få fram tillförlitliga uppgifter som är mer eller mindre osäkra. Nämda svårigheter och osäkerheter innebär att olika riskanalyser/ riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [13]

## 7 SLUTSATSER

Baserat på beräknade individ- och samhällsrisknivåer kring transportleder för farligt gods bedömer WSP att planerad exploatering inom planområdet är genomförbar ur risksynpunkt givet att följande riskreducerande åtgärder vidtas:

### Byggnadstekniska åtgärder (införs som funktionsbaserade planbestämmelser i detaljplanen):

- **Brandskyddad fasad.** Exponerade fasader (inklusive gavlar) inom 30 meter från transportled för farligt gods utformas med ytterväggar i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30. Tak och takfot utförs i motsvarande brandteknisk klass (EI 30) inom 30 meter. Det förutsätts att fasad utformas enligt punkt 3 i avsnitt 5:551 i Boverkets byggregler vad gäller krav på att begränsa risken för brandspridning längs fasadytan.
- **Placering av utrymningsväg.** Byggnad inom 30 meter från transportled för farligt gods utformas med möjlighet att utrymma bort från transportleden.
- **Placering av friskluftsintag.** Friskluftsintag placeras högt på den sida av byggnad/taket som vetter bort från transportled för farligt gods.
- **Disposition av planområde.** Utomhusmiljön inom 37 meter från transportled för farligt gods ska inte utformas för mer än tillfällig vistelse med t.ex. parkering samt gång- och cykelvägar.

### Skyddsavstånd (införs som markbaserade planbestämmelser i detaljplanen):

- **Primär transportled för farligt gods: 25 m** mellan väggkant och byggnad.
- **Sekundär transportled för farligt gods: 15 m** mellan väggkant och byggnad.

Övriga riskkällor inom planområdet bedöms inte medföra något ytterligare riskbidrag till beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods förutsatt beskriven utformning enligt nedan.

### Drivmedelsstationer:

Riskerna med hantering av drivmedel bedöms vara acceptabla givet att drivmedelsstationer utformas enligt handbok från MSB samt enligt anvisningar från Energigas Sverige (TSA 2015) i tillämpbar del.

### Kraftledning:

Riskerna med exponering för luftburen kraftledning bedöms vara acceptabla givet att skyddsavstånd enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter upprätthålls.

### Uppställningsplats för fordon med farligt gods:

Riskerna med hantering av farligt gods på uppställningsplatsen bedöms vara acceptabla förutsatt att uppställningsplatsen utformas enligt rekommendationer i avsnitt 5.2.4. Därav bedöms hanteringen ej medföra något ytterligare riskbidrag till beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods.

Placeringen av uppställningsplatsen bedöms vara lämplig ur risksynpunkt givet att uppställningsplatsen är övervakad av en tillsynsman och utformad för att uppnå en hög trafiksäkerhet och för att begränsa konsekvenserna av en olycka, samt försedd med lämplig brandsläckningsutrustning placerad i samråd med den lokala räddningstjänsten. Samlokalisering med personintensiv verksamhet är dock olämplig ur risksynpunkt.

## Bilaga A. Metod för riskhantering

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

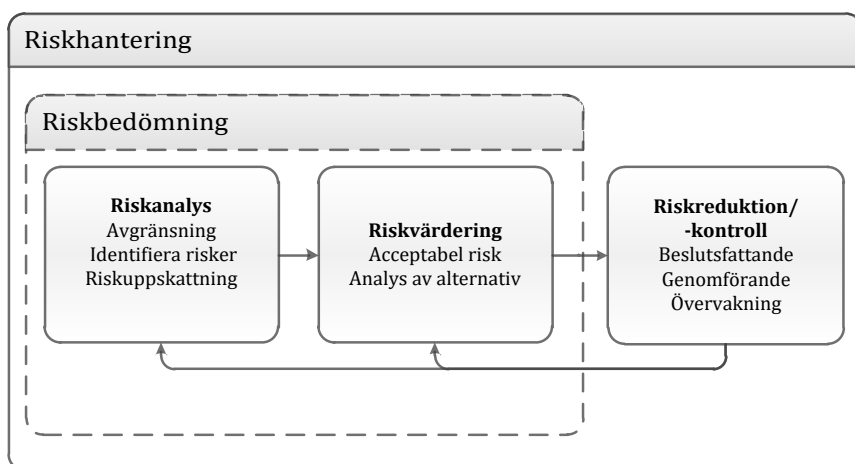
### A.1. Begrepp och definitioner

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [14] [15], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 16.

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 16. 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.

### A.2. Riskanalysmetoder

#### A.2.1 Kvantitativa metoder

Denna riskbedömning bygger på kvantitativa riskanalysmetoder som är helt numeriska och beskriver riskerna med kvantitativa termer, såsom individ- och samhällsrisk samt förväntat antal omkomna [16].

## Bilaga B. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlaget för transporter av farligt gods som utgjort grund för genomförda bedömningar och beräkningar.

### B.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [11] 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 [17] 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 senare av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Generellt gäller att vägtyper som tillåter högre hastighet är utformade på ett sätt vilket medför en lägre olyckskvot än där lägre hastighetsbegränsning råder. Korsningar, cirkulationsplatser och dylika utformningar ger högst olyckskvot. Antalet singelolyckor och sannolikheten att en olycka leder till en konsekvens med farligt gods (index) ökar med hastigheten.

Antalet trafikolyckor med transport av farligt gods som leder till konsekvens mot omgivningen beräknas enligt nedanstående metodik med indata enligt Tabell 8. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används transportstatistik från Trafikverkets databas NVDB [7].

$$Olyckor_{Total}(O) = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK$$

$$Olyckor_{FG} = O \cdot \left[ SiO \cdot \frac{\dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} + (1 - SiO) \left( \frac{2 \cdot \dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} - \frac{\dot{A}DT_{FG}^2}{\dot{A}DT_{Total}^2} \right) \right] \cdot Index$$

Tabell 8. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*.

Indataparameter	Väg 70/56, 70 och 56	Väg 800
ÅDT <sub>total</sub>	4 000 fordon/dygn	8 000 fordon/dygn
ÅDT <sub>FG</sub>	40 fordon/dygn	4 fordon/dygn
Hastighetsgräns	100 km/h	70 km/h
Olyckskvot (OK)	0,28	0,80
Andel Singelolyckor (SiO)	0,5	0,3
Index	0,34	0,15
Frekvens FG-olycka	6,11E-03 per år	1,98E-03 per år

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

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 [18] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 9 nedan redovisas klassindelning av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 9. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [18].	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 [19].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 25 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartad brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [17]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

## Bilaga C. Frekvensberäkningar

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för transporterad klass av farligt gods.

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

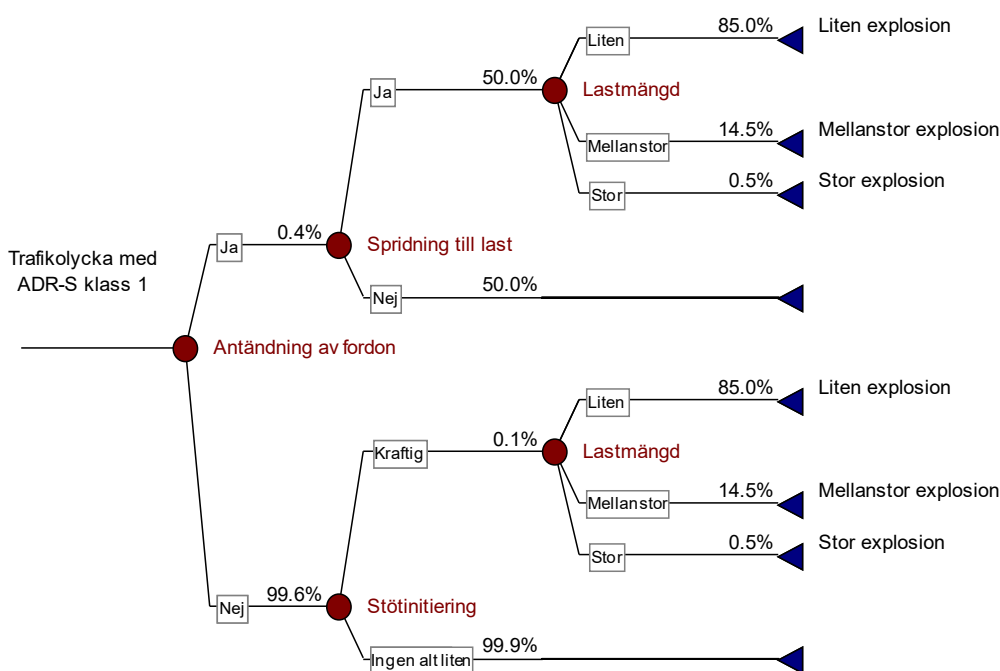
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [18]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga av dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen 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.

#### C.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) [20] 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 massexplösiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplösiva varor.

#### C.1.2 Händelsetråd med sannolikheter

17 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 17. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 1.



#### C.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 [21]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [22] [23].

#### C.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 [24], 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 [25], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

#### C.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 [26]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [27] 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 %.

#### C.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 [28] [29].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [30] 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 [31]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [32] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 10, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 10. 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

## C.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) [18]. 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.

### C.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 [33]. Gasol ansätts som dimensionerande ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns samt att den transporteras tryckkondenserad och i stor utsträckning gör ämnet till ett konservativt val [25].

För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Nedanstående avsnitt beskriver hur en olycka med gods i klass 2.1 kan ta uttryck, samt vilka dimensionerande scenarier och tänkbara skadehändelser som kan uppträda.

#### C.2.1.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [34]. 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 [11].

#### C.2.1.2. 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 [11] 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 % [11].

<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.

### C.2.1.3. Antändning

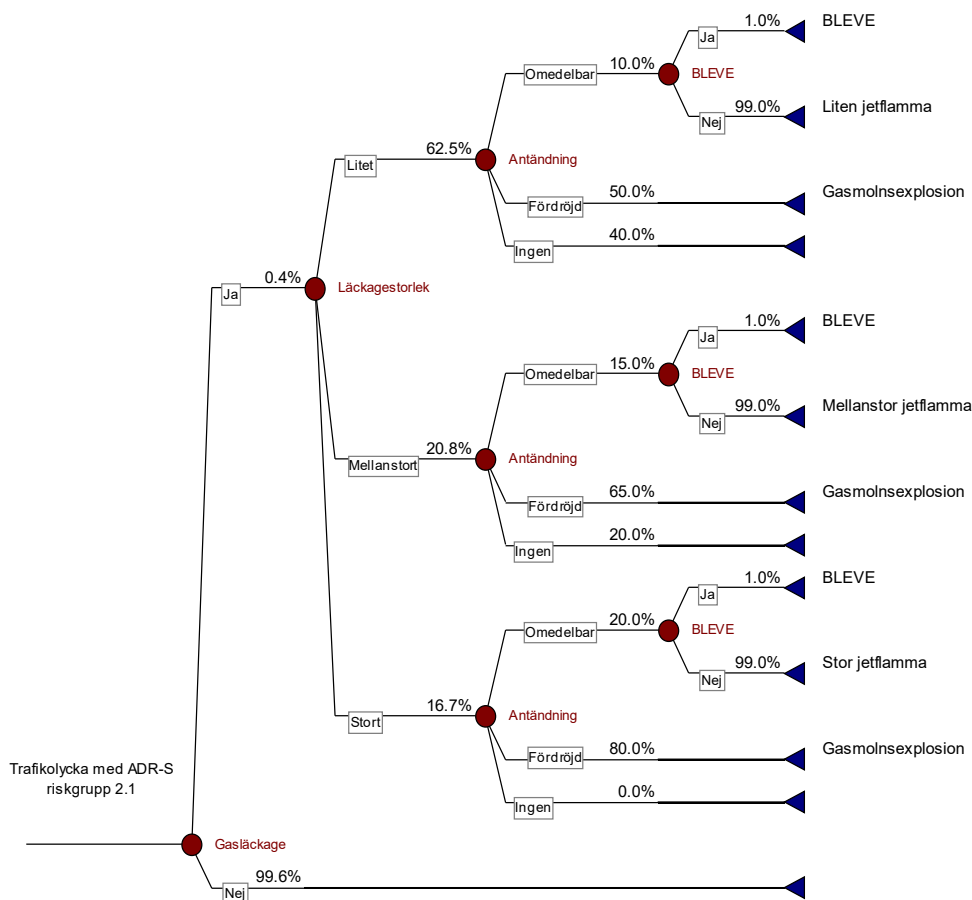
När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [35], 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 %.

### C.2.1.4. 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 rämtnar. 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 %.

## C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 18 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 18. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

### C.2.3 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.

#### C.2.3.1. Representativt ämne

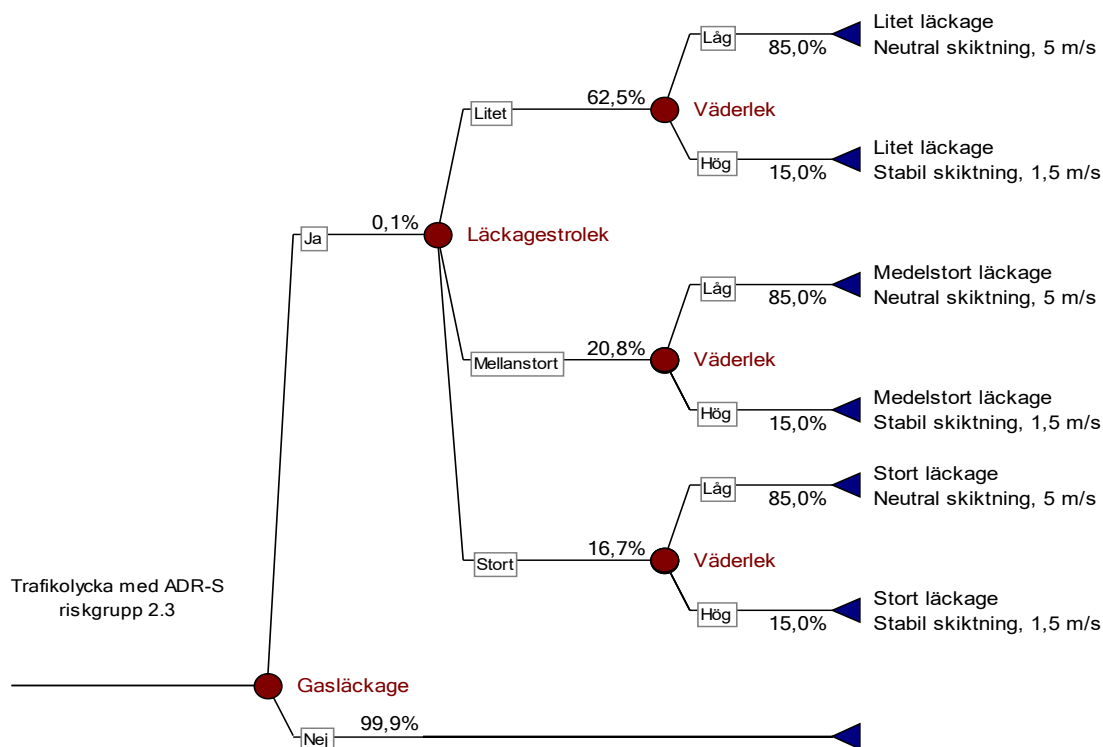
Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

#### C.2.3.2. Toxikologiska gränsvärden

För att kvantifiera skadeutfallet vid exponering av ett giftigt ämne finns en rad olika gränsvärden. Då riskbedömningen baseras på frekvensen för dödsfall görs ansätts LC<sub>50</sub> som dimensionerande gränsvärde. LC<sub>50</sub> är den koncentration där mortaliteten i en normalfördelad population är 50 % för en given exponeringstid. I beräkningarna ansätts konservativt att skadeutfallet inom beräknat konsekvensområde är 100 %.

### C.2.4 Händelseträd med sannolikheter

Figur 19 redovisar sannolikheterna i händelseträd som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 19. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

#### C.2.4.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [11]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [34]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [11].

#### C.2.4.2. 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 % [11].

#### C.2.4.3. Väderlek

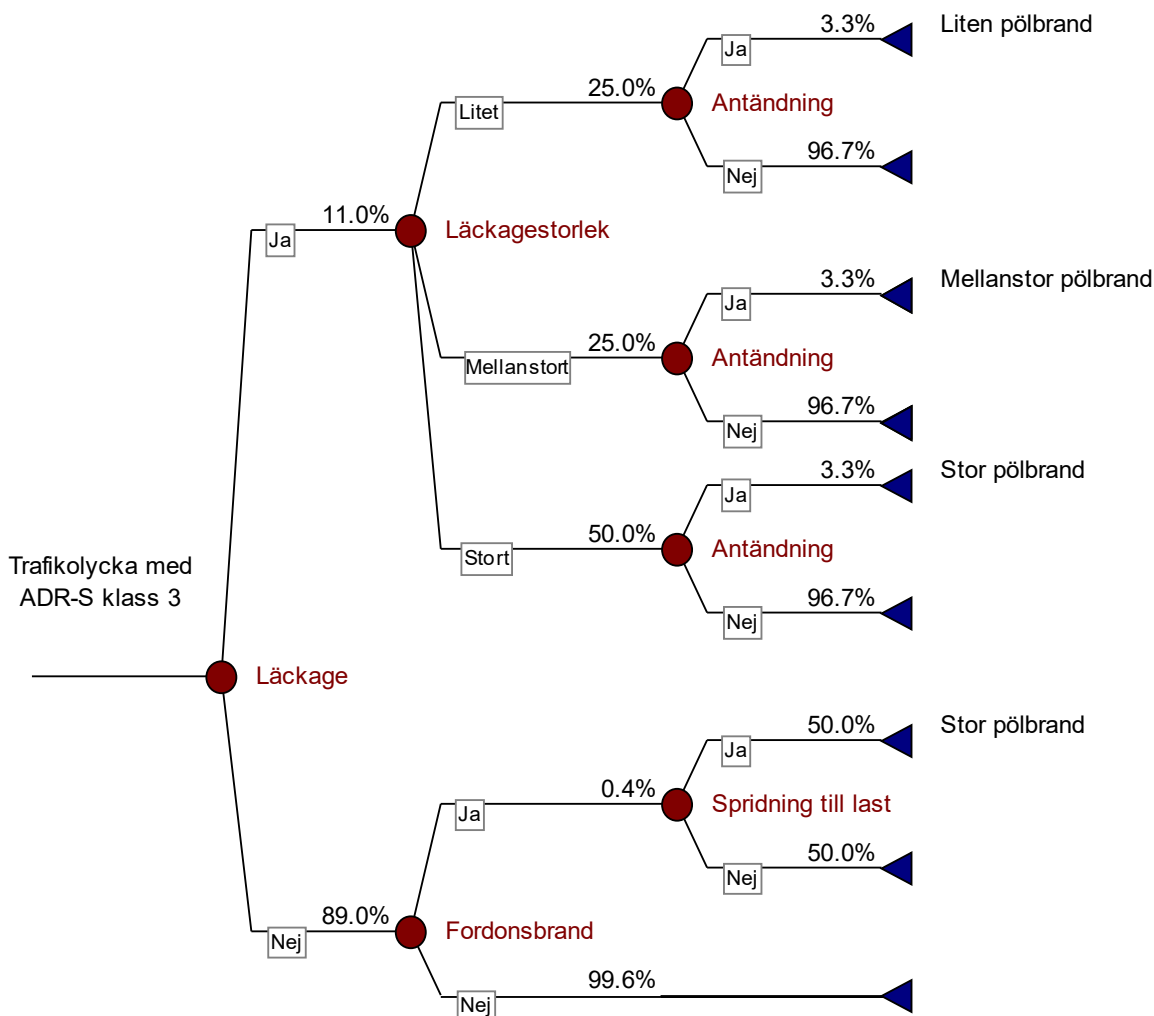
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varieras gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två typer av väderlek – Neutral atmosfärisk skiktning D med en vindhastighet på 5 m/s samt med en Extremt stabil skiktning F med en vindhastighet på 1,5 m/s. Den förstnämnda representerar genomsnittligt väder, vilket förekommer omkring 85 % av tiden, och den sistnämnda representerar ogynnsamt väder vilket ansätts råda under resterande 15 %.

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

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

#### C.3.1 Händelseträäd med sannolikheter

Figur 20 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 20. Händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 8.

#### C.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av vägsträckans farligt gods-index, se Tabell 8.

#### C.3.1.2. 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 [36] [37]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [11]. 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*).

#### C.3.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [38]. 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 % [27].

#### C.3.1.4. Fordonsbrand

Sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon uppskattas till cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

### C.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).

#### C.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 [18].

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 tryckuppbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [39]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [40] och FOI [41] 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 [42].

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

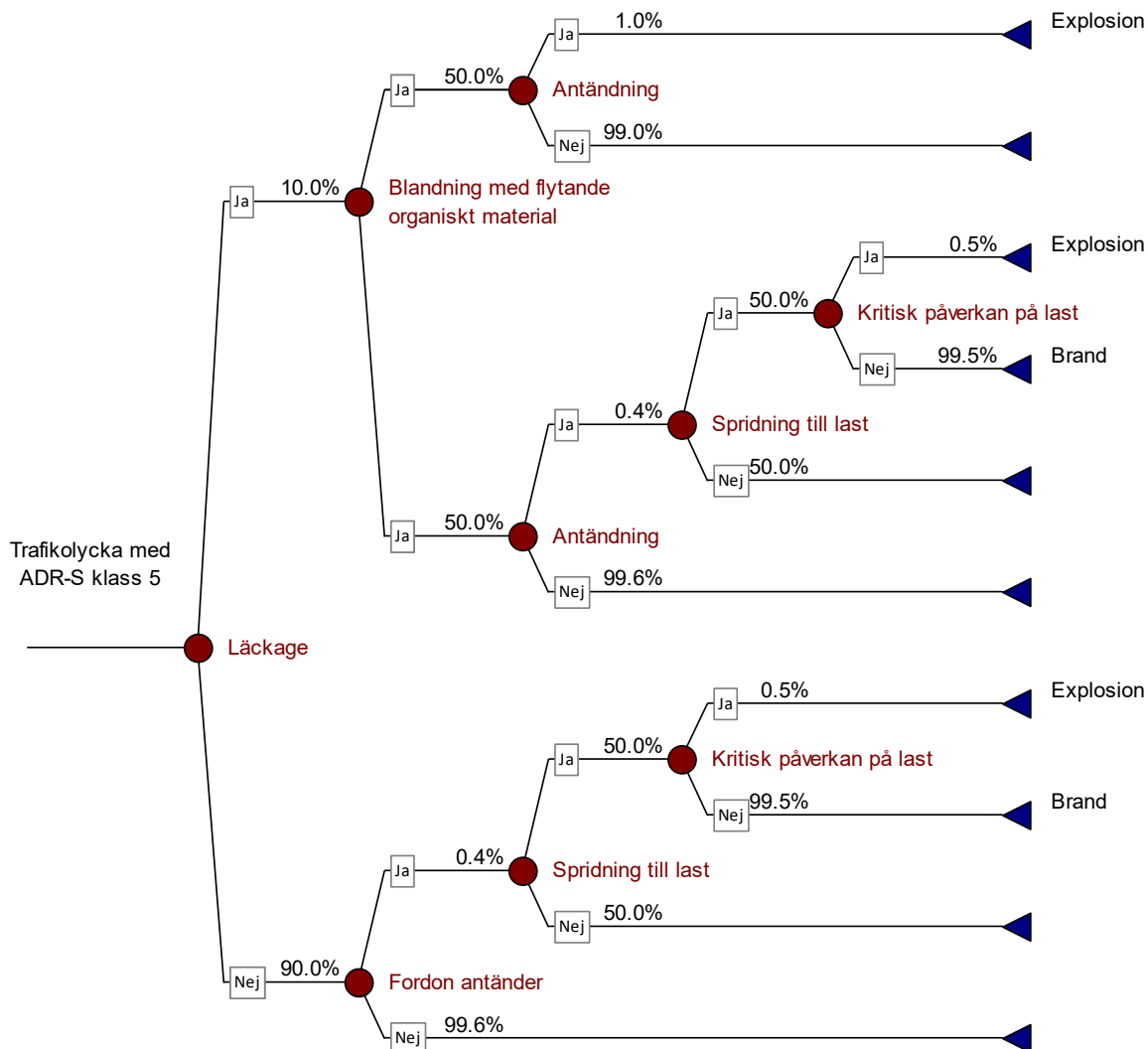
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [33]. 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.

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

Enligt rekommendationer från holländska myndigheter [43], 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.

### C.4.2.2. Händelseträd med sannolikheter

Figur 21 redovisar ett händelseträd som utvecklar händelseförloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 21. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

### C.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 [44]. 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.



#### C.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 bensin. 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.

#### C.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.

#### C.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 %.

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt 0.1) är denna cirka 0,4 %.

#### C.4.2.7. 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 %.

#### C.4.2.8. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [40]. 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 [39]. 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 lasten så allvarligt att det leder till en explosion innan personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

## C.5. Anpassning av sannolikheten att påverkas utifrån konsekvensavståndets längd

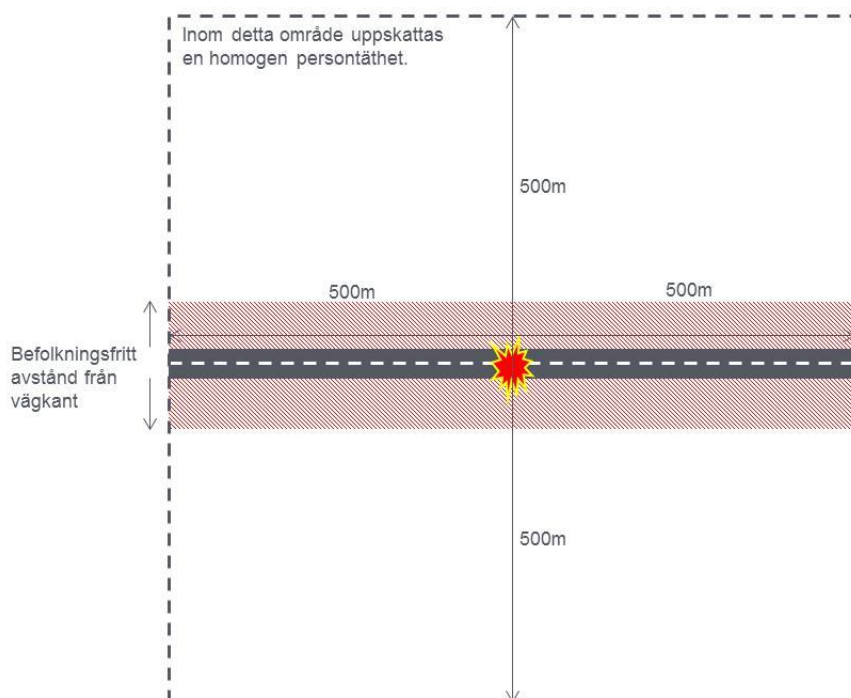
För individriskberäkningarna görs en frekvensreducering med avseende på att vissa scenarier har konsekvensavstånd som inte drabbar hela den studerade vägsträckan. En specifik plats drabbas bara av olyckans konsekvenser om den inträffar på en viss vägsträcka i närheten. Längden på vägsträckan antas vara det uppskattade konsekvensavståndet multiplicerat med en faktor 2. Detta värde dividerat med den totala studerade vägsträckan ger därmed en frekvensreduktionsfaktor för respektive scenario. Grundfrekvensen för scenarierna gäller nämligen för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras enligt ovan med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga D).

## Bilaga D. Konsekvensberäkningar

I detta avsnitt beskrivs hur konsekvensområdet och det förväntade skadeutfallet för transporterad klass kvantifierats. Beräkningarna redogörs separat för respektive klass av farligt gods.

### D.1. Persontäthet

I samhällsrisikberäkningar för planområdet tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring transportleden för farligt gods. Persontätheten för planområdet har uppskattats med hjälp av befolkningsstatistik från Sala kommun och uttryckts som en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum på aktuell transportled samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 22.



Figur 22. Principskiss för persontätheten inom planområdet. Personerna inom hela planområdet antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast väggkant. Detta antagande är grovt varför en befolkningsfri yta på 25 respektive 15 meter från primär respektive sekundär transportled ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalen inom befolkningsfria ytor subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisikberäkningarna.

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.

### D.2. Antagande om olyckans placering

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

Eftersom det finns en mittbarriär mellan de båda körriktningarna för riksvägar 70/56, 70 och 56 används ett så kallat differentierat konsekvensavstånd för det körfält som är längst från området, vilket korrigeras för att gälla från det ökade avståndet från väggkanten. Individriskkurvor för respektive körfält slås ihop till en och samma individriskkurva som gäller för båda körfälten.

### D.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). 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. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) kan leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa men är beroende av kroppsvikt och impulstäthet för explosionen. Sannolikheten för att omkomma vid ett direkt tryck på 180 kPa är 1 % och ökar till 99 % vid ett tryck på 350 kPa. [45]

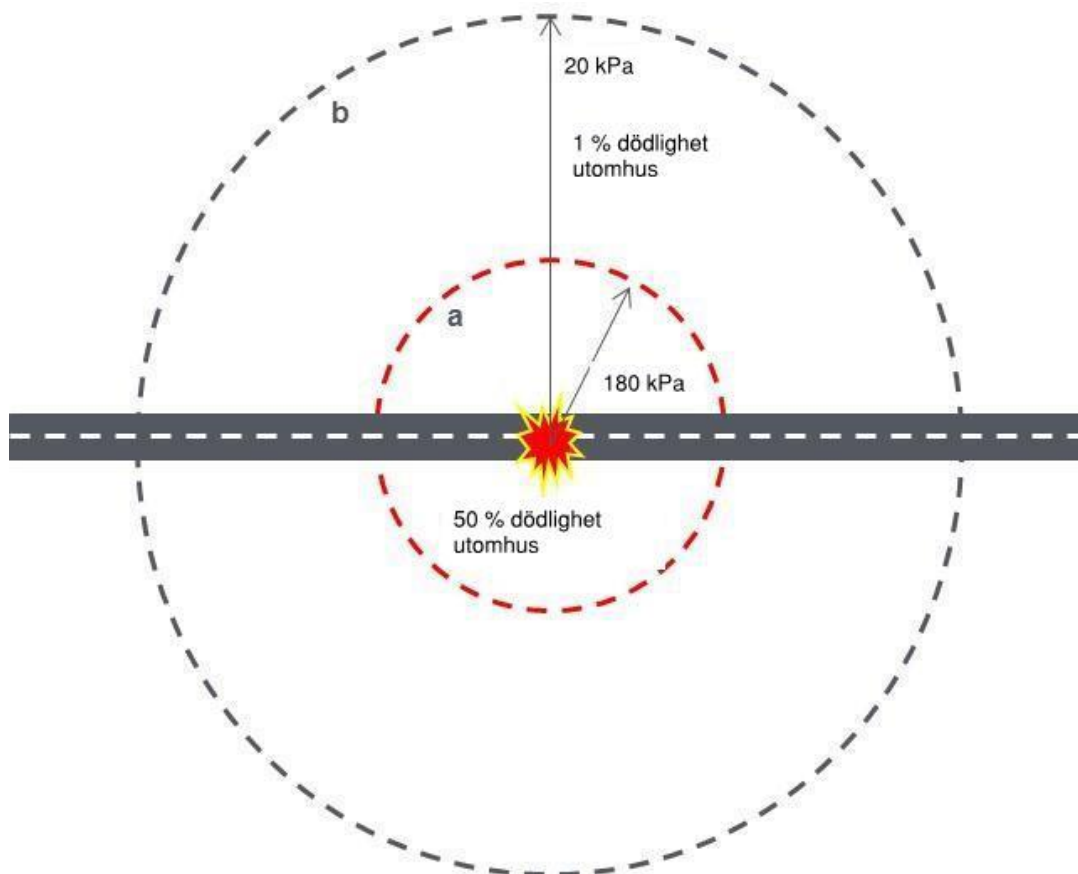
Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. Beroende på vilken typ av konstruktion byggnaden har kommer skadan eller raszonen att bli olika stor. I bostadshus är det vanligt med en längsgående bärande vägg i mitten av huset. Om en långsida i ett bostadshus kollapsar är det därför oftast den halva av byggnaden som vetter mot explosionen som rasar samman. I byggnader som inte har en längsgående bärande vägg i mitten av huset uppstår en väggrazon som sträcker sig 5 meter in i byggnaden om ytterväggen raseras. Andelen omkomna i väggrazonen förväntas vara cirka en tredjedel. [45]

I beräkningarna antas att 20 kPa är ett representativt medelvärde för när vanliga byggnader skadas så svårt att ras uppstår och det antas då att halva byggnaden kollapsar vid detta tryck.

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 50 % av personerna omkomma utomhus (zon a i Figur 23).
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 1 % av personerna omkomma utomhus (zon b i Figur 23).

Inomhus antas att 16,7 % av personerna omkommer baserat på att halva byggnaden kollapsar vid en explosion och att en tredjedel av personerna som vistas i kollapsad byggnadsdel omkommer. Detta bedöms vara konservativt mot bakgrund av att det är arbetsplatsbyggnader inom planområdet, vilka normalt är mer tåliga än bostäder med en längsgående bärande vägg i mitten av huset.



Figur 23. Konsekvenszoner vid explosion.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [46] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 20 kPa respektive 180 kPa, tagits fram för olika representativa dynamiska lastmängder, vilka redovisas i Tabell 11. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 11. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av farligt gods i ADR-S-klass 1. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att full markreflexion uppnås, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

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

## D.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.

## D.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* [47] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [11] för respektive storlek. För varje hålstorlek (Tabell 12) finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 12. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagestorlek, Ø	Läckagestorlek, A
Litet	0,09 kg/s	0,32 cm	0,08 cm <sup>2</sup>
Mellanstort	0,9 kg/s	1,03 cm	0,83 cm <sup>2</sup>
Stort	17,9 kg/s	4,56 cm	16,4 cm <sup>2</sup>

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).
- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

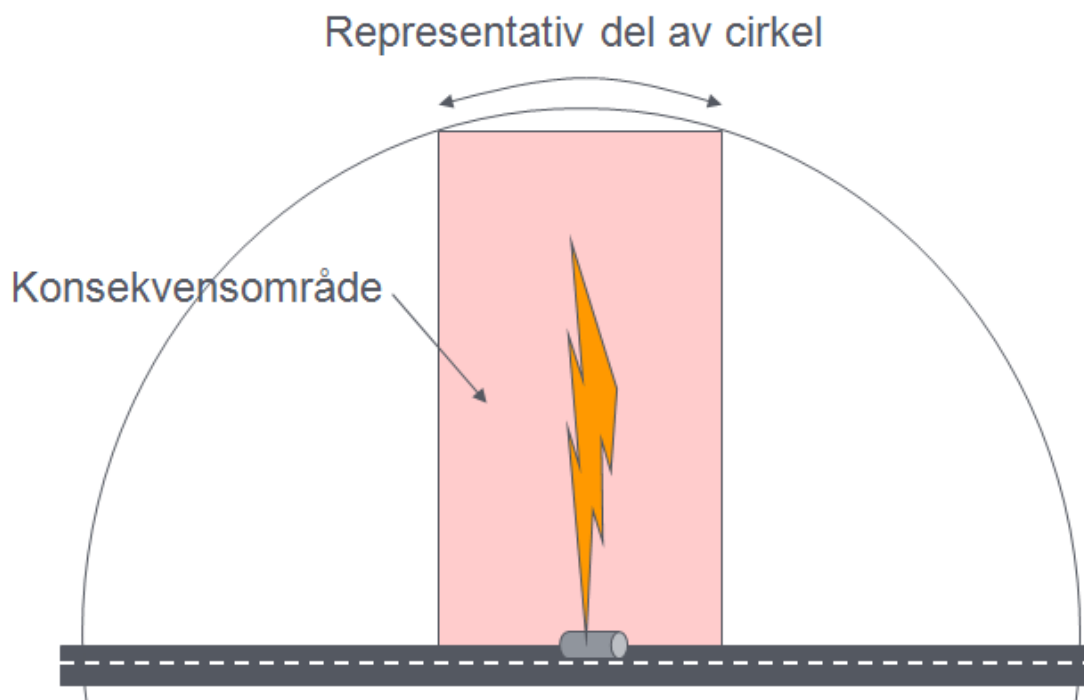
### D.5.1 BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [45]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

### D.5.2 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* [45], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [48] 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 representativ del av en cirkel, enligt Figur 24.



Figur 24. Förhållandet mellan konsekvensområde och representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

### D.5.3 Gasmolnexplosion

En gasmolnexplosion 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 [47] 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.

Gasmolnexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 24.

## D.6. Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

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

- |                       |           |
|-----------------------|-----------|
| • BLEVE               | 170 meter |
| • Liten jetflamma     | 5 meter   |
| • Medelstor jetflamma | 17 meter  |
| • Stor jetflamma      | 73 meter  |
| • Gasmolnexplosion    | 42 meter  |

## D.7. ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenarier enligt Tabell 13. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt Bilaga C och med en ytråhet på 0,5 m. Representativt ämne i simuleringarna antas vara SO<sub>2</sub> (svaveldioxid), vilket är den giftigaste gasen som transporteras på väg.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC <sub>50@30 min</sub>	Spridningsvinkel	Tabell 13.
Litet	Stabilitetsklass D, 5 m/s	10 meter	45°	
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	30 meter	30°	
Mellanstort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	30 meter	45°	
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	150 meter	30°	
Stort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	135 meter	45°	
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	500 meter	30°	

Konsekvensavstånd för utsläpp av giftig gas.

## D.8. 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 [25] [49].

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 [25]. I Tabell 14 redovisas beräknade konsekvensområden inom vilka personer antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 14. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m<sup>2</sup>) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Avstånd till 15 kW/m <sup>2</sup> från pölkant
Litet utsläpp	50 m <sup>2</sup>	12 meter
Mellanstort utsläpp	200 m <sup>2</sup>	21 meter
Stort utsläpp	400 m <sup>2</sup>	27 meter

## D.9. 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.

### D.9.1.1. Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden ämne 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 [42]. 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 40 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter. Konsekvensavstånden blir därmed 39 meter respektive 123 meter.

### D.9.1.2. 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 27 meter.

## D.10. Bedömning av antal omkomna i respektive olycksscenario

Vid beräkningar av samhällsrisk för planområdet uppskattas antalet omkomna i varje olycksscenario genom att multiplicera aktuellt konsekvensområde med persontätheten som antagits för planområdet. I grundberäkningen tas även hänsyn till skyddsgraden av inomhusvistelse. Skyddseffekter av vidtagna riskreducerande åtgärder i avsnitt 5.2 inkluderas även i bedömningen av antalet omkomna. I Bilaga E beskrivs omfattningen av skyddseffekter både med och utan föreslagna åtgärder till riskreduktion.



## Bilaga E. Skyddseffekter

Denna bilaga beskriver antagna skyddseffekter av inomhusvistelse respektive utomhusvistelse med och utan föreslagna riskreducerande åtgärder i avsnitt 5.2.

I Tabell 15 redovisas bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter utan föreslagna riskreducerande åtgärder i avsnitt 5.2.

Tabell 15. Bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter av att vistas inomhus respektive utomhus (utan föreslagna åtgärder).

Skyddseffekter						
Utan föreslagna riskreducerande åtgärder						
Klass av farligt gods:	Avstånd från riskkälla till byggnader: [m]	Topografi för planområde:	Skyddsåtgärder för byggnader:	Skyddsåtgärder för planområde:	Antagen skyddseffekt: [%]	
ADR-S						
Olycks-scenarier:						
Riksvägar + väg 800	Riksvägar - 25 m Väg 800 - 15 m	Planområde till största del beläget i jämnhöjd med vägar	Inga	Inga		
<b>Riksvägar</b>						
<b>ADR-S-klass 1</b>	<b>Motivering:</b>					
					<b>Inomhus</b>	
					<b>Utomhus</b>	
Liten explosion (>180kPa)	Konsekvensavstånd understiger befolkningsfritt avstånd, vilket ger skyddsgrader på 100 %.				100	100
Liten explosion (>20kPa)	Utomhus antas att 1 % av personer omkommer inom det område som utsätts för ett tryck på mellan 20-180 kPa, eftersom 180 kPa är gränsvärdet för 1 % dödlighet [45]. Inomhus antas att en tredjedel av de personer som vistas i den byggnadshalva som kollapsar omkommer [45].				83,3	99
Mellanstor explosion (>180kPa)	Utomhus antas att 50 % av personer omkommer inom det område som utsätts för ett tryck som är större än 180 kPa, eftersom 180 kPa är gränsvärdet för 1 % dödlighet och 350 kPa är gränsvärdet för 99 % dödlighet [45]. Inomhus antas att en tredjedel av de personer som vistas i den byggnadshalva som kollapsar omkommer [45].				83,3	50
Mellanstor explosion (>20kPa)	Utomhus antas att 1 % av personer omkommer inom det område som utsätts för ett tryck på mellan 20-180 kPa, eftersom 180 kPa är gränsvärdet för 1 % dödlighet [45]. Inomhus antas att en tredjedel av de personer som vistas i den byggnadshalva som kollapsar omkommer [45].				83,3	99
Stor explosion (>180kPa)	Utomhus antas att 50 % av personer omkommer inom det område som utsätts för ett tryck som är större än 180 kPa, eftersom 180 kPa är gränsvärdet för 1 % dödlighet och 350 kPa är gränsvärdet för 99 % dödlighet [45]. Inomhus antas att en tredjedel av de personer som vistas i den byggnadshalva som kollapsar omkommer [45].				83,3	50
Stor explosion (>20kPa)	Utomhus antas att 1 % av personer omkommer inom det område som utsätts för ett tryck på mellan 20-180 kPa, eftersom 180 kPa är gränsvärdet för 1 % dödlighet [45]. Inomhus antas att en tredjedel av de personer som vistas i den byggnadshalva som kollapsar omkommer [45].				83,3	99

<b>ADR-S-klass 2.1</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
BLEVE	<i>Utomhus antas skyddsgraden vara 0 % baserat på att personer är oskyddade från värmestrålningen. Inomhus antas 90 % av personer vara skyddade från värmestrålningen, vilket antas konservativt med anledning av att det finns referens på att personer inomhus är helt skyddade från värmestrålningen från olycksscenarioer med ADR-S-klass 2.1 [25].</i>	90	0
Liten jetflamma	<i>Konsekvensavstånd understiger befolkningsfritt avstånd, vilket ger skyddsgrader på 100 %.</i>	100	100
Gasmolnsexplosion	<i>Utomhus antas skyddsgraden vara 0 % baserat på att personer är oskyddade från värmestrålningen. Inomhus antas 90 % av personer vara skyddade från värmestrålningen, vilket antas konservativt med anledning av att det finns referens på att personer inomhus är helt skyddade från värmestrålningen från olycksscenarioer med ADR-S-klass 2.1 [25].</i>	90	0
Mellanstor jetflamma	<i>Konsekvensavstånd understiger befolkningsfritt avstånd, vilket ger skyddsgrader på 100 %.</i>	100	100
Stor jetflamma	<i>Utomhus antas skyddsgraden vara 0 % baserat på att personer är oskyddade från värmestrålningen. Inomhus antas 90 % av personer vara skyddade från värmestrålningen, vilket antas konservativt med anledning av att det finns referens på att personer inomhus är helt skyddade från värmestrålningen från olycksscenarioer med ADR-S-klass 2.1 [25].</i>	90	0
<b>ADR-S-klass 2.3</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Litet läckage I D - 5 m/s	<i>Konsekvensavstånd understiger befolkningsfritt avstånd, vilket ger skyddsgrader på 100 %.</i>	100	100
Litet läckage I F - 1,5 m/s	<i>Det bedöms att ett tungt gasmoln späds ut av intilliggande bebyggelse innan det når personer som vistas utomhus inom planområdet. Dessutom antas flertalet personer hinna fly inomhus. Konservativt antas att hälften av personerna utomhus är skyddade. Skyddsgraden av att vistas inomhus ansätts till 90 % baserat på litteratur [50].</i>	90	50
Mellanstort läckage I D - 5 m/s	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	90	50
Mellanstort läckage I F - 1,5 m/s	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	90	50
Stort läckage I D - 5 m/s	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	90	50
Stort läckage I F - 1,5 m/s	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	90	50

<b>ADR-S-klass 3</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Liten pölbrand	<i>Konsekvensavstånd understiger befolkningsfritt avstånd, vilket ger skyddsgrader på 100 %.</i>	100	100
Mellanstor pölbrand	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 2.1 antas.</i>	90	0
Stor pölbrand	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 2.1 antas.</i>	90	0
<b>ADR-S-klass 5</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Explosion (>180kPa)	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 1 antas.</i>	83,3	50
Explosion (>20kPa)	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 1 antas.</i>	83,3	99
Brand	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 3 antas.</i>	90	0
<b><u>Väg 800</u></b>			
<b>ADR-S-klass 3</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Liten pölbrand	<i>Konsekvensavstånd understiger befolkningsfritt avstånd, vilket ger skyddsgrader på 100 %.</i>	100	100
Mellanstor pölbrand	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 2.1 antas.</i>	90	0
Stor pölbrand	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 2.1 antas.</i>	90	0

I Tabell 16 redovisas bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter med föreslagna riskreducerande åtgärder för planområdet i avsnitt 5.2.

Tabell 16. Bakgrund och motiv till antagna skyddseffekter av att vistas inomhus respektive utomhus (med föreslagna åtgärder).

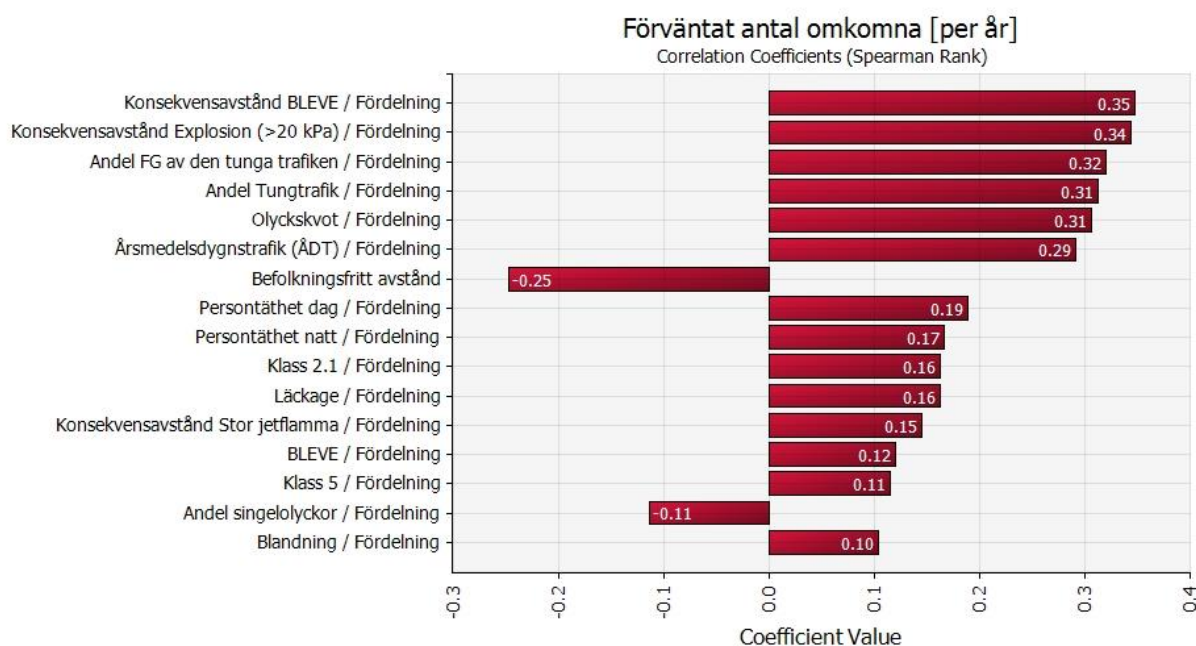
Skyddseffekter						
Utan föreslagna riskreducerande åtgärder						
Klass av farligt gods:	Avstånd från riskkälla till byggnader: [m]	Topografi för planområde:	Skyddsåtgärder för byggnader:	Skyddsåtgärder för planområde:	Antagen skyddseffekt: [%]	
ADR-S	Riksvägar - 25 m Väg 800 - 15 m	Planområde till största del beläget i jämnhöjd med vägar	Enligt avsnitt 5.2.	Enligt avsnitt 5.2.		
Olycks-scenarier:						
Riksvägar + väg 800						
<b>Riksvägar</b>						
<b>ADR-S-klass 1</b>	<b>Motivering:</b>				<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Liten explosion (>180kPa)	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				100	100
Liten explosion (>20kPa)	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				83,3	99
Mellanstor explosion (>180kPa)	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				83,3	50
Mellanstor explosion (>20kPa)	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				83,3	99
Stor explosion (>180kPa)	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				83,3	50
Stor explosion (>20kPa)	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				83,3	99
<b>ADR-S-klass 2.1</b>	<b>Motivering:</b>				<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
BLEVE	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				90	0
Liten jetflamma	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				100	100
Gasmolns-explosion	Utomhus antas skyddsgraden vara oförändrad. Inomhus antas 100 % av personer vara skyddade från värmestrålning och brandgaser med byggnadstekniska åtgärder enligt avsnitt 5.2.				100	0
Mellanstor jetflamma	Ingen förändring i skyddsgrader antas.				100	100
Stor jetflamma	Utomhus antas skyddsgraden vara oförändrad. Inomhus antas 100 % av personer vara skyddade från värmestrålning och brandgaser med byggnadstekniska åtgärder enligt avsnitt 5.2.				100	0

<b>ADR-S-klass 2.3</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Litet läckage I D - 5 m/s	<i>Ingen förändring i skyddsgrader antas.</i>	100	100
Litet läckage I F - 1,5 m/s	<i>Utomhus antas skyddsgraden var oförändrad. Skyddsgraden av att vistas inomhus ansätts till 99 % baserat på placeringen av friskluftsintag [45].</i>	99	50
Mellanstort läckage I D - 5 m/s	<i>Utomhus antas skyddsgraden var oförändrad. Skyddsgraden av att vistas inomhus ansätts till 99 % baserat på placeringen av friskluftsintag [45].</i>	99	50
Mellanstort läckage I F - 1,5 m/s	<i>Utomhus antas skyddsgraden var oförändrad. Skyddsgraden av att vistas inomhus ansätts till 99 % baserat på placeringen av friskluftsintag [45].</i>	99	50
Stort läckage I D - 5 m/s	<i>Utomhus antas skyddsgraden var oförändrad. Skyddsgraden av att vistas inomhus ansätts till 99 % baserat på placeringen av friskluftsintag [45].</i>	99	50
Stort läckage I F - 1,5 m/s	<i>Utomhus antas skyddsgraden var oförändrad. Skyddsgraden av att vistas inomhus ansätts till 99 % baserat på placeringen av friskluftsintag [45].</i>	99	50
<b>ADR-S-klass 3</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Liten pölbrand	<i>Ingen förändring i skyddsgrader antas.</i>	100	100
Mellanstor pölbrand	<i>Skyddsgraden av både inomhus- och utomhusvistelse antas vara 100 % med byggnadstekniska åtgärder enligt avsnitt 5.2, samt med ytor som inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse inom 37 meter från transportled för farligt gods.</i>	100	100
Stor pölbrand	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	100	100
<b>ADR-S-klass 5</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Explosion (>180kPa)	<i>Ingen förändring i skyddsgrader antas.</i>	83,3	50
Explosion (>20kPa)	<i>Ingen förändring i skyddsgrader antas.</i>	83,3	99
Brand	<i>Samma skyddsgrader som för ADR-S-klass 3 antas.</i>	100	100
<b><u>Väg 800</u></b>			
<b>ADR-S-klass 3</b>	<b><u>Motivering:</u></b>	<b>Inomhus</b>	<b>Utomhus</b>
Liten pölbrand	<i>Ingen förändring i skyddsgrader antas.</i>	100	100
Mellanstor pölbrand	<i>Skyddsgraden av både inomhus- och utomhusvistelse antas vara 100 % med byggnadstekniska åtgärder enligt avsnitt 5.2, samt med ytor som inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse inom 37 meter från transportled för farligt gods.</i>	100	100
Stor pölbrand	<i>Samma skyddsgrader som ovan antas.</i>	100	100

## Bilaga F. Känslighetsanalyser

I denna bilaga redovisas genomförda känslighetsanalyser av bl. a. ingående indataparametrar.

För att utreda ingående indataparametrars betydelse för beräknade risknivåer kring transportleder för farligt gods tilldelas samtliga indataparametrar en sannolikhetsfördelning i form av en PERT-fördelning vid beräkning av det förväntade antalet omkomna inom planområdet. Simuleringar av typen Latin Hypercube genomförs i programmet @risk för att ta fram Tornadodiagrammet i Figur 25 nedan. Detta diagram visar indataparametrars korrelation till beräkning av förväntat antal omkomna per år. Korrelationen beskrivs genom Spearmans rangkorrelationskoefficient som varierar mellan -1 och 1 beroende på styrka och riktning av korrelationen. Desto högre värde på korrelationskoefficienten desto starkare korrelation finns mellan indataparameter och utdata. Följaktligen blir indataparametrar med längst stapel i Figur 25 mest intressanta att variera i känslighetsanalyser.



Figur 25. Indataparametrars korrelation till beräkning av förväntat antal omkomna per år.

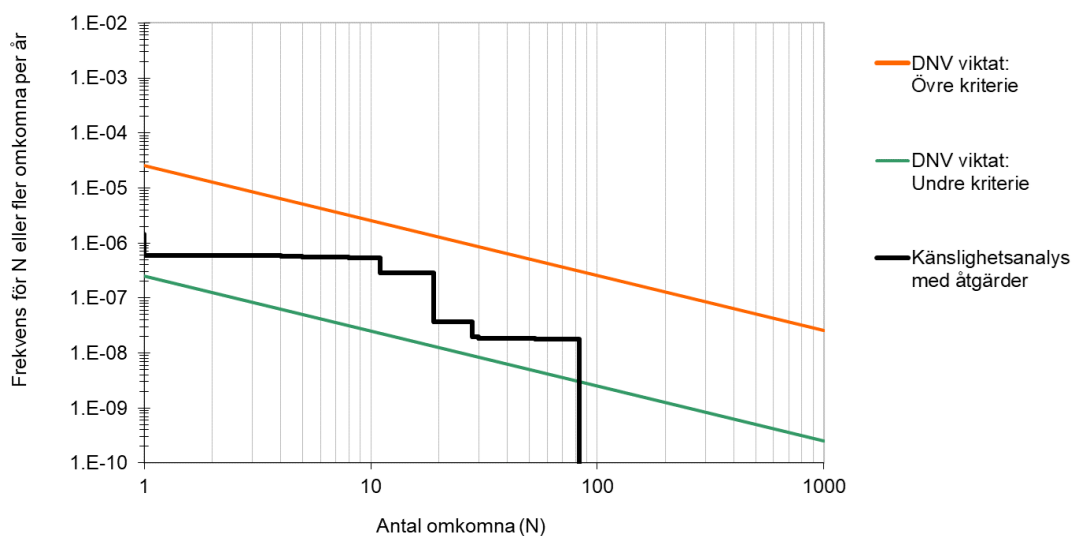
De indataparametrar som påverkar beräknade risknivåer mest enligt Figur 25, samt deras korrelation till beräknat riskmått beskrivs nedan:

- Konsekvensavstånd för BLEVE och Stor explosion (>20 kPa). Positiv korrelation anger att ett högre värde för indataparametrarna ger ett högre värde på det förväntade antalet omkomna.
- Andel FG och tung trafik, olyckskvot samt ÅDT. Positiv korrelation anger att ett högre värde för indataparametrarna ger ett högre värde på det förväntade antalet omkomna.
- Befolkningsfritt avstånd. Negativ korrelation anger att ett högre värde på indataparametern ger ett lägre värde på det förväntade antalet omkomna.
- Persontäthet dag respektive natt. Positiv korrelation anger att ett högre värde för indataparametrarna ger ett högre värde på det förväntade antalet omkomna.

Konsekvensavstånden för olycksscenarioer i form av BLEVE och Stor explosion (> 20 kPa) bedöms vara konservativt framtagna med använda beräkningsmodeller och inte påverkas av planområdets utformning. Befolkningsfria avstånd till transportleder för farligt gods är en förutsättning för analysen och därmed ej aktuella att ändra. Dock är persontätheten inom planområdet samt antalet transporter av farligt gods förbi planområdet indataparametrar som bedöms kunna variera under tid med hänsyn till rådande osäkerheter i indataparametrarna.

Med hänsyn till att både persontätheten inom planområdet och antalet transporter av farligt gods förbi planområdet kan variera under tid utförs en känslighetsanalys där den sammantagna samhällsrisk för planområdet beräknas med dubbla persontätheten och med dubbelt antal transporter av farligt gods förbi planområdet. Syftet med känslighetsanalysen är att hantera osäkerheten för indataparametrarna samt att säkerställa att föreslagna åtgärder i avsnitt 5.2 ger en acceptabel samhällsrisk även vid stora förändringar i indataparametrarna. Resultatet av känslighetsanalysen redovisas i Figur 26.

Den sammantagna samhällsrisknivån för planområdet med dubbelt så hög persontäthet samt dubbelt antal transporter av farligt gods förbi planområdet redovisas Figur 26 nedan. Ur figuren kan utläsas att samhällsrisknivån fortsatt hamnar inom ALARP-området, vilket gör den sammantagna samhällsrisk fortsatt acceptabel eftersom rimliga åtgärder till riskreduktion har vidtagits. Föreslagna åtgärder gör att beräknade samhällsrisknivåer därmed är robusta mot stora förändringar i ingående indataparametrar.



Figur 26. Känslighetsanalys av sammantagen samhällsrisknivå för planområdet med åtgärder till riskreduktion vidtagna.

## Bilaga G. Referenser

- [1] Länsstyrelsen Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," Länsstyrelsen Stockholm, Stockholm, 2016.
- [2] MSB, "Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," MSB, Karlstad, 2015.
- [3] Energigas Sverige, Anvisningar - tankstationer för metangasdrivna fordon, Stockholm: Energigas Sverige, 2015.
- [4] Elsäkerhetsverket, "Förordningen (2017:218) om elektriska starkströmsanläggningar," Elsäkerhetsverket, 2008.
- [5] P. Envall, "Farligt gods på vägnätet - underlag för samhällsplaneringen," Räddningsverket, Karlstad, 1998.
- [6] Avdelningen för samhällsbyggnad - Länsstyrelsen Västmanlands län, "Samråd om undersökning för detaljplan Evelund, Sala kommun," Länsstyrelsen Västmanlands län, Sala, 2020.
- [7] Trafikverket, "Trafikverkets databas NVDB," Trafikverket.
- [8] Sala kommun, "Sala kommuns hemsida," Sala kommun, 07 Maj 2020. [Online]. Available: <https://www.sala.se>. [Använd 07 Maj 2020].
- [9] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [10] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [11] Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Statens räddningsverk, Karlstad, 1996.
- [12] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [13] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [14] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [15] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [16] F. Nystedt, *Risikanalyismetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [17] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [18] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "ADR-S regelverket," MSB, Karlstad, 2009.
- [19] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [20] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [21] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, "Internationell statistik över fordonsbränder," Statens Räddningsverk, Karlstad, 2005.
- [22] SIKI, "Vägtrafikskador," Statens institut för kommunikationsanalys, Stockholm, 2001.



- [23] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [24] PIARC, "Fire and smoke control in road tunnels," PIARC - World Road Association, London, 1999.
- [25] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, "Fördjupad översiktsplan inom sektorn transport av farligt gods," Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Göteborg, 1997.
- [26] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [27] HMSO, "Major hazard aspects of the transport of dangerous substances," Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, London, 1991.
- [28] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [29] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [30] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [31] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [32] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [33] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [34] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [35] G. Purdy, "Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 3 (1993), pp. 229-259, 1993.
- [36] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [37] T. Gammelgård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [38] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [39] G. Marlair och Kordek, M-A, "Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers," *Journal of Hazardous Materials*, pp. A123. pp 13-28, 2005.
- [40] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [41] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [42] R. Forsén, "Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods," Försvarets forskningsinstitut (FOI), Stockholm, 2009.
- [43] Ministerier van VROM, "Guidelines for storage of organic peroxides.," VROM, Haag, 2005.
- [44] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [45] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. Runn, L. Thaning och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), Tumba, 1998.
- [46] S. Lamnevik, "Konsekvensanalys explosioner," Stefan Lamnevik AB, Stockholm, 2006.

- [47] Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, "Programvara - Spridning Luft," MSB, Karlstad, 2010.
- [48] CCPS, "Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis," Center for Chemical Process Safety, The Hague, 1999.
- [49] Boverket, "Boverkets byggregler BFS 2006:12," Boverket, Stockholm, 2006.
- [50] B. J. Ale och P. A. Uijt de Haag, "CPR 18E - Guideline for quantitative risk assessment 'Purple book'," Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen, Haag, 2005.



UPPDRAGSNAMN  
Utredningspaket detaljplan Evelund

UPPDRAGSNUMMER  
10302447

FÖRFATTARE  
Martin Thomasson

DATUM  
2020-05-20

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. [www.wsp.com](http://www.wsp.com)

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

