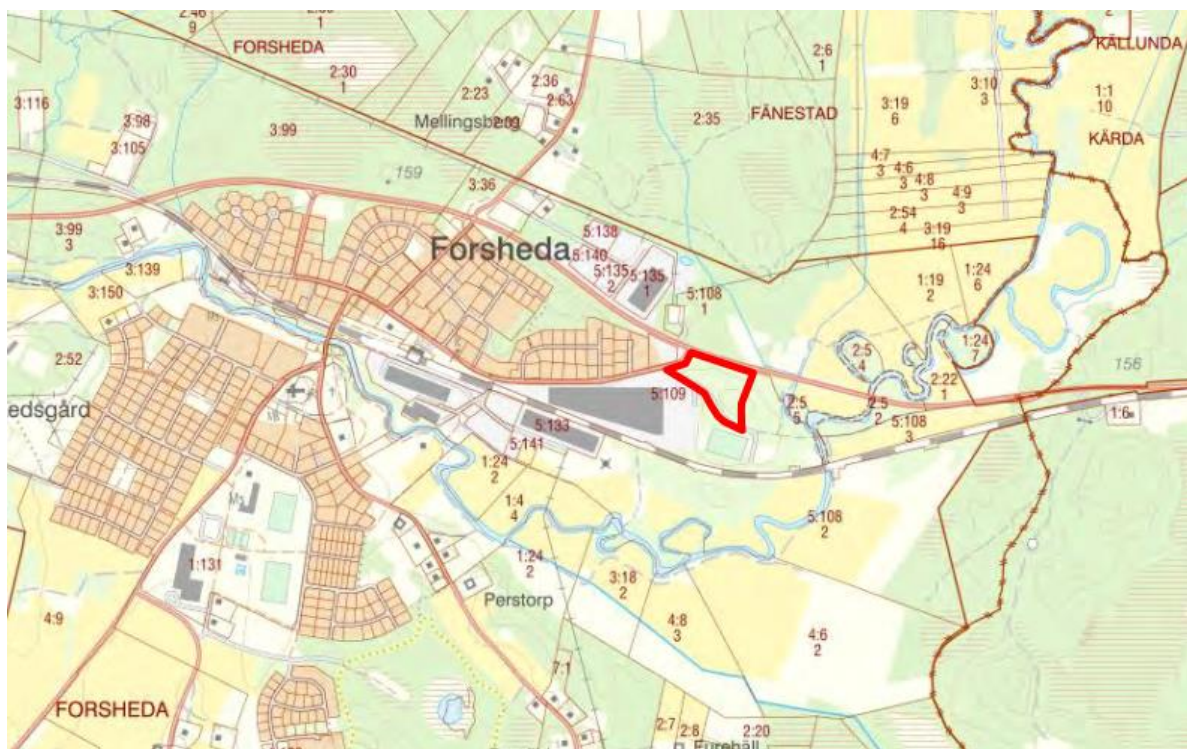


FORSFAST AB

# RISKBEDÖMNING – OMGIVNINGSPÅVERKAN FRÅN TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS

DETALJPLAN FORSHEDA 5:109, VÄRNAMO KOMMUN

2021-02-02



wsp

## Riskbedömning – Omgivningspåverkan från transportleder för farligt gods

### Detaljplan Forsheda 5:109

### Forsheda, Värnamo kommun

## KUND

Forsfast AB

## KONSULT

### WSP Brand & Risk

Box 13033

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

## KONTAKTPERSONER

Olov Holmstedt Jönsson, WSP, 0725 – 60 33 46

UPPDRAGSNAMN  
Riskbedömning Forsheda 5:109

UPPDRAGSNUMMER  
10314756

FÖRFATTARE  
Olov Holmstedt Jönsson, Malin Jyrinki

DATUM  
2021-02-02

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV  
Emelie Laurin

GODKÄND AV  
Olov Holmstedt Jönsson

## Sammanfattning

WSP har tagit fram en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för handel och verksamhet på fastigheten 5:109 i Forsheda, Värnamo kommun. Cirka 130 meter söder planområdet löper järnvägslinjen Halmstad – Nässjö och drygt 42 meter norr om den planerade bebyggelsen går väg 27. På båda dessa transportleder förekommer transporter av farligt gods. I planområdets närhet finns även industrier för bland annat gummi-tillverkning samt en drivmedelsstation. Dessa verksamheter medför att lokala transporter av farligt gods även förekommer på Storgatan samt lokalgatan som passerar väster respektive söder om det aktuella planområdet.

Enligt plan och bygglagen ska bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet. Enligt länsstyrelsen i Hallands läns riktlinjer (vilka tillämpas av Länsstyrelsen i Jönköpings län) samt Värnamo kommun ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led. Vidare rekommenderar riktlinjen att samma riskreducerande åtgärder som gäller för *tätortsbebyggelse* även ska tillämpas för *handelsverksamheter*.

Enligt riktlinjen bör basavståndet mellan järnväg och markanvändningen *tätortsbebyggelse* uppgå till 80 meter. Basavståndet är det avstånd bortom vilket risknivån bedöms som acceptabel utan specifika riskreducerande åtgärder. Eftersom avståndet mellan planerad bebyggelse och järnvägen uppgår till minst 130 meter bedöms riskpåverkan från järnvägstransporterna ligga inom acceptabla nivåer.

Genomförd riskbedömning indikerar att individrisknivån för ytor med byggrätt inom planområdet ligger inom acceptabla nivåer med hänsyn till farligt gods-transporterna på de omgivande vägarna. Vidare indikerar beräkningarna att samhällsrisknivån för planområdet med omnejd är acceptabel. Enligt Länsstyrelsen i Hallands läns riktlinjer ska dock alltid införandet av riskreducerande åtgärder övervägas när avståndet mellan bebyggelsen och en *Väg Hög* (väg 27 i detta fallet) understiger basavståndet (100 meter för *tätortsbebyggelse* till *Väg Hög*).

WSP rekommenderar därmed att följande skyddsåtgärder kravställs i planen med hänsyn till kraven i riktlinjen:

- Entréer till byggnader inom planområdet ska ligga på motsatt sida från väg 27. Vidare ska alla byggnader som ligger inom 50 meter från väg 27 minst ha en utrymningsväg som inte vetter mot väg 27.
- Fasader som vetter mot och ligger inom 30–50 meter från väg 27 ska utföras i obrännbart material alternativt i lägst brandteknisk klass EI 30, fönster ska utföras i lägst klass EW 30.
- Mark mellan väg 27 och bebyggelsen ska utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Friskluftsintag ska placeras på oexponerad sida, dvs. bort från väg 27.

För att reducera eventuell påverkan till följd av brandgasspridning vid händelse av en omfattande brand inom Trelleborg Mixing Forsheda AB:s verksamhet rekommenderas också att följande åtgärd införs:

- Byggnaderna inom planområdet bör förses med centralt avstängningsbar ventilation. Alternativt kan friskluftsintagen förses med brandgasspjäll som automatiskt stänger vid detektering.

Förutsatt att ovan nämnda åtgärder införs i planen bedömer WSP att planförslaget är acceptabelt ur ett riskhänseende samt uppfyller kraven i länsstyrelsens riktlinje.

## INNEHÅLL

|                  |                                            |           |
|------------------|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>         | <b>INLEDNING</b>                           | <b>7</b>  |
| 1.1              | BAKGRUND                                   | 7         |
| 1.1              | SYFTE OCH MÅL                              | 7         |
| 1.2              | OMFATTNING                                 | 8         |
| 1.3              | AVGRÄNSNINGAR                              | 8         |
| 1.4              | STYRANDE DOKUMENT                          | 8         |
| 1.5              | UNDERLAGSMATERIAL                          | 10        |
| 1.6              | INTERNKONTROLL                             | 10        |
| <b>2</b>         | <b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>                  | <b>11</b> |
| 2.1              | PLANOMRÅDET                                | 11        |
| 2.2              | NÄRLIGGANDE INFRASTRUKTUR                  | 12        |
| 2.3              | NÄRLIGGANDE INDUSTRIER                     | 14        |
| 2.4              | BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET                | 14        |
| <b>3</b>         | <b>RISKIDENTIFIERING</b>                   | <b>15</b> |
| 3.1              | TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ VÄG         | 15        |
| 3.2              | TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG     | 16        |
| 3.3              | TRELLEBORG MIXING FORSHEDA AB              | 17        |
| 3.4              | DRIVMEDELSSTATION (QSTAR)                  | 17        |
| 3.5              | SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER         | 18        |
| <b>4</b>         | <b>RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING</b>  | <b>19</b> |
| 4.1              | INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ VÄG 27     | 21        |
| 4.2              | INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ LOKALGATAN | 22        |
| 4.3              | SAMHÄLLSRISKNIVÅ (GRUPPRISK)               | 23        |
| 4.4              | SAMMANFATTNING AV KVANTITATIVA ANALYSER    | 24        |
| <b>5</b>         | <b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b>            | <b>25</b> |
| <b>6</b>         | <b>DISKUSSION</b>                          | <b>27</b> |
| <b>7</b>         | <b>SLUTSATSER</b>                          | <b>28</b> |
| <b>BILAGA A.</b> | <b>METOD FÖR RISKHANTERING</b>             | <b>29</b> |
| <b>BILAGA B.</b> | <b>STATISTISKT UNDERLAG</b>                | <b>31</b> |
| <b>BILAGA C.</b> | <b>FREKVENSBERÄKNINGAR</b>                 | <b>34</b> |
| <b>BILAGA D.</b> | <b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR</b>               | <b>45</b> |

|           |                 |    |
|-----------|-----------------|----|
| BILAGA E. | SKYDDSAFAKTORER | 51 |
| BILAGA F. | REFERENSER      | 53 |

# 1 INLEDNING

Denna riskbedömning upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning inom del av fastighet 5:109 i Forsheda, Värnamo kommun. I kapitlet nedan sammanfattas riskbedömningens bakgrund, syfte, omfattning och avgränsningar, samt de styrande dokument som ligger till grund för bedömningen.

## 1.1 BAKGRUND

WSP har av Forsfast AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för handel och verksamheter inom del av fastighet 5:109 i Forsheda. Norr om planområdet löper väg 27, som är transportled för farligt gods. Söder om planområdet går järnvägslinjen Halmstad-Nässjö på vilken det också förekommer transporter av farligt gods. Kortaste avstånden från planerad bebyggelse till transportlederna är 42 meter (väg 27) respektive 130 meter (järnvägen).

År 2019 antog kommunen en ny översiktsplan - Mitt Värnamo 2035 [1]. Översiktsplanen innehåller flera ställningstaganden som ska beaktas vid detaljplaneringen inom kommunen, varav följande två är aktuella för denna riskbedömning:

- Vid planering och exploatering ska hänsyn tas till befintliga riskobjekt (verksamheter där risk föreligger avseende rökutveckling, explosion, kemikalieutsläpp och brand) och olika verksamheters riskområden. Inom 150 meter från riskobjekt bör en särskild riskbedömning göras.
- Kommunen ska verka för att särskild hänsyn tas vid planering av ny bebyggelse och ändrad markanvändning utmed transportled för farligt gods. Inom 150 meter från leder bör en särskild riskbedömning göras. Transportleder ska skyddas mot förändrad markanvändning som minskar dess lämplighet som väg och järnväg för farligt gods.

Länsstyrelsen i Jönköpings län tillämpar de riktlinjer som Länsstyrelsen i Hallands län upprättat avseende bebyggelse intill transportleder med farligt gods. I dessa riktlinjer anges att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagnandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led.

Med anledning av kommunens och länsstyrelsens krav upprättas denna riskbedömning.

## 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, samt länsstyrelsens och kommunens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

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

## 1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen tar huvudsakligt avstamp i 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 riskbedömningen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på järnväg och väg. Vidare belyses risker kopplade till brandgasspridning vid en olycka inom närliggande industrier. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision (från vägfordon) eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

Drygt 120 meter söder om planområdet finns det en lagringstank med 58 ton gasol tillhörande E.ON. En olycka vid gasolanläggningen bedöms kunna leda till omfattande konsekvenser för omgivningen [3]. Av denna anledning har det bedömts olämpligt att etablera handelsverksamhet inom det aktuella området, såvida inte gasoltanken avvecklas [3]. Därmed är avvecklandet av gasoltanken en förutsättning för planens genomförande och riskkällan berörs således inte vidare i riskbedömningen

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 huvudsakligen varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

### 1.1.1 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§)*

### 1.1.2 Riktlinjer

Vid planläggning intill vägar eller järnväg där farligt gods transporteras hänvisar Jönköpings län till riktlinjer framtagna av Hallands län.

Länsstyrelsen i Halland har utifrån en kvantitativ analys av väg- och järnvägstransporter inom länet genomfört en värdering av tolerabla risknivåer i samband med samhällsplanering utmed transportleder avsedda för farligt gods [2]. Resultat har omarbetats till riktlinjer som baseras på att områdena utmed transportlederna delas in i fyra zoner; yttre gräns för riskbedömningsområde, basavstånd, reducerat avstånd och bebyggelsefritt område.

Den yttre gränsen är utifrån riktlinjen satt till 150 meter och gäller alla transportleder för farligt gods. I praktiken innebär denna gräns att alla typer av byggnader för normalt förekommande användningsområden får etableras bortanför 150 meter från närmsta farligt gods-led utan att någon särskild riskbedömning görs. Vid etablering vid basavståndet bedöms risknivån som acceptabel utan särskilda åtgärder, dock ska vissa grundläggande säkerhetskrav på byggnaden vara uppfyllda. Det reducerade avståndet kräver att specificerade säkerhetshöjande åtgärder redovisas innan etablering, medan bebyggelse inom det vanligtvis bebyggelsefria området kräver en särskild riskanalys för att ett sådant undantag ska tas i beaktning.

Skyddsavstånden för farligt gods-transporter på väg och järnväg utifrån riktlinjer från Länsstyrelsen i Halland, kan sammanfattas som:

- **Yttre gräns:** 150 meter. Ingen särskild hänsyn tas till risker från farligt gods.
- **Basavstånd:** 30–100 meter. Ett rekommenderat avstånd till allmänna transportleder för farligt gods. Varierar beroende på verksamhetstyp.
- **Reducerat avstånd:** Avstånd specificeras från fall till fall. Byggnation kräver att specificerade säkerhetshöjande åtgärder vidtas.
- **Bebyggelsefritt område:** 15–30 meter. Minimavstånd mellan byggnader och transportleder. Kräver en särskild riskanalys.

Rekommenderade skyddsåtgärder samt avstånd varierar med hänsyn till den markanvändning som planeras. Markanvändningen har i riktlinjerna delats upp i fyra kategorier;

- **Industri** – avser olika typer av småindustri, lager och annan verksamhet som inte i sig utgör signifikant fara för omgivningen.

- Kontor – avser enbart kontorsbebyggelse i flera våningar.
- Småhus – avser villor, parhus, radhus, storvillor och liknande.
- Tätort – avser t.ex. lägenhetsbebyggelse med tre våningar eller mer och av stads- eller tätortskaraktär.

I riktlinjerna rekommenderas att det för markanvändningen *handel* tillämpas samma riskreducerande åtgärder som för *tätortsbebyggelse*.

Detta bedöms vara konservativt då markanvändningen *handel* kännetecknas av en kort vistelsetid för de enskilda besökarna samt att besökarna förväntas vara vakna och därmed mer kapabla att sätta sig själva i säkerhet vid en olycka. För tätortsbebyggelse gäller för väg ett basavstånd om 60/100 meter (beroende på vägtyp) samt ett reducerat avstånd om 30 meter. För järnväg gäller för tätort ett basavstånd om 80 meter samt ett reducerat avstånd om 30 meter.

## 1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Samrådshandlingar, *Värnamo kommun*, 2020 [3]
- Samrådsyttrande, *Länsstyrelsen i Jönköpings län*, 2020 [4]

## 1.6 INTERNKONTROLL

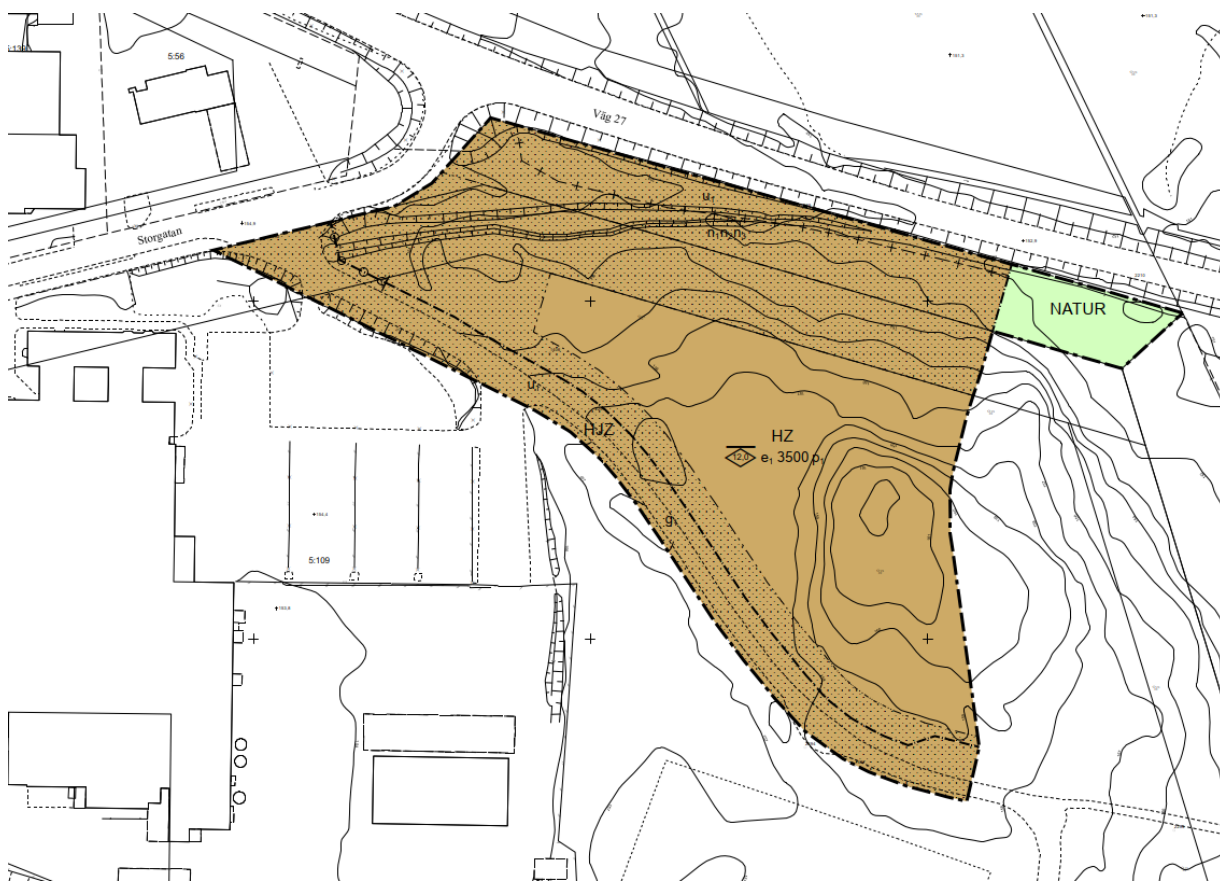
Rapporten är utförd av Malin Jyrinki (Civilingenjör Riskhantering) med Olov Holmstedt Jönsson (Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta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

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning i syfte att överskådligt tydliggöra de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för bedömningen.

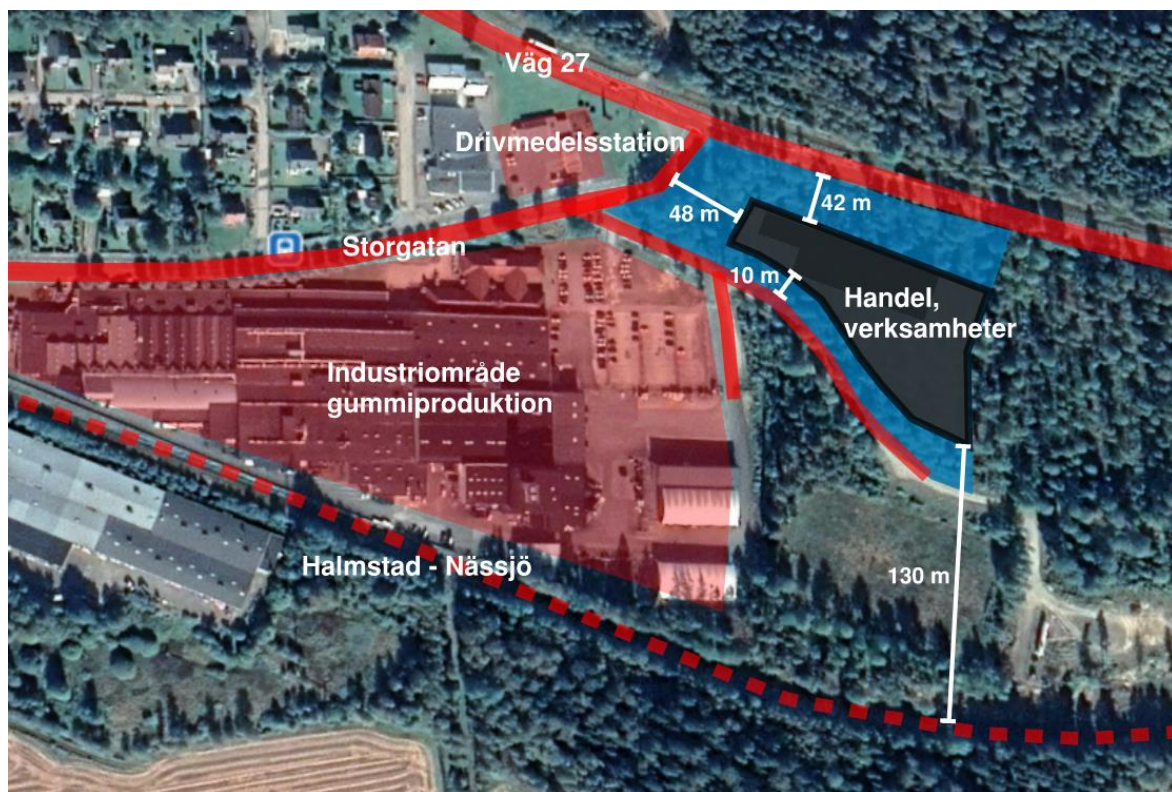
### 2.1 PLANOMRÅDET

Planen syftar till att möjliggöra handel och verksamheter inom del av fastigheten Forsheda 5:109. Planområdet är beläget i de östra delarna av Forsheda och avgränsas i norr av väg 27, i väster av Storgatan, i söder av en lokalgata och i öster av strandskyddslinjen för Storån. Det är cirka 42 meter mellan mark inom planområdet som medger byggrätt för handel/verksamheter och väg 27. Kortaste avståndet mellan Storgatan och den planerade bebyggelsen uppgår till cirka 48 meter. Kortaste avståndet mellan bebyggelsen och lokalgatan uppgår till drygt 10 meter. Söder om planområdet går även järnvägslinjen Halmstad-Nässjö. Kortaste avståndet mellan byggrätten och järnvägen uppgår till 130 meter. I Figur 1 redovisas plankartan för Forsheda 5:109. Notera att zoner med prickmark i plankartan ej får bebyggas.



Figur 1. Plankarta för Forsheda 5:109 [3].

Väster om planområdet finns även en drivmedelsstation (Qstar) som hanterar brandfarliga vätskor men ingen fordonsgas. Avståndet mellan den planerade bebyggelsen och drivmedelsstationen uppgår till cirka 70 meter. I Figur 2 nedan ses en illustration över planområdet och omgivande transportleder samt verksamheter.



Figur 2. Illustration över planområdet samt avstånd mellan närliggande transportleder till kvartersmark som tillåter bebyggelse.

## 2.2 NÄRLIGGANDE INFRASTRUKTUR

I detta avsnitt ges en översiktlig beskrivning av de olika transportlederna för farligt gods som behandlas i denna riskbedömning. Syftet är att överskådligt tydliggöra de förutsättningar och ingångsvärden som riskuppskattningen för respektive transportled baseras på.

### 2.2.1 Väg 27

Väg 27 utgör en viktig led för kommunikation i kommunen och vägen är utpekad som en primär transportled för transporter av farligt gods. Primära transportleder utgör stommen i det rekommenderade vägnätet för farligt gods-transporter och får användas för genomfartstrafik. På en primär transportled kan därmed betydande mängder farligt gods förväntas samt förekomst av samtliga klasser. Den aktuella delsträckan av väg 27 är en 2+1 väg och hastighetsbegränsningen är satt till 70 km/h. Befintligt dike längs väg 27 i höjd med planområdet säkerställer även att utsläpp av brandfarliga vätskor på vägen inte kan rinna mot den planerade bebyggelsen.

Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) på väg 27 förbi planområdet var år 2019 drygt 9500 fordon per dygn, varav cirka 13 % utgjordes av tung trafik. Uppräknat till år 2040 blir det cirka 12 500 fordon per dygn varav 14,2 % utgörs av tung trafik [5]. För att resultatet av riskbedömningen ska bli robust används de prognostiserade trafikflödena för horisontår 2040 när risknivåerna uppskattas.

### **2.2.2 Halmstad - Nässjö (Järnvägen)**

Detaljplanen medger bygg rätt cirka 130 meter från närmsta järnvägsspår. Transporterna på linjen består till största del av persontransporter men enstaka godståg med farligt gods förekommer också [3]. Enligt Trafikverkets basprognos förväntas trafikeringen på delsträckan Värnamo – Halmstad horisontår 2040 uppgå till 14 persontåg och drygt 4 godståg per årsmedeldygn [6].

### **2.2.3 Storgatan samt infart (lokalgata) till närliggande verksamheter**

På Storgatan sker bland annat transporter av farligt gods till drivmedelsstationen strax väster om planområdet. Det sker även transporter av farligt gods in till det närliggande fabriksområdet strax söder om planområdet. Dessa transporter sker via Storgatan samt lokalgatan in till verksamheterna Trelleborg Mixing Forsheda AB samt Vibracoustic AB. Gods som transporteras in till fabriksområdet är enligt uppgift från verksamheterna peroxider (ADR-klass 5.2), brandfarliga vätskor (ADR-klass 3) samt enstaka gasflaskor med brännbar gas (ADR-klass 2.1) [7]. För vidare beskrivning av dessa klasser med farligt gods se Bilaga B.2.

Årsmedeldygnstrafiken på Storgatan uppgick år 2011 till 1950 fordon per dygn varav 7 % utgjordes av tung trafik. Vägen har en hastighetsbegränsning på 40 km/h. De planerade handelsverksamheterna förväntas medföra en trafikökning på 270 fordon per dygn efter planens färdigställande [8]. År 2040 uppskattas trafikeringen på Storgatan uppgå till drygt 2 870 fordon per dygn varav 7,6 % utgörs av tung trafik [5]. Trafikeringen av lokalgatan antas år 2040 uppgå till 1 500 fordon per årsmedeldygn varav 7,6 % utgörs av tung trafik.

## 2.3 NÄRLIGGANDE INDUSTRIER

Strax söder om planområdet finns ett industriområde, se Figur 3.



Figur 3. Planområdets västra del samt befintliga industrier i bakgrunden (Foto, Metria).

På området ligger Trelleborg Mixing Forsheda AB samt Vibracoustic Forsheda AB. Trelleborg Mixing AB tillverkar specialutvecklade polymerlösningar (för t.ex. tätning och dämpning) medan Vibracoustic designar, utvecklar och tillverkar vibrationskontrollsteknik. Båda verksamheterna är klassade som C-verksamheter enligt miljöbalken vilket innebär att de är anmälningspliktiga men inte tillståndspliktiga [3].

## 2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Antalet människor inom planområdet uppskattas med avseende på antalet tillgängliga parkeringsplatser. Totalt angörs drygt 140 parkeringsplatser och belägningsgraden under dagtid antas i snitt över året uppgå till 50 %. Varje belagd parkeringsplats antas i sin tur generera två besökare. Planområdets yta uppgår till cirka 0,02 km<sup>2</sup>. Detta innebär en uppskattad persontäthet på i medeltal 7 000 personer/km<sup>2</sup> inom planområdet. Den antagna befolkningstätheten inom planområdet kan jämföras med den övergripande för Forsheda som år 2018 uppgick till drygt 880 inv./km<sup>2</sup>.

Eftersom bebyggelsen utgörs av handel/industri förväntas personer befinna sig där framförallt under dagtid (kl. 07-19). Persontätheten inom planområdet under nattetid (kl. 19-07) antas vara 10 % av den för dagtid.

## 3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen. Att bedöma möjlig påverkan på omgivningen innebär, enligt avgränsningarna för denna riskbedömning, att identifiera de riskkällor som är förknippade med transportlederna, industriverksamheterna samt drivmedelsstationen. I kommande avsnitt beskrivs de riskkällor som har identifierats för respektive transportled och verksamhet.

### 3.1 TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ VÄG

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se avsnitt B.2, bedöms följande farligt gods-kategorier (ADR-S-klasser) vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5.

Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

#### 3.1.1 Väg 27

Väg 27 utgör rekommenderad primär transportled för farligt gods-trafik. I de riktlinjer för farligt gods som länsstyrelsen i Jönköpings län hänvisar till [2] delas vägtrafiken upp efter hur stor riskpåverkan den bedöms ha på omgivningen (*Väg Låg* respektive *Väg Hög*). I arbetet med planförslaget har Räddningstjänsten medverkat i diskussioner avseende hur väg 27 ska beaktas enligt riktlinjerna. Räddningstjänsten har beslutats att väg 27 bör beaktas som *Väg Hög* enligt riktlinjen. Det innebär ett basavstånd om 100 meter, som eventuellt kan reduceras om skyddsåtgärder genomförs. Skyddsavståndet mellan en *Väg Hög* och bebyggelse måste dock minst uppgå till 30 meter.

Eftersom bebyggelse planeras inom 100 meter från väg 27, vilket är det basavstånd som gäller enligt riktlinjerna, utreds riskpåverkan från farligt gods-transporterna på leden kvantitativt, se Kapitel 4. Omfattningen av farligt gods-transporter på väg 27 antas vid beräkningarna motsvara det nationella snittet för Europavägar och riksvägar i Sverige. Uppskattat antal farligt gods-transporter på aktuell delsträcka av väg 27 per årsmedeldygn samt fördelningen mellan transporterade farligt gods-klasser redovisas i Bilaga B.

#### 3.1.2 Storgatan

Följande tre målpunkter för farligt gods har identifierats längs Storgatan:

- Trelleborg Mixing Forsheda AB
- Vibracoustic AB
- Qstar (drivmedelstation)

Trelleborg Mixing Forsheda AB använder peroxider som en tillsatskemikalie i vissa gummiblandningar. Hanteringen medför cirka 36 transporter per år som går via Storgatan och

lokalgatan in till verksamhetsområdet [7]. Mängden peroxider vid varje transporttillfälle varierar mellan 500–700 kg [7]. Peroxider är generellt mycket reaktiva och har starkt oxiderade egenskaper (brandunderstödjande). Det dimensionerande olycksscenariot vid en transportolycka bedöms vara ett relativt hastigt och intensivt brandförlopp i transportfordonet.

Den utfallande värmestrålningen från branden kan sin tur medföra brännskador på människor i omgivningen samt brandspridning till närliggande byggnader. I denna riskbedömning antas konsekvensområdet vid en olycka med en av dessa peroxidtransporter motsvara det för en liten pölbrand med ADR-klass 3 (bensin), se Bilaga C.3. Detta innebär att livshotande brännskador antas kunna uppstå upp till 12 meter från det brinnande transportfordonet. Antagandet bedöms vara konservativt.

Hanteringen av brandfarliga vätskor inom Vibracoustic AB medför drygt 20 transporter av brandfarlig vätska per år på Storgatan [7]. Mängden brandfarliga vätska per transport uppgår vanligtvis till 400 kg. En gång i halvåret förekommer dock även större transporter med 3 500 kg brandfarlig vätska. Det dimensionerade olycksscenariot för dessa transporter bedöms också vara liten pölbrand med ADR-klass 3. Dvs. livshotande brännskador inom 12 meter från pölkant. En gång per år får verksamheten även leverans av acetylen (en gasflaska med 50 kg acetylen). Givet den begränsade mängden gas beaktas ej dessa transporter när risknivån kvantifieras längs de aktuella vägarna i kommande kapitel.

Drivsmedelstationen väster om planområdet (Qstar) hanterar brandfarliga vätskor men ingen fordonsgas. Stationen antas i snitt få en leverans per vecka med drivmedel. I detta fall antas leveranser ske i bulk, dvs. i transportkärl som rymmer flera kubikmeter brandfarlig vätska. Utsläpp från dessa transporter bedöms därav kunna resultera i betydligt större pölbränder. Det dimensionerande olycksscenariot bedöms vara stor pölbrand med ADR-klass 3 vilken innebär livshotande brännskador inom 29 meter från pölkant, se Bilaga C.3.

Kortaste avståndet mellan den planerade bebyggelsen inom planområdet och Storgatan uppgår till cirka 48 meter. Inget av de identifierade olycksscenarierna för Storgatan bedöms därmed kunna medföra livshotande konsekvenser för människor inom planområdet. Riskpåverkan från Storgatan utreds därmed inte vidare.

### 3.1.3 Lokalgata

Avståndet mellan lokalgatan och den planerade bebyggelsen uppgår till drygt 10 meter. Givet det korta skyddsavståndet behöver riskpåverkan från farligt gods-transporterna till Trelleborg AB:s och Vibracoustic AB:s verksamhetsområde utredas vidare, se Kapitel 4. Notera att detta är samma transporter som beskrivs i avsnitt 3.1.2.

## 3.2 TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG

Minsta avstånd mellan järnvägen och framtida bebyggelse uppgår till 130 meter. Vidare är det endast en begränsad del av bebyggelsen som kommer att hamna inom 150 meter från järnvägen, vilket är den yttre gräns för när risker med farligt gods ska beaktas.

Enligt Länsstyrelsen i Hallands läns riktlinjer ska basavståndet från järnväg till *tätortsbebyggelse* uppgå till minst 80 meter [2]. Detta basavstånd bedöms som tidigare har nämnts även vara representativt för markanvändningen *handel*. Den föreslagna utformningen av planområdet uppfyller därmed basavståndet i riktlinjen med god marginal. Vidare är omfattningen av farligt gods-transporter på den aktuella järnvägen förhållandevis låg [3].

Utifrån dessa förutsättningar bedöms den eventuella riskpåverkan på planområdet som farligt gods-transporterna på järnvägen kan medföra ligga inom acceptabla nivåer.

### 3.3 TRELLEBORG MIXING FORSHEDA AB

En stor brand inom Trelleborg Mixing Forsheda AB:s verksamhet kan medföra att giftiga brandgaser sprids mot omgivningen [3]. Om sydlig vindriktning råder vid olyckstillfället kan brandgaserna spridas mot aktuellt planområde.

Påverkan på omgivningen vid dessa bränder bedöms i huvudsak utgöras av att personer utsätts för rökluft och partikeldimensioner som kan vara skadliga vid långvarig exponering. Risken för akuta allvarliga personskador eller dödsfall hos tredje man vid dessa brandhändelser bedöms vara försumbar. Vidare bedöms människor inom planområdet kunna sätta sig själva i säkerhet genom att inrymma byggnader. Scenariot bedöms således inte vara relevant att beakta när individ- och samhällsrisknivån för det aktuella planområdet uppskattas. I Kapitel 5 diskuteras vilka åtgärder som kan vidtas inom planområdet för att minska konsekvenserna vid händelse av en stor brand inom Trelleborg Mixing Forsheda AB:s verksamhet.

### 3.4 DRIVMEDELSSTATION (QSTAR)

Enligt MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* ska skyddsavstånd gentemot omgivande bebyggelse enligt Tabell 1 upprätthållas [8]. Eftersom avståndet mellan den planerade bebyggelsen och drivmedelsstationen uppgår till drygt 70 meter uppfylls de rekommenderade skyddsavstånden med god marginal.

Tabell 1. Skyddsavstånd från bensinstationer mot omgivande bebyggelse (meter) [8]

| Objekt                                                                                                                                                                                                                                       | Påfyllnings-<br>anslutning till<br>cistern | Mätarskåp | Pejlför-<br>skruvning | Cistern<br>avlufts-<br>myningen |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|-----------------------|---------------------------------|
| Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatu-kök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brand-belastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer | 25*                                        | 18*       | 6                     | 12                              |
| Byggnad där människor vanligen inte vistas (t.ex. fristående förråd, garage) eller objekt med låg brandbelastning                                                                                                                            | 9                                          | 3         | 3                     | 3                               |

### 3.5 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 2.

Tabell 2. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

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

## 4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för planområdet med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transporterna på de omgivande vägarna.

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 [9]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med åtgärder och
- acceptabla

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

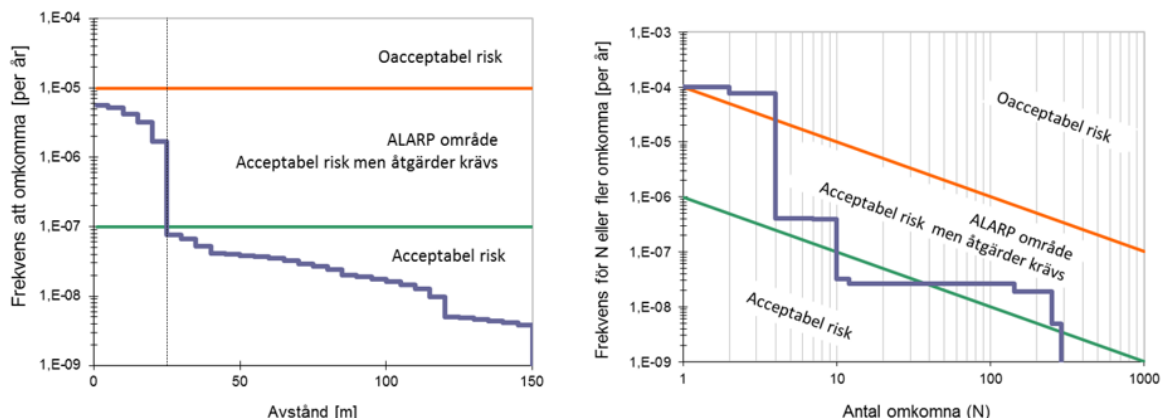
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.

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

I Tabell 3 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 4.

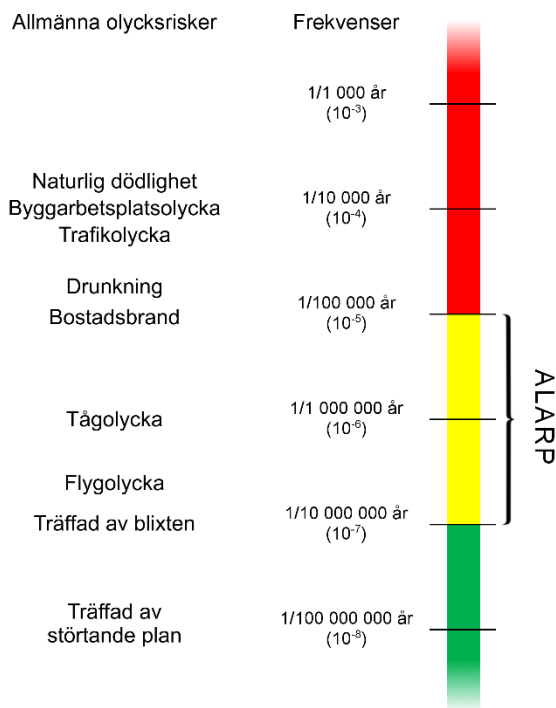
Tabell 3. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

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



Figur 4. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [9].

Som jämförelse illustreras i Figur 5 ett antal olycksrisker i samhället.



Figur 5. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området [10].

**Individrisk** – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

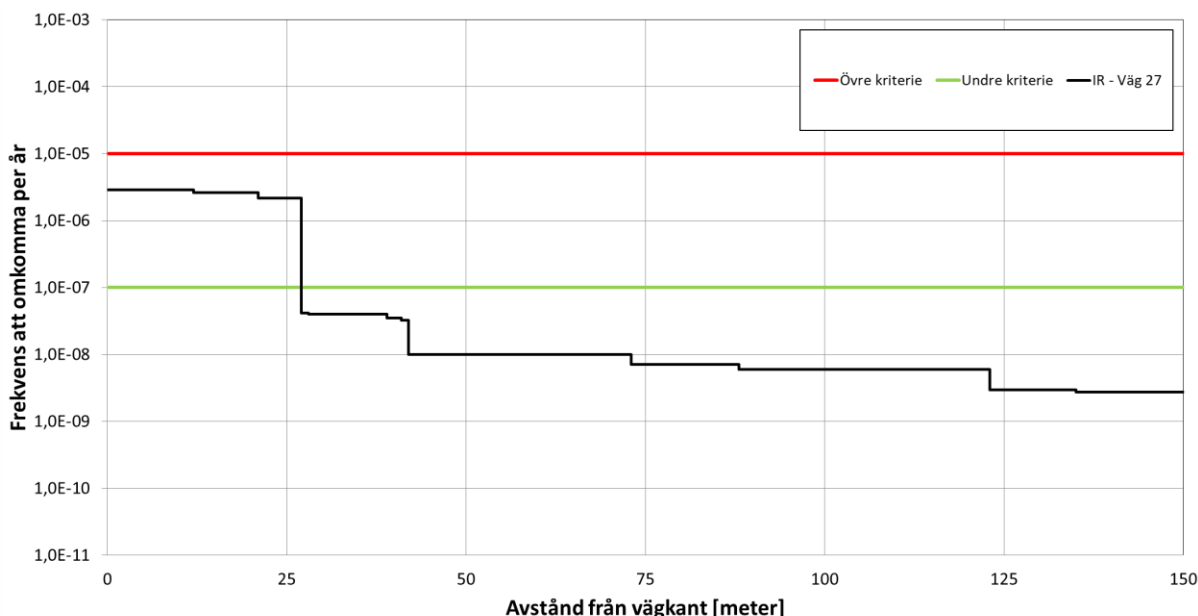
Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 4) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

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

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 4) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna. Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåten, individrisk och samhällsrisk, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas.

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägvägningsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [11] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägvägningsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga C. Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga D.

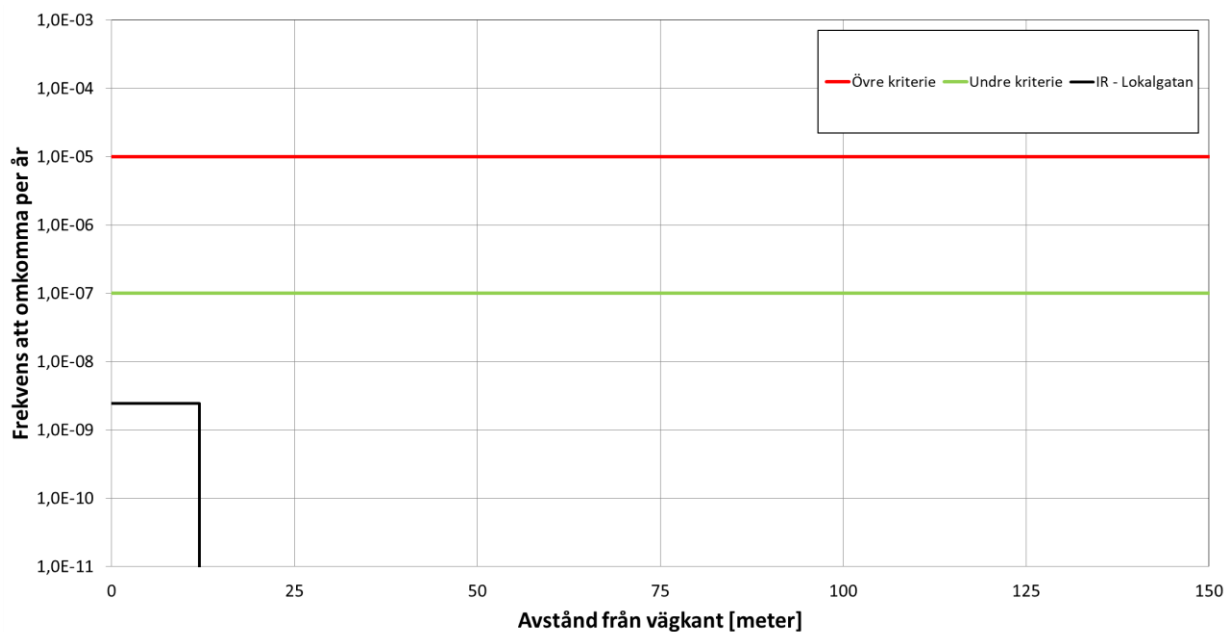
#### 4.1 INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ VÄG 27



Figur 6. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 27.

I Figur 6 syns den beräknade individrisknivån längs aktuell delsträcka av väg 27. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Ur figuren kan utläsas att individrisken ligger inom den övre delen av ALARP-området fram till 27 meter från väggkant och blir därefter acceptabel.

## 4.2 INDIVIDRISKNIVÅN MED AVSEENDE PÅ LOKALGATAN

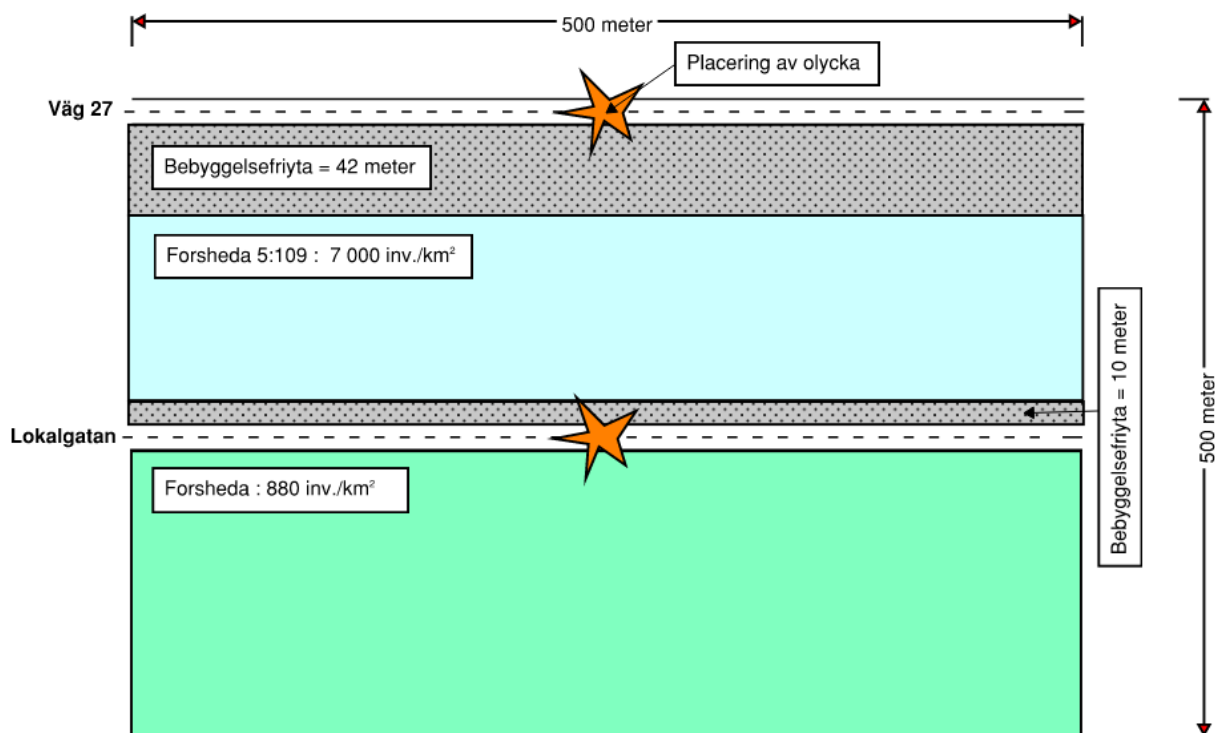


Figur 7. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på lokalgatan.

I Figur 7 syns den beräknade individrisknivå längs lokalgatan. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Ur figuren kan utläsas att individrisken ligger helt inom acceptabla nivåer.

### 4.3 SAMHÄLLSRISKNIVÅ (GRUPPRISK)

I detta avsnitt redovisas hur beräkningarna av samhällsrisk har genomförts. Vidare redovisas vilka skyddsfaktorer avseende inomhusvistelse som har antagits vid beräkningarna av samhällsrisknivån. I Figur 8 redovisas den modell för uppskattning av samhällsrisk inom Forsheda 5:109 och omnejd som har använts i aktuell riskbedömning.



Figur 8. Modell för beräkning av samhällsrisknivå.

Närmst transportlederna antas en bebyggelse- samt befolkningsfri yta. Grundantagandet är i övrigt att personer uppehåller sig jämnt utspridda över respektive delområden samt att en större andel av dessa personer vistas inomhus när olyckan inträffar enligt värdena i Tabell 4. Vid beräkningarna av samhällsrisk antas inomhusvistelse vid vissa olycksscenarioer medföra en signifikant lägre risk att omkomma.

De ansatta skyddsgraderna som redovisas i Tabell 5 bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar, tidigare riskbedömningar inom samhällsplanering [12] och internationella vägledningar så som CPR 18E [13]. I Bilaga E redovisas mer ingående motiveringar av ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse.

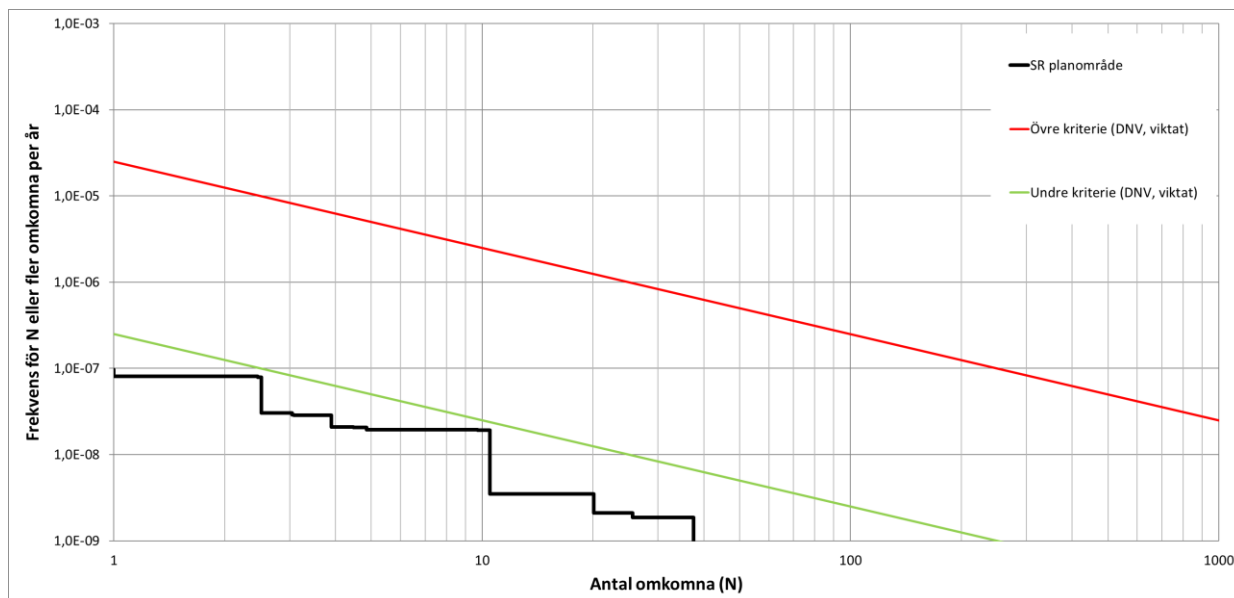
Tabell 4. Andel personer som befinner sig inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet enligt riktvärden från RIKTSAM [14].

| Tid på dygnet       | Andel inomhus | Andel utomhus |
|---------------------|---------------|---------------|
| Dagtid (kl. 07-19)  | 90 %          | 10 %          |
| Natttid (kl. 19-07) | 99 %          | 1 %           |

Tabell 5. Ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse när samhällsrisk för respektive planområdet med omnejd beräknas. En skyddsgrad på exempelvis 60 % innebär att individerna som befinner sig inom konsekvensområdet och inomhus antas ha en 60 % mindre sannolikhet att omkomma till följd av olyckan jämfört med individer som vistas utomhus inom samma konsekvensområde.

| Olycksscenario                                          | Skyddsgrad vid inomhusvistelse |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Stora explosionslaster (>1500 kg)                       | 50 %*                          |
| Mellanstora till mindre explosionslaster (<1500–150 kg) | 50 %                           |
| Utsläpp av brandfarliga gaser (jetflammar, gasmoln)     | 75 %                           |
| Utsläpp av brandfarliga gaser (BLEVE)                   | 90 %                           |
| Utsläpp av brandfarliga vätskor                         | 90 %                           |
| Utsläpp av giftiga gaser                                | 50 %                           |

\* Skyddsgraden appliceras endast inom de delar av konsekvensområdet där övertrycket från explosionen understiger 180 kPa.



Figur 9. Samhällsrisknivå med avseende på transporter av farligt gods på väg 27 och lokalgatan.

I Figur 9 redovisas den uppskattade samhällsrisknivån för planområdet och omnejd. Beräkningen indikerar att samhällsrisknivån ligger helt inom acceptabla nivåer.

#### 4.4 SAMMANFATTNING AV KVANTITATIVA ANALYSER

Utifrån de beräknade individ- och samhällsrisknivåerna bedöms utformningen av planområdet vara acceptabel ur riskhänseende. Enligt Länsstyrelsen i Hallands läns riktlinjer ska dock alltid införandet av riskreducerande åtgärder övervägas när avståndet mellan bebyggelsen och en Väg Hög (väg 27 i detta fallet) understiger basavståndet. I Kapitel 5 sammanställs och beskrivs åtgärder som bedöms vara skäligen att krävaställa för aktuell detaljplan med hänsyn till kraven i riktlinjen.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I Tabell 6 sammanställs de säkerhetshöjande åtgärder som enligt Hallands riktlinje ska övervägas när avståndet mellan typbebyggelse *tätort* och *Väg Hög* understiger basavståndet [2]. I kommande avsnitt beskrivs vilka åtgärder bedöms vara skäligen att införa i den aktuella detaljplanen med hänsyn till de lokala förutsättningarna.

Tabell 6. Föreslagna säkerhetshöjande åtgärder för typområde *tätort* när avståndet mellan bebyggelsen och vägen understiger basavståndet [2]

| Funktionskrav                                                                                  | Högre nivå                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Lägre nivå            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Förhindra mekanisk konflikt</b>                                                             | Etableras tätort på längre avstånd än 30 meter krävs inga åtgärder för mekanisk påverkan. Följande ska dock beaktas vid etablering intill väg: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ska det bebyggelsefria området användas på ett sätt så att flera personer förväntas befinna sig där under större delar av dagen bör skydd för avakning införas.</li> <li>Vid branta slänter krävs åtgärd (så som förstärkt vägräcke) för att behålla fordonet på vägbanan. Om inte skydd mot avakning finns eller införs så räknas bebyggelsefri zon från släntfot.</li> </ul> | Samma                 |
| <b>Reducera/motverka strålningseffekter</b>                                                    | För fasader som vetter mot led gäller följande: <ul style="list-style-type: none"> <li>30-50 meter: Fasad ska vara i obrännbart material och fönster (i normal omfattning) /ingående komponenter ska vara motsvarande klass E 30.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Samma                 |
| <b>Motverka effekter från ett dimensionerande fall för explosion</b>                           | För etableringar mellan 30-50 meter ifrån led ska hänsyn tas till dimensionerande explosionslast.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Åtgärd erfordras inte |
| <b>Motverka/reducera effekter från giftig gas</b>                                              | För bostäder gäller att: Luftintag ska placeras högt och på motsatt sida av leden.<br>För hotell/konferens och andra användningsområden där det är möjligt att underhålla/upprätthålla ett system gäller därutöver att: gasdetektor kopplad till automatiskt nedstängningssystem/varseblivningssystem och utrymningsplan ska finnas.                                                                                                                                                                                                                                 | Åtgärd erfordras inte |
| <b>Begränsa antal personer som kan bli utsatta: placering av entréer, utrymningsvägar etc.</b> | För alla byggnader inom 50 meter ifrån led ska minst en utrymningsväg finnas som inte vetter mot leden.<br>Balkonger, uteplatser, lekplatser etc. ska inte finnas på kortare avstånd än 50 meter ifrån leden.<br>Placering av entréer bör ligga så långt ifrån leden som möjligt, gärna på motsatt sida.<br>Utforma området nära leden på ett sätt som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.                                                                                                                                                                  | Samma                 |

### 5.1.1 Åtgärder för att förhindra mekanisk konflikt

Då avståndet mellan bebyggelsen och väg 27 överstiger 30 meter bedöms inga särskilda åtgärder avseende mekanisk konflikt vara nödvändiga att införa i planen.

### 5.1.2 Disposition av byggnad

Åtgärden innebär disposition av lokaler i en byggnad för att uppnå ett skydd mot olyckor. Exempelvis planeras en byggnad så att inga eller få personer vistas i den del som är närmst godsleden. Utrymningsvägar bör förläggas så att de inte mynnar mot riskkällan. Dock kan åtgärden möjligen förbises vid ändring av byggnaden, och tillförlitligheten är sådant fall tveksam. Dessutom innebär åtgärden uppenbarligen en begränsning av byggnadens användning.

WSP rekommenderar att entréer till byggnader inom planområdet ska ligga på motsatt sida från väg 27. Vidare ska alla byggnader som ligger inom 50 meter från väg 27 minst ha en utrymningsväg som inte vetter mot väg 27.

### **5.1.3 Disposition av planområde**

Genom att reglera användandet av planområdets yta kan den optimeras baserat på risknivå. T.ex. kan ekonomibyggnader eller garage utgöra barriär mot mer skyddsvärda byggnader som bostäder, skola eller sjukvård. För ytor med förhöjd risk kan användandet regleras till parkmark, teknikbyggnader eller annan verksamhet som inte ger upphov till stadigvarande vistelse.

WSP rekommenderar att mark mellan väg 27 och bebyggelsen utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

### **5.1.4 Reducera effekterna av giftig gas/brandrök**

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras högt på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen för personer som vistas inomhus vid utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar. Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad.

Enligt riktlinjen så ska friskluftsintag placeras på oexponerad sida, dvs. bort från väg 27. Detta innebär dock att friskluftsintagen placeras mot Trelleborg Mixing Forsheda AB:s verksamhet. För att reducera konsekvenserna till följd av brandgasspridning rekommenderas att byggnaderna inom planområdet förses med centralt avstängningsbar ventilation. Alternativt kan friskluftsintagen förses med brandgasspjäll som automatiskt stänger vid detektering.

### **5.1.5 Reduktion av strålningspåverkan**

Obrännbara fasadmaterial och takytsskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnaden, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmaterial för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön.

Enligt riktlinjen ska fasader som vetter mot och ligger inom 30–50 meter från en Väg Hög (väg 27 i detta fall) utföras i obrännbart material alternativt i lägst brandteknisk klass EI 30, fönster ska utföras i lägst klass EW 30.

### **5.1.6 Dimensionering för explosionslast**

Särskilda dimensioneringskrav för byggnader inom planområdet med hänsyn till dynamisk tryckpåverkan till följd av en explosion på väg 27 bedöms inte vara skäliga. Åtgärden bedöms vara mycket kostsam och därmed oskälig med hänsyn till de låga risknivåer för planområdet.

## 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 bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom området,
- utformning och disposition av etableringar,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

De antaganden som har gjorts har genomgående varit konservativa så att risknivån inom området inte ska underskattas. Givet de låga risknivåer för planområdet förefaller vissa av skyddsåtgärderna som krävs i riktlinjen vid reducerat skyddsavstånd gentemot *Väg Hög* som relativt tuffa och möjligtvis oskäligen. Det är exempelvis tveksamt om kravet på brandtekniska åtgärder för fasader inom 30–50 meter från vägen är skäligt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv i det aktuella fallet. I den riktlinje som Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram återges liknande minimikrav på brandtekniska åtgärder vid bebyggelse intill primära transportleder för farligt gods [16]. Kravet är dock begränsat till bebyggelse som ligger inom 25–30 meter från farligt gods-leden [16].

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [17]

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället. [16]

## 7 SLUTSATSER

Genomförd riskbedömning indikerar att individrisknivån för ytor med byggrätt inom planområdet ligger inom acceptabla nivåer. Vidare indikerar beräkningarna att samhällsrisknivån för planområdet med omnejd ligger inom acceptabla nivåer. Enligt Länsstyrelsen i Hallands läns riktlinjer ska dock alltid införandet av riskreducerande åtgärder övervägas när avståndet mellan bebyggelsen och en *Väg Hög* (väg 27 i detta fallet) understiger basavståndet.

WSP rekommenderar att följande skyddsåtgärder krävs i planen med hänsyn till kraven i riktlinjen:

- Entréer till byggnader ska ligga på motsatt sida från väg 27. Vidare ska alla byggnader som ligger inom 50 meter från väg 27 minst ha en utrymningsväg som inte vetter mot vägen.
- Fasader som vetter mot och ligger inom 30–50 meter från väg 27 ska utföras i obrännbart material alternativt i lägst brandteknisk klass EI 30, fönster ska utföras i lägst klass EW 30.
- Mark mellan väg 27 och bebyggelsen ska utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Friskluftsintag ska placeras på oexponerad sida, dvs. bort från väg 27.

För att reducera eventuell påverkan till följd av brandgasspridning vid händelse av en omfattande brand inom Trelleborg Mixing Forsheda AB:s verksamhet rekommenderas att följande åtgärd införs:

- Byggnaderna inom planområdet förses med centralt avstängningsbar ventilation. Alternativt kan friskluftsintagen förses med brandgasspjäll som automatiskt stänger vid detektering.

Förutsatt att de nämnda åtgärderna införs i planen bedömer WSP att planförslaget är acceptabelt ur ett riskhänseende samt uppfyller kraven i länsstyrelsens riktlinje.

## Bilaga A. Metod för riskhantering

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

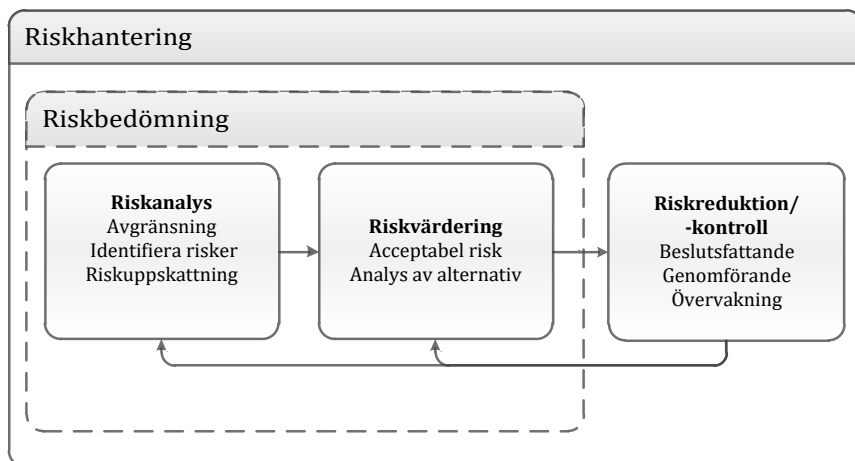
### A.1. Begrepp och definitioner

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 [17] [18], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 10.

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 10. 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 *Kvalitativa metoder*

I kvalitativa metoder används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall utan, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra [19].

### A.2.2 *Semi-kvantitativa metoder*

De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna, och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ. En riskmatris är ett exempel på ett semi-kvantitativt verktyg [19].

### A.2.3 *Kvantitativa metoder*

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [22]. I denna riskbedömning tillämpas en kvantitativ metod för uppskattning av risknivån för planområdet.

## Bilaga B. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag 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 [23] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

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 7. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2040.

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

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

Tabell 7. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*.

| Indataparameter           | Väg 27               | Lokalgata            |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| $\dot{A}DT_{total}$       | 12 500               | 1 500                |
| $\dot{A}DT_{FG}$          | 43                   | 0,14                 |
| Hastighetsgräns           | 70                   | 40                   |
| Olyckskvot (OK)           | 0,8                  | 1,6                  |
| Andel Singelolyckor (SiO) | 0,3                  | 0,1                  |
| Index                     | 0,12                 | 0,02                 |
| Frekvens FG-olycka        | $2,15 \cdot 10^{-2}$ | $1,55 \cdot 10^{-5}$ |

## 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 [24] 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 8 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 8. 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 [24].                                                       | 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 [25]. |
| 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, gasmolnexplosion 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 50 ton.                                                                | Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.                                                           |
| Klass 4 | Brandfarliga fasta ämnen              | Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.                                                                                                             | Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 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 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 [23]. 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.           |

År 2015 genomfördes omkring 540 000 inrikes transporter med farligt gods med svenska lastbilar och den totala mängden farligt gods var drygt 16 miljoner ton, fördelat på en total sträcka av cirka 55 miljoner kilometer. Av samtlig tung trafik står farligt gods-transporter för omkring 2,5 % av den totalt tillryggalagda sträckan baserat på ett genomsnitt från 2009–2015. För väg 27 i Tabell 9 redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFI mellan åren 2009–2015 för hela landet [26]. Siffrorna anses representativa för aktuella delsträckan av väg 27.

Antalet transporter och fördelningen mellan transporterade ADR-S-klasser på lokalgatan strax söder om planområdet baseras på uppgifter från de lokala recipienterna (Trelleborg industri AB samt Vibracoustic) [7].

Tabell 9. Antalet farligt gods-transporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser baserat på körda kilometer för respektive alternativ.

|                   | Väg 27  | Lokalgata |
|-------------------|---------|-----------|
| ÅDT <sub>FG</sub> | 43      | 0,13      |
| ADR-S klass 1     | 0,32 %  | 0 %       |
| ADR-S klass 2.1   | 6,73 %  | 0 %       |
| ADR-S klass 2.3   | 0,04 %  | 0 %       |
| ADR-S klass 3     | 47,32 % | 61 %      |
| ADR-S klass 5     | 2,62 %  | 39 %      |
| ADR-S övriga      | 42,96 % | 0 %       |

## 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 de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

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

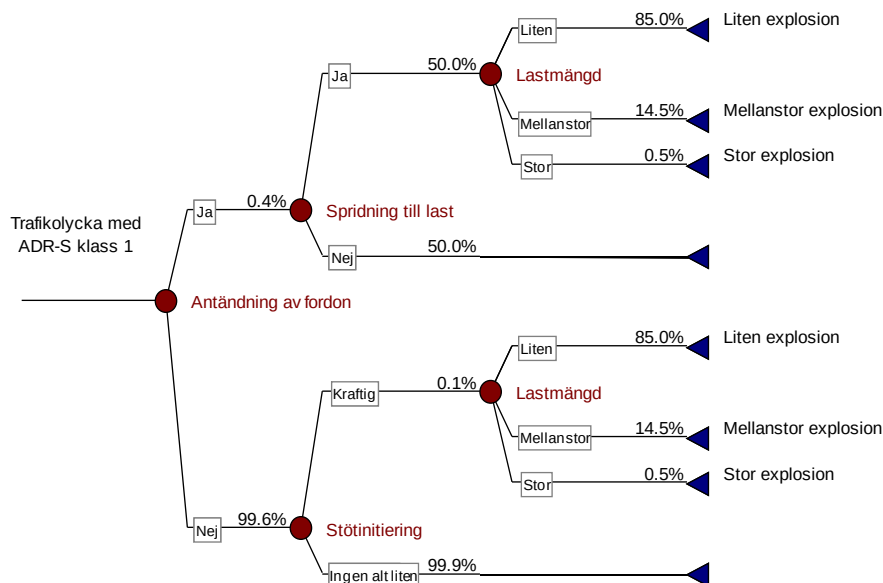
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [24]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

#### 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) [27] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande. Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

#### C.1.2 *Händelseträd med sannolikheter*

Figur 11 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 11. Händelsesträd 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 [28]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [29] [30].

#### 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 [31], med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverket 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 [32], 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 [33]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [34] 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 [35] [36].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [37] 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 [38]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [39] 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) [24]. 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 [40]. 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 [32].

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 [41]. 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 *liten*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i [11] utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*liten*), 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].

#### 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 % [42], varför dessa värden kan antas gälla för *liten* 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 %.

---

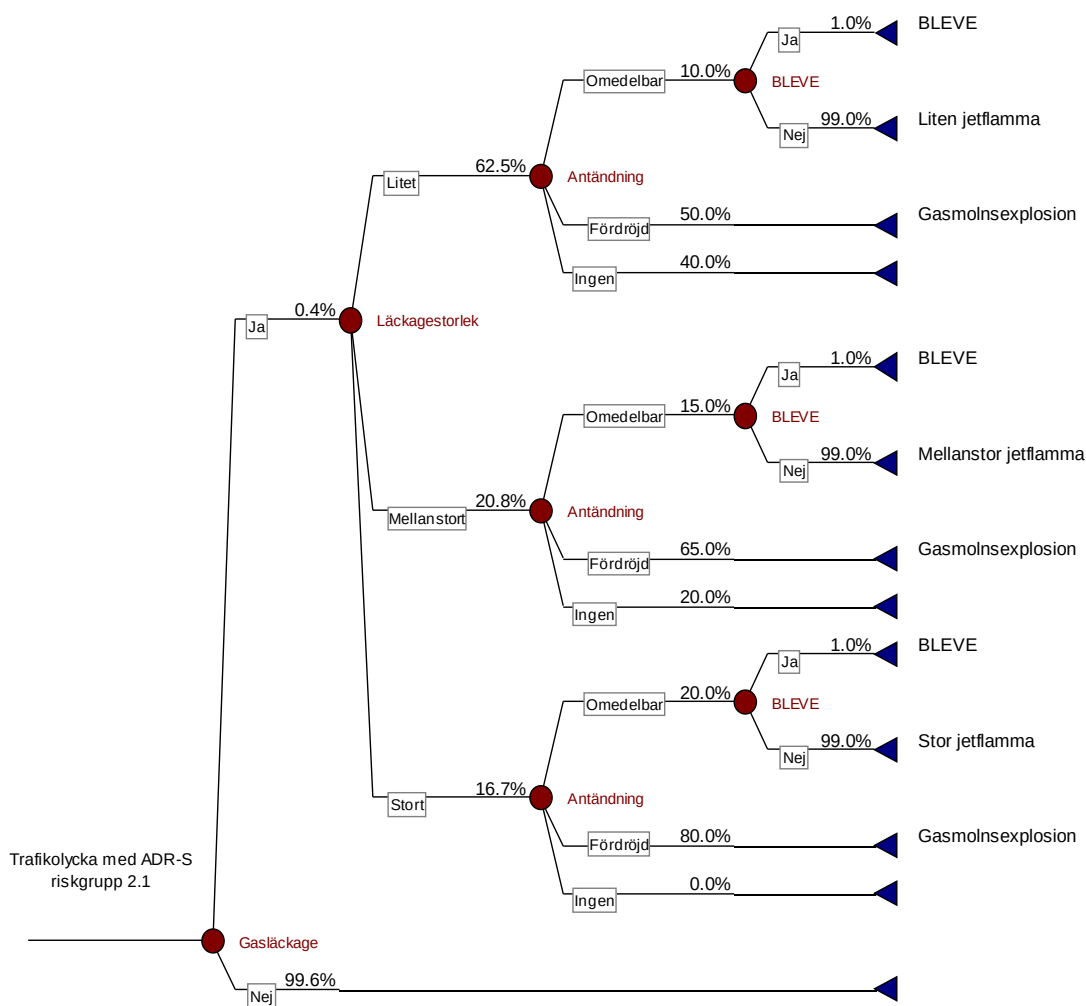
<sup>1</sup> Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

#### C.2.1.4. 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 rämnr. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldskott. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta trycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar ska infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

#### C.2.2 Händelsetråd med sannolikheter

Figur 12 redovisar sannolikheterna i händelsetrådet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 12. Händelsetråd 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

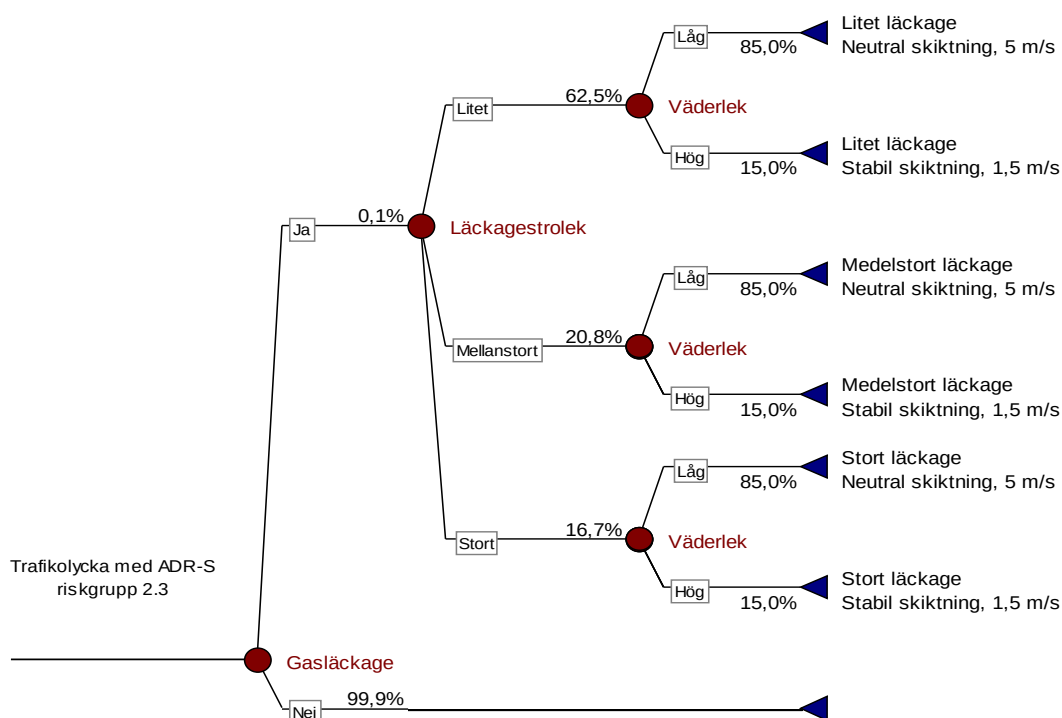
Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

#### C.2.3.2. Tokikologiska 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 13 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 13. 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 [41]. 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 *liten*, *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

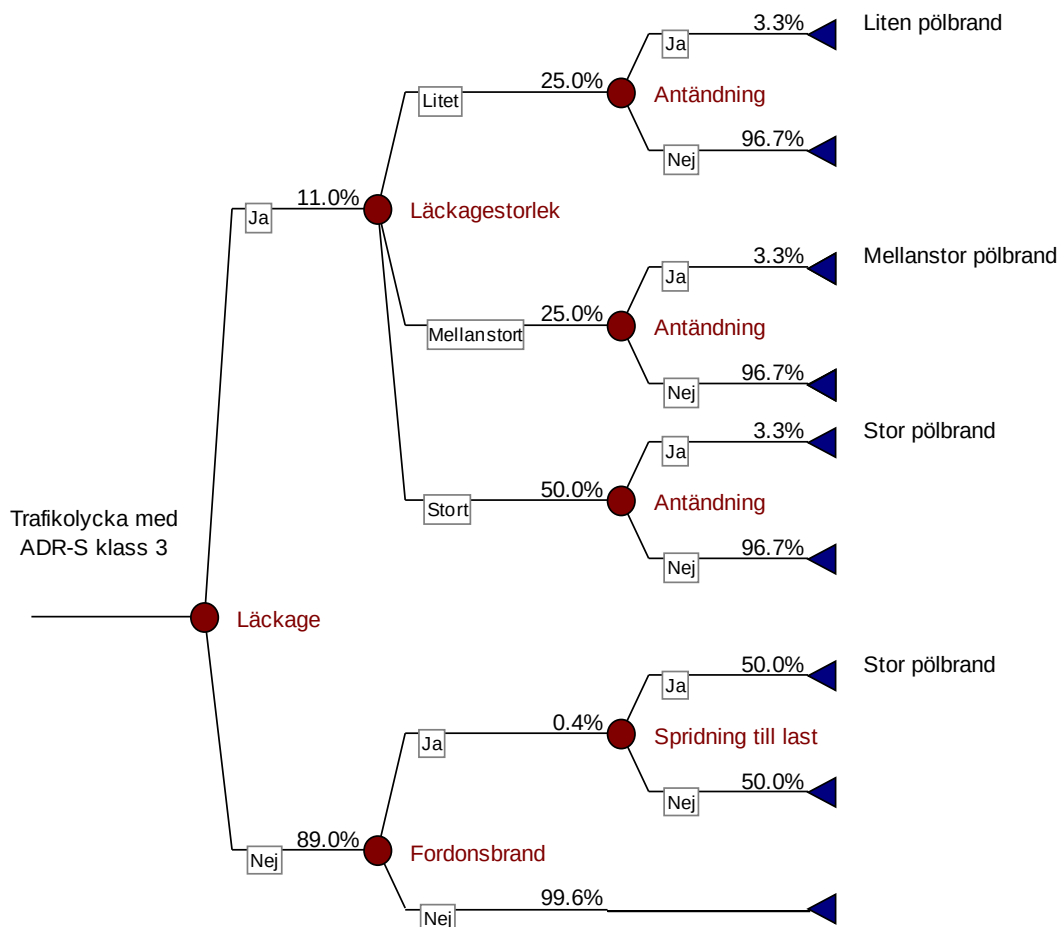
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två 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 bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

#### C.3.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 14 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 14. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 4

#### C.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av sträckans farligt gods-index, se Tabell 7.

#### 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 [43] [44]. 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 [45]. 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 bensen, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % [34].

#### C.3.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt C.1.2) är denna 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 [24].

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 [46]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [47] och FOI [48] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensen, 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 [49].

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

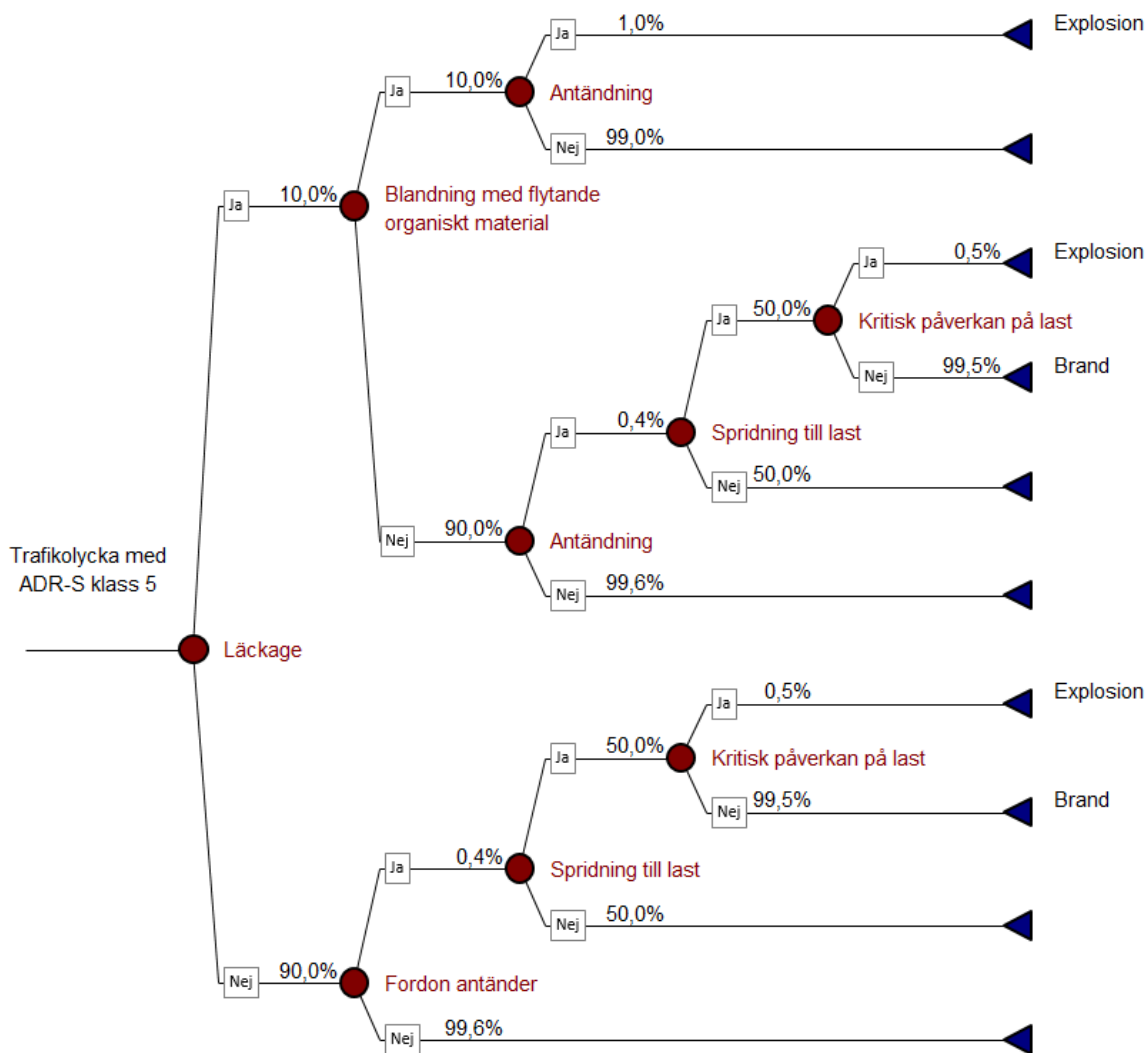
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [40]. 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 [50], 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. Händelsesträd med sannolikheter

Figur 15 redovisar ett händelsesträd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 15. Händelsesträd 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 [51]. 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 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. Sannolikheten för att ammoniumnitratet ska kontamineras vid en transportolycka ansätts till 10 %.

#### 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 C.1.2) 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 [47]. 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 [46]. Vidare krävs möjlighet till tryckuppbyggnad för att termiskt sönderfall av ren ammoniumnitrat ska kunna övergå till explosivt sönderfall genom deflagration eller detonation [52]. Smälta av ammoniumnitrat tros kunna skapa dessa förutsättningar även om forskningen inom området är bristfällig [52]. Hypotesen är att vätskepelare av smälta kan skapa en egen inneslutning i vilken trycket kan bli så pass högt att reaktionsförloppet blir explosionsartat [52]. Denna typ av olycksförlopp bedöms vara relativt långsamma och förutsätter troligtvis att ammoniumnitratet utsätts för en relativt kraftig och långvarig brandpåverkan. 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 har

inträffat. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

## C.5. Ackumulerad olyckspåverkan

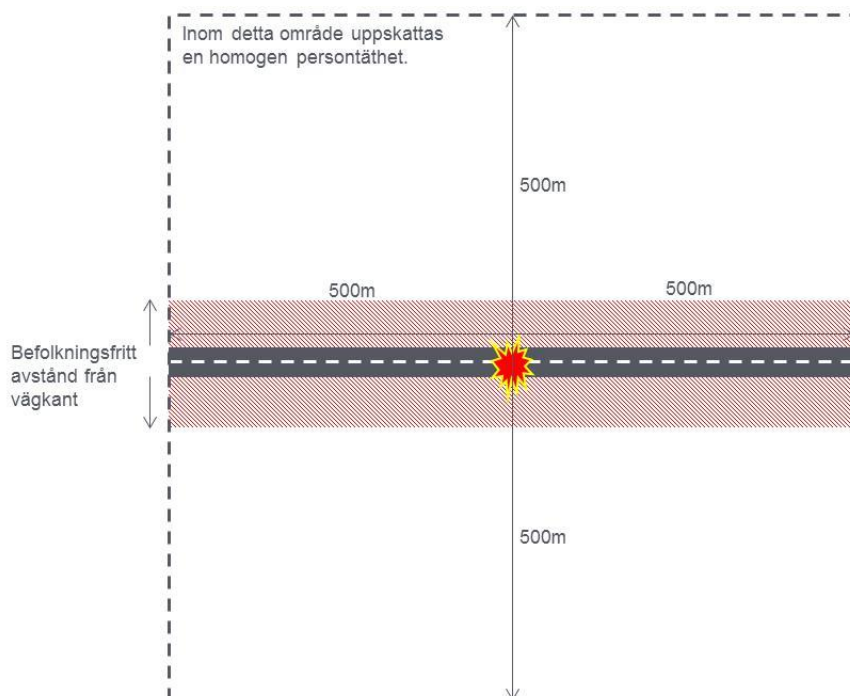
Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga D).

## Bilaga D. Konsekvensberäkningar

I detta avsnitt beskrivs hur konsekvensområdet och det förväntade skadeutfallet för olika klasser kvantifierats. Beräkningarna redogörs separat för respektive ADR-S klass.

### D.1. Persontäthet

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 16.



Figur 16. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området 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 baserad på avståndet till väg

ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalet inom detta område subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsriskberäkningarna.

För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmåttet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

## D.2. Antagande om olyckans placering

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

## D.3. ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen

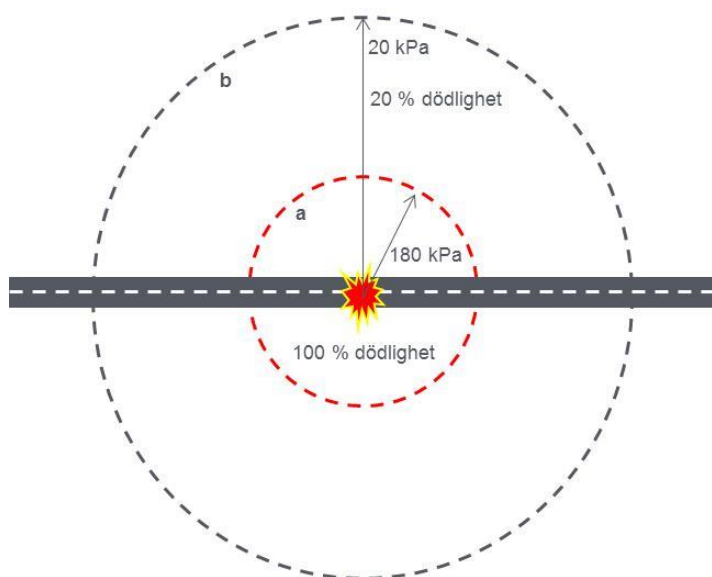
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [53].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [54]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

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

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

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa enligt Figur 17.



Figur 17. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [55] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, 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 ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

| Konsekvens           | Representativ<br>mängd gods | Avstånd<br>$P \geq 180 \text{ kPa}$ | Avstånd<br>$P \geq 20 \text{ kPa}$ |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 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* [56] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [11] för respektive storlek. För varje hålstorlek 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.

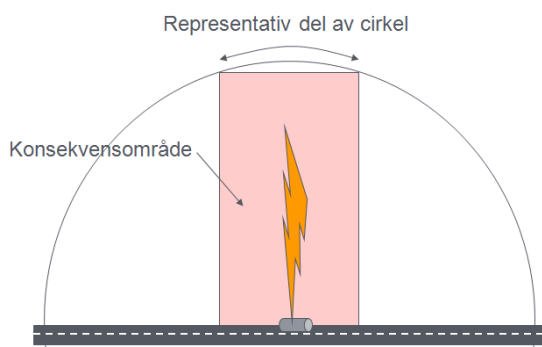
## D.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [54]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

## D.7. Jetflamma

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

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [54], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [57] används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden  $t = 10$  s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 18.



Figur 18. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

## D.8. Gasmolnsexplosion

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

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

Programvaran Spridning Luft [56] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 18.

## D.9. 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  |
| • Gasmolnsexplosion   | 42 meter  |

## D.10. ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenarierna 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.

Tabell 13. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

| Utsläpp     | Väderlek                    | Avstånd till<br>LC <sub>50@30 min</sub> | Spridningsvinkel |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------------------|------------------|
| 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 | 690 meter                               | 30°              |

## D.11. 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 [32] [58].

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 [32]. I Tabell 14 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan 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<br>varierande storlek | Avstånd till<br>15 kW/m <sup>2</sup> från pölkant |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
| Litet utsläpp       | 50 m <sup>2</sup>                 | 12 meter                                          |
| Mellanstort utsläpp | 200 m <sup>2</sup>                | 23 meter                                          |
| Stort utsläpp       | 400 m <sup>2</sup>                | 30 meter                                          |

## D.12. 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.12.1.1. Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselmixtur kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [49]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl

som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

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

#### D.12.1.2. Brand

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

## Bilaga E. Skyddsfaktorer

Vid beräkningar av grupprisken för det aktuella planområdet har skyddsfaktorer vid inomhusvistelse använts. Skyddsgraderna bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar och internationella vägledningar så som CPR 18E [13]. I nedanstående stycken ges mer ingående motiveringar av ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse.

### Explosioner:

Tryckvågor från större explosionslaster kan medföra omfattande skador på byggnader belägna långt ifrån olyckans centrum. Människor som befinner sig inomhus bedöms vara relativt skyddade från direkt tryckpåverkan men kan förolyckas om delar av byggnaden rasar. Kollaps av moderna byggnader till följd av jordbävningar bedöms kunna medföra ett skadeutfall på 20–50 % omkomna och 50–80 % skadade [59]. I beräkningarna antas 50 % av individerna som befinner sig inomhus inom områden som utsätts för ett övertryck större än 20 kPa men mindre än 180 kPa förolyckas till följd av lokala ras av byggnadskroppen. Vid övertryck större än 180 kPa antas inomhus ingen skyddsfaktor vid inomhusvistelse.

### Olycksscenarier med brännbara gaser:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från jetflammar. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. Gasmolnsexplosioner kan utöver strålningspåverkan även medföra tryckskador på omgivningen. Skyddsgraden vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarier med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 75 %.

### BLEVE:

En BLEVE förväntas inte uppstå förrän efter cirka en halv till en timmes extern brandpåverkan på tanken. Fullskaliga tester har visat att oisolerade tankar med säkerhetsventiler kan klara 25 min av kraftig yttre upphettnings innan en BLEVE inträffar [60]. Om tanken är värmeisolerad ökar den tiden till kring 90 minuter [60]. Vid BLEVE av en lagringstank med brandfarlig gas uppstår både tryck- och strålningspåverkan mot omgivningen. Strålningspåverkan bedöms dock utgöra den dimensionerande skadeeffekten med avseende på potentiellt konsekvensavstånd. Människor som befinner sig inomhus antas vara skyddade från den

utfallande strålningen men skulle kunna förolyckas om delar av byggnadskroppen rasar. Möjligheten att hinna utrymma riskområdet bedöms även vara relativt god då olycksscenarioet inte inträffar momentant. Skyddsfaktorn vid en BLEVE vid inomhusvistelse inom ansätts till 90 %.

**Utsläpp av giftig gas:**

I CPR 18E bedöms individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas [61]. För byggnader som ligger i direkt anslutning till transportleden och olycksplatsen bedöms dock föregående antagande underskatta konsekvensen baserat på erfarenhet av liknande fall. Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse avseende utsläpp av giftig gas antas konservativt i beräkningarna endast uppgå till 50 %. Vid införandet av ventilationsåtgärder antas skyddsgraden vid inomhusvistelse med avseende på utsläpp av giftig gas öka till 95 %.

**Pölbränder:**

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från pölbränder. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. I beräkningarna ansätts en 90 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarioer som medför pölbrand.

## Bilaga F. Referenser

- [1] Värnamo kommun, "Översiktsplan - Mitt Värnamo 2035," 2019 .
- [2] Värnamo kommun, "Samrådshandlingar - Detaljplan för del av fastigheten Forsheda 5:109 (vid infart 27/Storgatan) i Forsheda tätort," 2020.
- [3] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hallands län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [4] Länsstyrelsen i Jönköpings län, "Samrådsyttrande - Förslag till detaljplan för Forsheda 5:109 (Vid infart väg 27/Storgatan) i Värnamo kommun," 2020.
- [5] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal - Väganalyser EVA och manuella beräkningar," 2020.
- [6] Trafikverket, *Trafikuppgifter järnväg T18 och bullerprognos 2040.xlsx: Hämtad via <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>*, Trafikverket, 2018.
- [7] Lars Postrup, *Farligt gods-transporter till Trelleborg industri AB och Vibracoustic (uppgift erhållen via mejl 2021-01-20)*, 2021.
- [8] WSP, *Trafikutredning Forsheda 5:109*, WSP, 2021.
- [9] MSB, "Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," 2015.
- [10] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [11] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hannalds län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [12] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [13] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [14] CPR 18E, Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book', 1999.
- [15] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [16] Länsstyrelsen Stockholm, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (Fakta 2016:6)*, Länsstyrelsen Stockholm, 2016.
- [17] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.

- [18] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [19] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [20] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [21] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [22] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [23] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [24] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [25] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [26] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [27] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [28] SIKI, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [29] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [30] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [31] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [32] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [33] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [34] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [35] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [36] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [37] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.

- [38] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [39] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [40] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [41] 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.
- [42] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [43] T. Gammelgåård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [44] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [45] 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.
- [46] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [47] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [48] R. Forsén, FOI, 2009.
- [49] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [50] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [51] V. Babrauskas och D. Leggett, "Thermal decomposition of ammonium nitrate," *Fire and Materials 2019;1-19*, 2019.
- [52] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [53] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [54] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [55] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [56] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [57] BBR, Boverket, 2006.
- [58] Ministry of Transport and Water Management, CPR 14E: Methods for the calculation of physical effects, Haag: Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1996.

- [59] W. Townsend, "Comparison of thermally coated and uninsulated rail tank cars filled with LPG subjected to a fire environment.," U.S. Department of Transportation, federal railroad administration, Washington, 1974.
- [60] Advisory Council on Dangerous Substances , "Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E," Ministry of Transport (NL), 2005.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikonsultföretag. 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 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare.

### WSP Sverige AB

1121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

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