

## RISK-PM – DP1A – FORSÅKERSOMRÅDET

### Bakgrund – etappindelning av planområdet

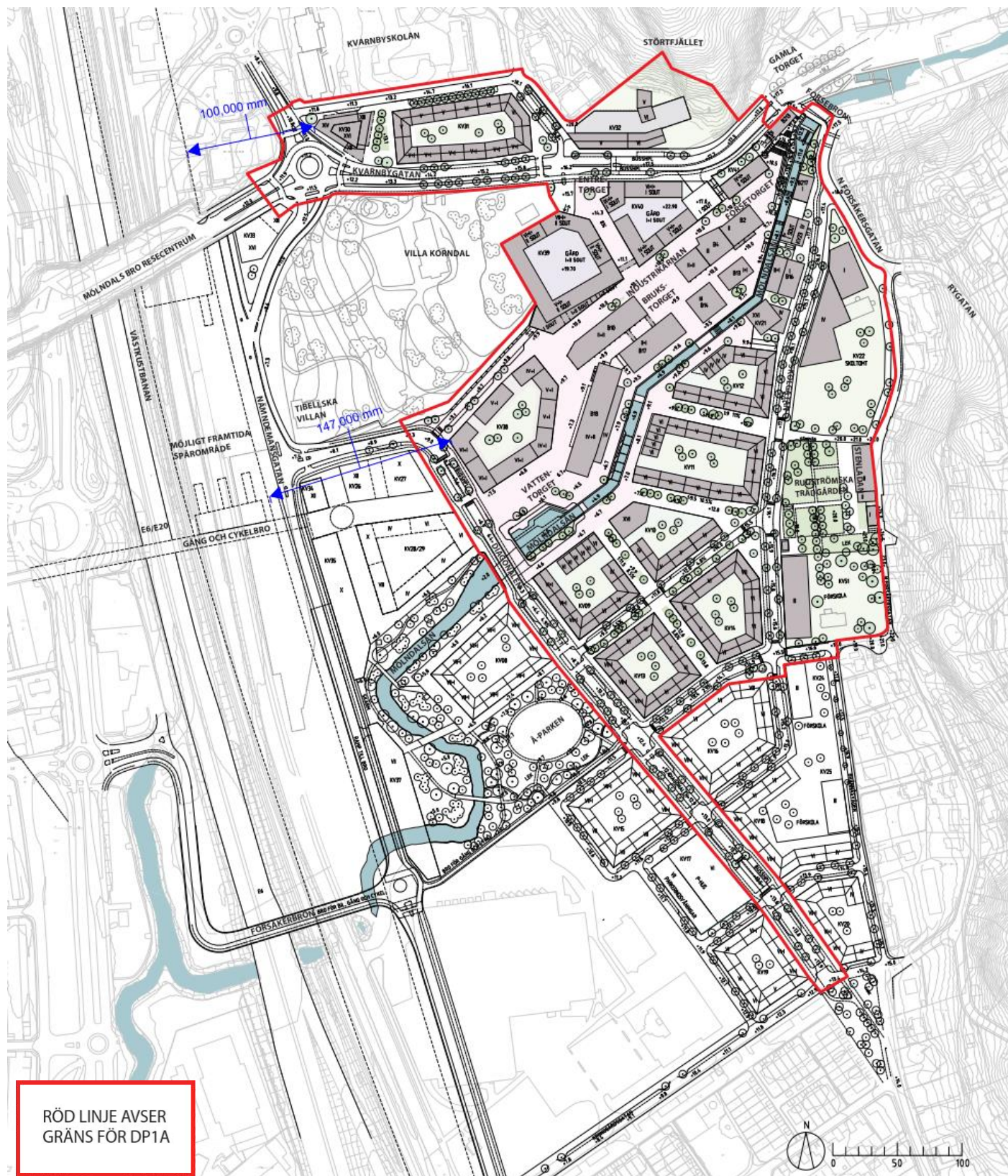
Med anledning av osäkerheter förknippade med Trafikverkets projekt gällande utökat spår område i höjd med Forsåkersområdet avser MölnDala Fastighets AB att dela upp exploateringen av planområdet i olika etapper. Framtida spårlägen är inte fastställda vid upprättande av denna PM och därmed finns svårigheter vad gäller fastställande av skyddsavstånd mellan riskkälla och planerade etableringar inom planområdet.

Av denna anledning delas nu planarbetet upp, så att de östra delarna av Forsåkersområdet vilket benämns DP1A, längst ifrån järnvägskorridoren planläggs först. Detta innebär en förändring gentemot de förutsättningar som gällde vid tidpunkten då tidigare upprättad riskbedömning för Forsåkersområdet togs fram.

WSP har tidigare upprättat en detaljerad riskbedömning (preliminär handling), daterad 2019-03-13, för planområdet, se Bilaga A.

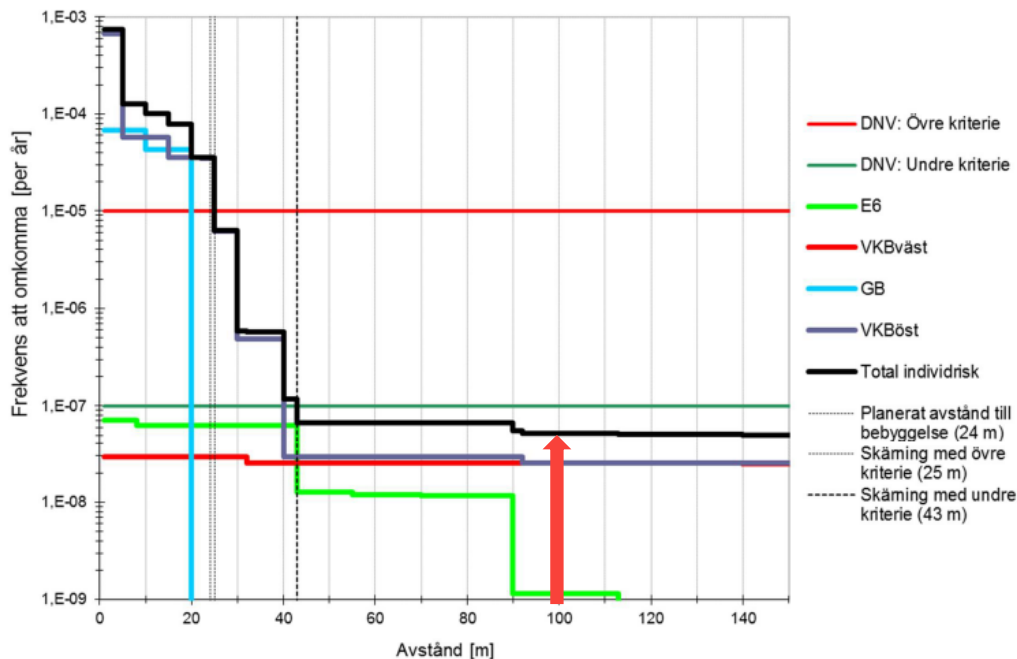
Denna PM baseras på resultaten av den tidigare riskbedömningen och syftar till att redovisa vilka riskreducerande åtgärder som behöver vidtas för DP1A.

Se vidare Figur 1 för utbredning av DP1A.



Figur 1. Planerad utbredning av DP1A. Avstånd mellan järnvägskorridor och närmsta bebyggelse inom DP1A uppgår till ca 100 m i norr.

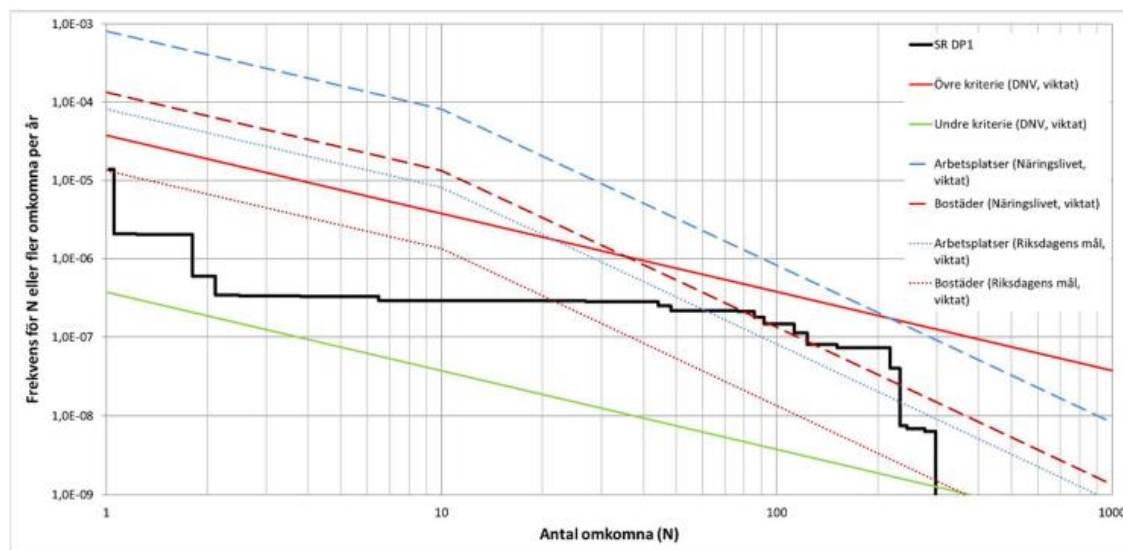
## Individrisk



Figur 2. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E6 och Väst kustbanan (VKB) samt urspårning på Götalandsbanan (GB). 0-linjen på X-axeln utgår från läget för det spår som hamnar närmast planområdet efter breddning av banområdet österut i samband med byggnation av Götalandsbanan.

Vid läget för DP1A är individrisken att betrakta som låg och acceptabel. Det minsta avståndet mellan banområdet och närmsta exploatering (längst i norr) är ca 100 meter, vilket markerats med röd pil i Figur 2. Se vidare Bilaga A för förutsättningar och beräkningar av individrisk.

## Samhällsrisk



Figur 3. Samhällsriskenivå för tidigare utbredning av DP1.

Samhällsrisken har i Bilaga A beräknats för ett område (i Bilaga A kallat DP1) som ligger närmre riskkällan än DP1A. Samhällsrisken för DP1A kommer således bli mindre än den som åskådliggörs i Figur 3 med tanke på större skyddsavstånd (personfri yta) mellan riskkälla och exploatering. Bedömningen är dock att samhällsrisckurvan förblir inom det s.k. ALARP-området, varvid rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas.

## Åtgärder att vidta i detaljplan för DP1A:

Nedan sammanfattas och förtydligas de åtgärder som bedöms behöva vidtas inom DP1A. Skyddsavstånd mellan DP1A och riskkällorna är relativt goda, varvid flertalet av de i Bilaga A redovisade åtgärderna ej är aktuella inom denna del av området. Följande åtgärder som avser skydd mot exponering av giftiga gaser, bedöms rimliga att vidta inom DP1A:

- Byggnader med mekanisk till- och frånluft förses med manuell nödavstängningsmöjlighet på ventilationen i kombination med friskluftsintag placerade högt på oexponerad sida (ventilationsintag österifrån) av respektive byggnad.
- Byggnader med friskluftsintag via don etc. i fasad utförs med möjligheter till avstängning, så att personer i dessa byggnader vid t.ex. ett VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten) själva kan stänga dörrar, fönster och ventilation.

Karlskrona 2019-12-11, senast reviderad 2021-03-04

WSP Sverige AB

Fredrik Larsson

Uppdragsledare

Malmö, 2021-03-04

WSP Sverige AB

Katarina Herrström

Internkontroll

## Bilaga A

WSP Brand & Risk – Detaljerad riskbedömning – DP1, DP2 - Forsåkersområdet, Mölndal (daterad 2019-03-13, preliminär handling)

# DETALJERAD RISKBEDÖMNING

## DP1, DP2 - FORSÅKERSOMRÅDET, MÖLNDAL

2019-03-13



PRELIMINÄR HANDLING

## DETALJERAD RISKBEDÖMNING

DP1, DP2 - FORSÄKERSOMRÅDET, MÖLNDAL

### KUND

**Mölnåla Fastighets AB**

### KONSULT

**WSP Environmental Sverige**

Box 34

371 21 Karlskrona

Besök: Högabergsgatan 3

Org nr: 556057-4880

### KONTAKTPERSONER

Johan Lejonthun, Mölnåla Fastighets AB, johan.lejonthun@molndala.se

Fredrik Larsson, WSP Brand & Risk, fredrik.j.larsson@wsp.com

### DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revidering 1	Revidering 2
Anmärkning	Preliminär handling	Förtydligande gällande viktning av kriterier i riskvärdering. Kvalitativt resonemang gällande IKANOs fastighet. Se avsnitt 1.6.	
Datum	2019-03-13	2020-06-11	
Uppdragsansvarig	Fredrik Larsson	Fredrik Larsson	
Signatur			
Granskare	Gustav Nilsson	Katarina Herrström	
Signatur			
Uppdragsnummer	10279841	10279841	

## Sammanfattning

WSP har av Mölndala Fastighets AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan 1 och detaljplan 2 inom Forsåkersområdet i Mölndal. Riskbedömningen avser beskriva riskbilden för planområdena, och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med den planerade exploateringen, samt vid behov ge förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder.

Resultaten av riskberäkningarna visar att individrisknivån fordrar riskreducerande åtgärder för de västra delarna av planområdena eftersom individrisken där ligger på oacceptabel nivå. Även samhällsrisknivån för planområdena har beräknats vara så hög att riskreducerande åtgärder krävs för att önskad exploatering inom planområdet skall kunna möjliggöras.

Följande åtgärder föreslås vidtas för planområdena:

- Nämndemansgatan höjs upp och dimensioneras för att motstå tågurspårningar.
- Fasader och gavlar mot järnvägen, för byggnader belägna närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen), utförs täta, i obrännbara material och med fönster i lägst brandteknisk klass EW 30.
- Byggnader belägna närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) förses med central manuell nödavsängningsmöjlighet på ventilationen i kombination med friskluftsintag placerade högt på oexponerad sida (ventilationsintag österifrån) av respektive byggnad. Detsamma gäller även kontorsfastigheter och därmed jämförbar bebyggelse inom övriga delar av DP1 och DP2.
- Bostäder inom DP1 och DP2 förses med möjligheter till avstängning av ventilationen, så att boende vid t.ex. ett VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten) själva kan stänga dörrar, fönster och ventilation i sin egen bostad.
- Byggnader placerade närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) ges utrymningsmöjligheter bort från riskkällorna. Detta innebär utrymningsmöjligheter i öster. Entréer etc. bör i möjligaste mån också förläggas i öster.

Givet de förutsättningar som finns i detta skede bedöms de föreslagna riskreducerande åtgärderna kunna sänka samhällsrisknivån för planområdena till en nivå inom den nedersta eller den mellersta delen av det s.k. ALARP-området enligt DNV:s värderingskriterier. Givet att alla rimliga åtgärder vidtas bör därmed risknivån vara tolerabel enligt definitionen för ALARP-området.

## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1	SYFTE OCH MÅL	5
1.2	OMFATTNING	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	6
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	7
1.6	REVIDERING	7
1.7	INTERNKONTROLL	7
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>8</b>
2.1	PLANOMRÅDET OCH DESS OMGIVNING	8
2.2	INFRASTRUKTUR	11
2.3	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	11
<b>3</b>	<b>RISKIDENTIFIERING</b>	<b>12</b>
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	12
3.2	URSPÅRNING PÅ JÄRNVÄGEN	12
3.3	TRANSPORT AV FARLIGT GODS	12
3.4	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	12
<b>4</b>	<b>RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING</b>	<b>13</b>
4.1	INDIVIDRISKNIVÅ	16
4.2	SAMHÄLLSRISKNIVÅ	17
<b>5</b>	<b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b>	<b>18</b>
5.1	BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	18
5.2	TIDIGARE UTREDDA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	18
5.3	FÖRSLAG TILL RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	18
5.4	BEDÖMD RISKNIVÅ MED VIDTAGNA ÅTGÄRDER	22
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>26</b>
<b>BILAGA A.</b>	<b>METOD FÖR RISKHANTERING</b>	<b>27</b>
<b>BILAGA B.</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR – VÄG</b>	<b>28</b>
<b>BILAGA C.</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR – VÄG</b>	<b>40</b>
<b>BILAGA D.</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR – JÄRNVÄG</b>	<b>47</b>
<b>BILAGA E.</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR – JÄRNVÄG56</b>	





UPPDRAGSNAMN  
RB DP1, DP2 - Forsäkersområdet

UPPDRAGSNUMMER  
10279841

FÖRFATTARE  
Fredrik Larsson

DATUM  
2019-03-13

BILAGA F.	KÄNSLIGHETSANALYS	62
BILAGA G.	BEFINTLIGA SPÅRLÄGEN	66
BILAGA H.	REFERENSER	68

# 1 INLEDNING

WSP har av Mölndala Fastighets AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan 1 och detaljplan 2 för blandstad inom Forsakersområdet i Mölndal. Riskbedömningen avser beskriva riskbilden för planområdena, och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med planerad exploatering, samt vid behov ge förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder.

Väster om planområdet löper E6, Västkustbanan och i framtiden även Götalandsbanan. De båda förstnämnda utgör transportleder för farligt gods [1]. Götalandsbanan planeras inte för godstrafik, annat än det som beskrivs som lättare gods (posttåg etc.). Farligt gods kommer sannolikt inte förekomma [2].

Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [3]. Med anledning av länsstyrelsernas 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 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 avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av detaljplanens lämplighet med avseende på liv och hälsa i enlighet med krav för markanvändning i Plan- och bygglagen, samt att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Bedömningen 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 urspårning och i förekommande fall transport av farligt gods på Västkustbanan, Götalandsbanan och E6/E20. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser eller buller har inte beaktats.

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

## 1.4 STYRANDE DOKUMENT

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

### 1.4.1 Plan- och bygglagen

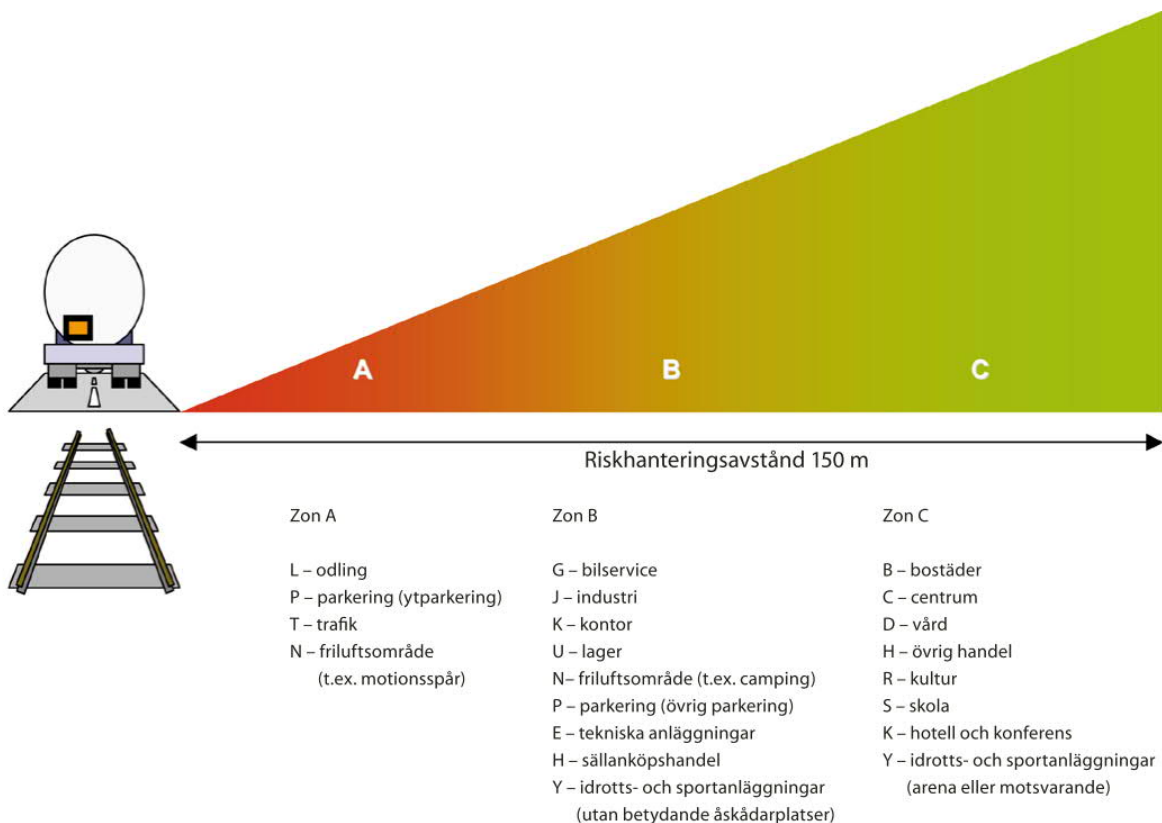
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

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

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

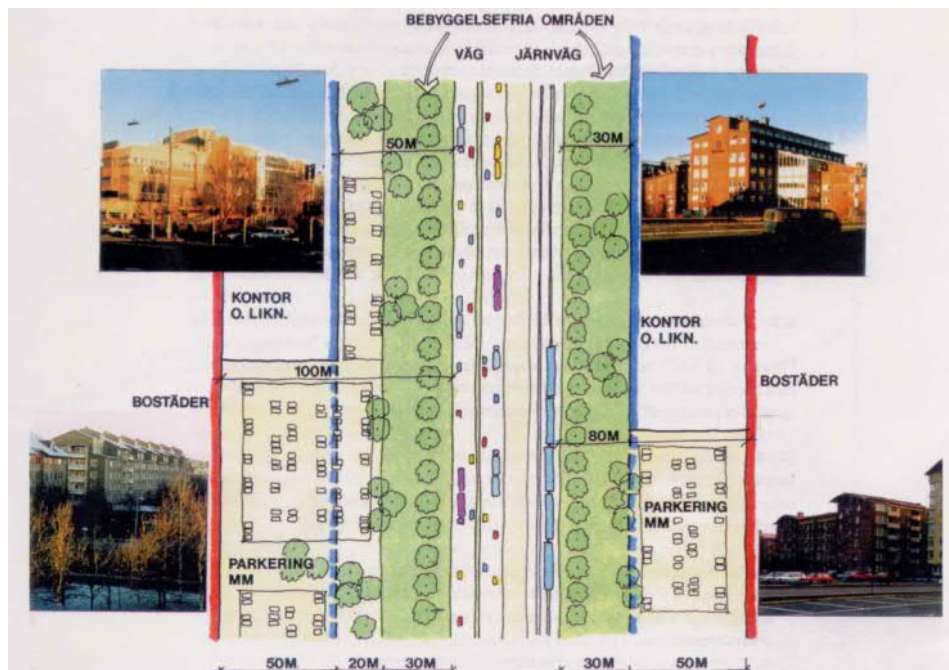
### 1.4.2 Riktlinjer

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen [3] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].

I Översiktsplan för Göteborg [4] anges avstånd som ska beaktas vid utarbetande av nya detaljplaner, se Figur 2. Dessa avstånd har även inarbetats i Mölndals översiktsplan från år 2006 samt legat till grund för den fördjupade översiktsplanen från år 2017 gällande Mölndalsåns dalgång.



Figur 2. Fysisk ram kring transportleder för farligt gods invid förnyelseområden [4].

## 1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Strukturplan, Forsåker [5].
- Trafikutredning, Detaljplan, Forsåker [6]
- Bullerutredning, Detaljplan 1, Forsåker [7].
- Information per e-post från Johan Lejonthun, Mölndala Fastighets AB.

## 1.6 REVIDERING

Denna handling utgör en uppdatering av tidigare riskbedömning från programskedet. Då en mängd förutsättningar ändrats sedan tidigare skede (t.ex. trafikprognoser, avstånd mellan riskkällor och exploatering samt utformning av exploatering) har samtliga beräkningar samt i stort sett hela rapporten omarbetats. 2020-06-09 har mindre förtydliganden gjorts avseende viktning av riskvärderingskriterier anpassade efter planområdets storlek. I samband med detta förs även resonemang gällande IKANO:s fastighet. Dessa revideringar genomförs enligt påpekande från Räddningstjänsten och markeras med lodrätt streck i marginalen i kapitel 4 och kapitel 6.

## 1.7 INTERNKONTROLL

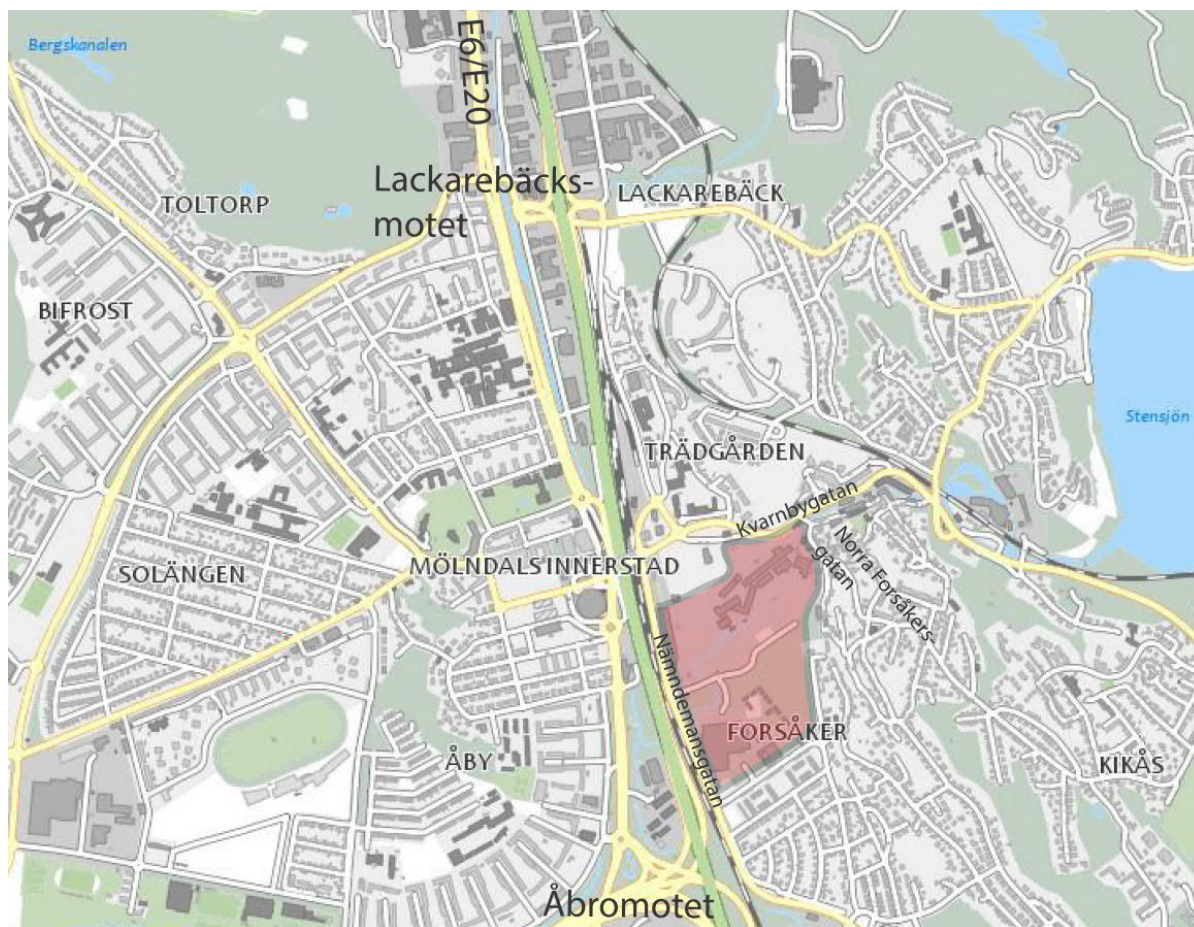
Rapporten är utförd av Fredrik Larsson (Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering). I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person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

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

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

### 2.1 PLANOMRÅDET OCH DESS OMGIVNING

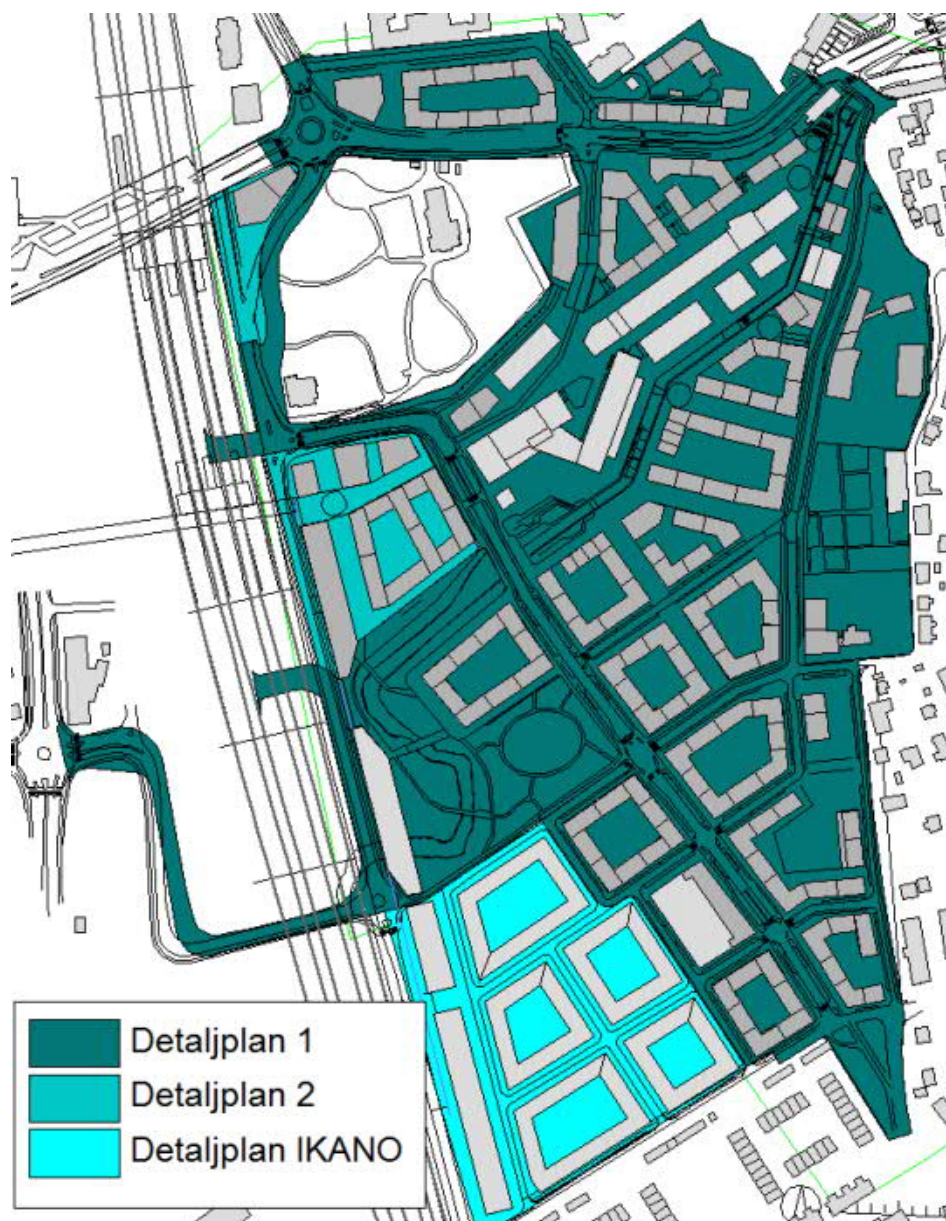
Forsäkersområdet är beläget i centrala Mölndal strax öster/sydost om Mölndals bro. Området angränsar i väster till E6/E20, Väst kustbanan och kommande Götalandsbanan.



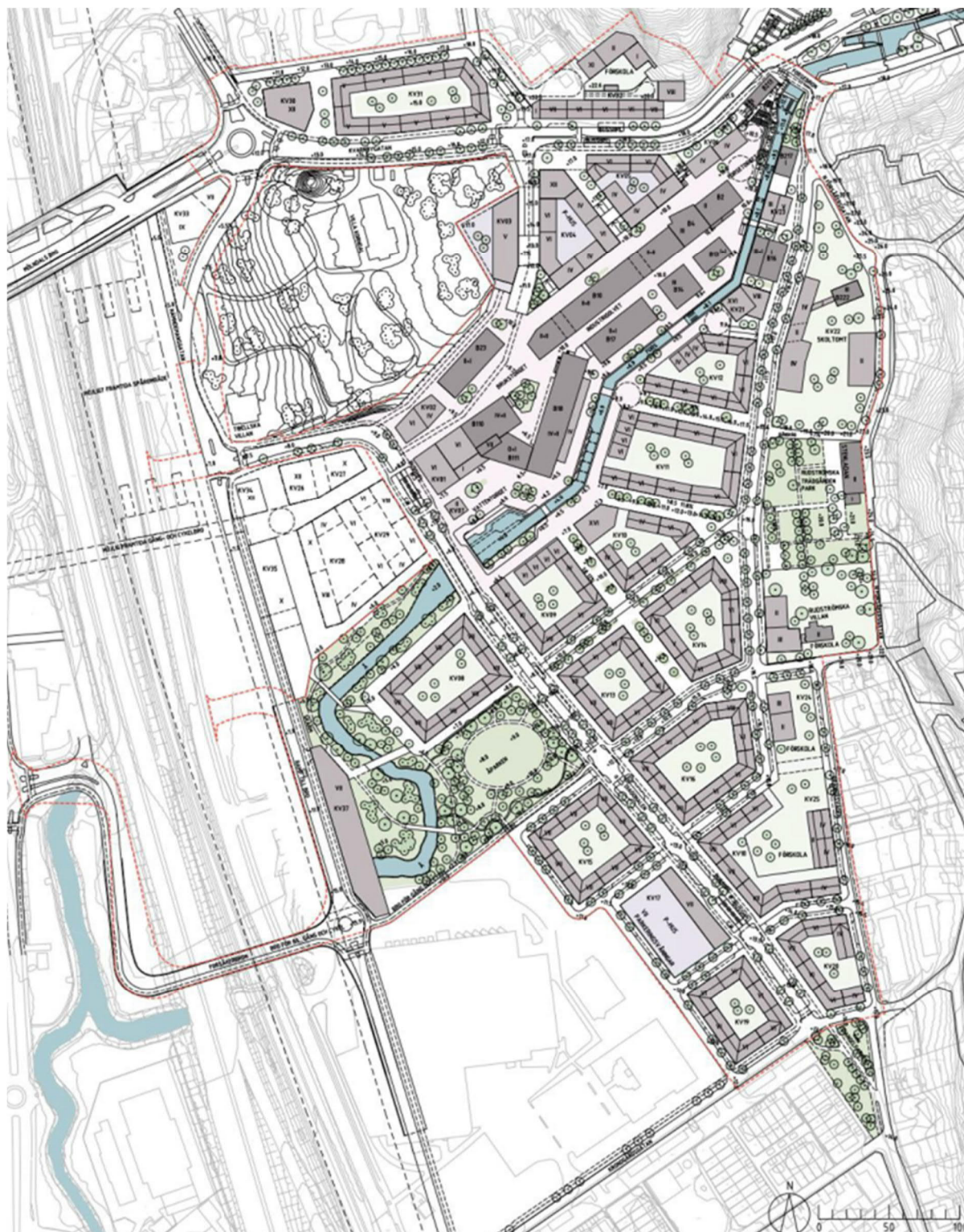
Figur 3. Orienteringskarta [6].

I dagsläget utgörs området till största delen av äldre industribebyggelse och grönytor. Aktuell utredning omfattar detaljplan 1 (även kallad Forsåker, Östra delen) och detaljplan 2 i Figur 4.

Söder om dessa planområden har en yta markerats med namnet detaljplan IKANO. Status för denna detaljplan är att den fått positivt planbesked. Dock pågår i dagsläget ingen planering för området varför det inte ingår i aktuell riskbedömning.



Figur 4. Planområdenas omfattning inom Forsåkersområdet [7].



Figur 5. Strukturplan för Forsäkersområdet. E6/E20 och markreservatet för utbyggnad av Väst kustbanan och Götalandsbanan ses direkt väster om planområdet.

## 2.2 INFRASTRUKTUR

I följande avsnitt redogörs för kringliggande infrastruktur.

### 2.2.1 E6/E20

Drygt 100 meter väster om planområdet löper E6/E20 (Kungsbackaleden), vilken är motorväg med tre körfält i vardera riktningen i höjd med planområdena. E6/E20 är utpekad som primär transportled för farligt gods och är starkt trafikerad. Hastighetsbegränsningen är variabel, men maximal hastighet är 80 km/h förbi planområdet. Enligt prognoser för 2040 bedöms årsmedeldygnstrafiken komma att uppgå till drygt 100000 fordon/dygn [8] varav ca 10 % förväntas utgöras av tung trafik [9]. Samtliga farligt gods-klasser är representerade på E6/E20.

I Bilaga B redogörs i detalj för de vägtrafiksiffror som används som beräkningsunderlag i denna rapport.

### 2.2.2 Västkostbanan

Ca 20 meter öster om E6/E20 löper Västkostbanan, vilken utgör transportled för farligt gods. Samtliga farligt gods-klasser är representerade på Västkostbanan och år 2040 förväntas ca 235 persontåg och 60 godståg passera området per vardagsmedeldygn [7].

I Bilaga D redogörs i detalj för de järnvägstrafiksiffror som används som beräkningsunderlag i denna rapport.

### 2.2.3 Götalandsbanan

Regeringen beslutade i juni 2018 om den nationella planen för infrastrukturen 2018-2029. I planen ingår 3,8 miljarder kronor för ny stambana mellan Göteborg och Borås. Beslutet innebär att Trafikverket behöver genomföra en ny lokaliseringstudie för att se över möjliga korridorer för utbyggnad. På sträckan mellan Göteborg och Borås är det utpekad att stationer i Mölndal, Landvetter flygplats och Borås är aktuella ur ett nationellt perspektiv [10]. Trafikverket har tidigare låtit upprätta en förstudie för den etapp av Götalandsbanan som enligt planen skall sträcka sig mellan Almedal och Mölnlycke [11]. Två av alternativen i utredningen går via Mölndal. Om järnvägen dras via Mölndal - vilket kommunen förordar - så behöver utrymme säkras för sex spår och tre plattformar. Konsekvensen blir ett bredare järnvägsområde än idag och att Nämndemansgatan måste flyttas i sidled österut närmare Forsäkersområdet. Beslut om alternativ har ännu inte fattats, men allt planarbete i Forsäker utgår från att möjliggöra järnvägsdragning via Mölndals station. Även om Götalandsbanan inte dras via Mölndals station, kommer utökad yta för järnvägsanläggning och station sannolikt behövas för framtida utbyggnad av Västkostbanan.

Götalandsbanan planeras för snabbtåg och projekteras inte för annat gods än av lättare typ, t.ex. posttåg. Farligt gods skall enligt uppgift inte trafikera banan [2]. Banan prognostiseras trafikeras av ca 230 persontåg per vardagsmedeldygn år 2040 [7].

## 2.3 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Persontätheter går inte att fastställa i detta skede, men den strukturplan som tagits fram tillsammans med ytangivelser för olika verksamheter bedöms rymma ca 3000-4000 arbetsplatser och 3000 lägenheter. Se vidare Figur 5. Inom området ryms även skolor, förskolor och centrumverksamhet i form av t.ex. butiker, handel, caféer etc.

För fullständiga uppgifter om vilka persontätheter som ligger till grund för riskberäkningar i denna utredning hänvisas till Bilaga C.1.



## 3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Identifieringen av potentiella riskkällor grundar sig i kartstudier [12] och kontakter med Trafikverket [2]. De riskkällor som identifierats är:

- Transporter av farligt gods (E6/E20 och Västkustbanan)
- Mekanisk skada vid urspårning (Västkustbanan och Götalandsbanan)

Inga farliga verksamheter, Sevesoanläggningar etc. har identifierats i planområdenas omgivning.

### 3.2 URSPÅRNING PÅ JÄRNVÄGEN

Urspårning av tåg på järnvägen kan innebära mekanisk påverkan inom planområdena.

### 3.3 TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se Bilaga 0 och D.2, bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5.

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

Samtliga ovan nämnda farligt gods-kategorier förekommer på E6/E20 och Västkustbanan. Götalandsbanan planeras ej upplåtas för trafik av farligt gods.

### 3.4 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 1.

Tabell 1. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar. Samtliga farligt gods-kategorier i tabellen antas kunna förekomma på E6/E20 och Västkustbanan.

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

## 4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transport/urspärning.

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 [13]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner 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 restriktioner** 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.

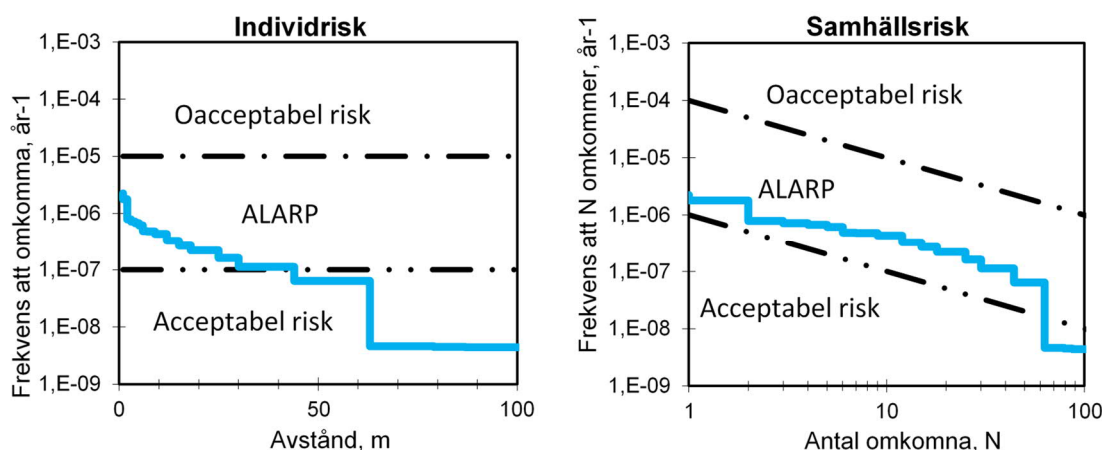
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 2 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 6.

Tabell 2. 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 $10^{-4}$	$> 10^{-4}$

\* För N=1 med lutning på F/N-kurva: -1



Figur 6. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [13].

**Individrisk** – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmättet 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 6) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

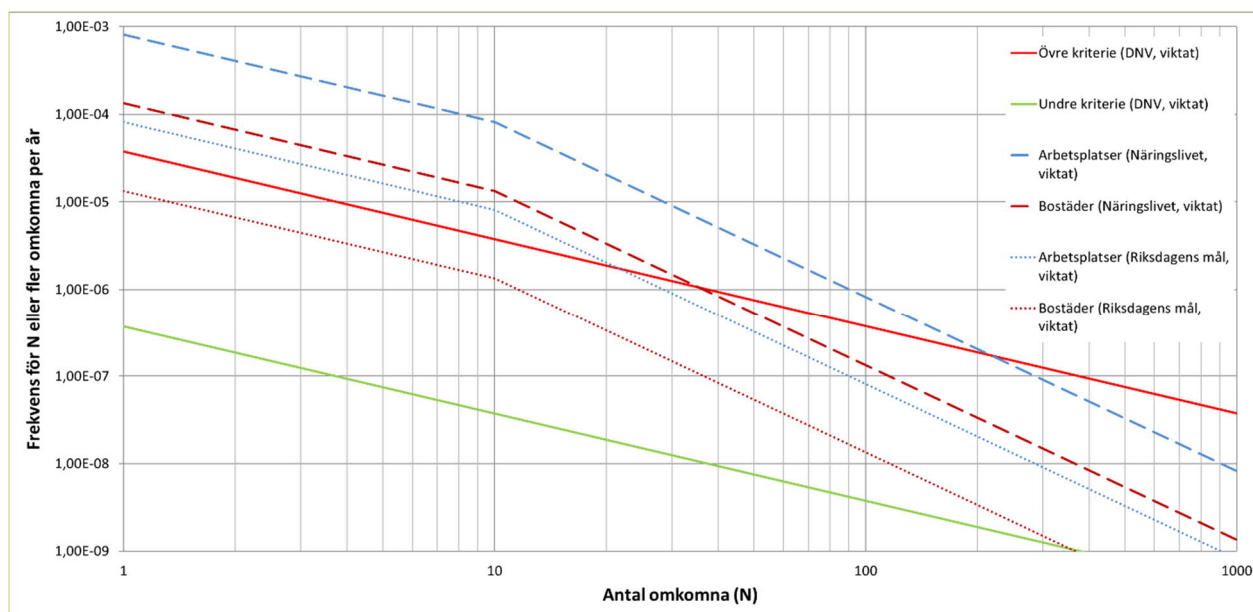
**Samhällsrisk** – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad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

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 6) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg [4] har i en fördjupad översiktsplan (FÖP) föreslagit aversionskurvor för samhällsrisk som kan jämföras med de riskkriterier som DNV föreslagit ovan. Aversionskurvorna i FÖP finns dock i olika versioner för tillämpning på arbetsplatser respektive på bostäder och gäller tät typbebyggelse på var sida om en 2 km lång riskkälla/transportled.

Det finns ingen koppling mellan DNV:s och FÖP:s kriterier och samtliga återfinns därför i riskvärderingen, för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller inte.

Notera även att kriterierna viktats efter planområdenas storlek med avsikt att risknivåerna ska vara jämförbara med övriga samhället i stort, se Figur 7. Den sammanlagda arean av detaljplan 1 och detaljplan 2 uppgår till ca 375 000 m<sup>2</sup>. Av denna anledning multipliceras DNV:s kriterier (ursprungligen gällande för 1 km<sup>2</sup>) med en faktor 0,375 och FÖP:s kriterier (ursprungligen gällande för 2 km lång transportled) med en faktor 0,375/2=0,1875. I det fall t.ex. IKANO:s detaljplaneområde skulle studeras skulle dess area ge underlag för viktade kriterier på motsvarande sätt.



Figur 7. Föreslagna kriterier på samhällsrisk enligt DNV [13] och FÖP Göteborg [4].

Det är nödvändigt att använda sig av både 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 orsakad av farligt gods-transporter på vägnätet har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuellt vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [14] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägavsnitt. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario på väg används händelseträdsanalys, se Bilaga B.

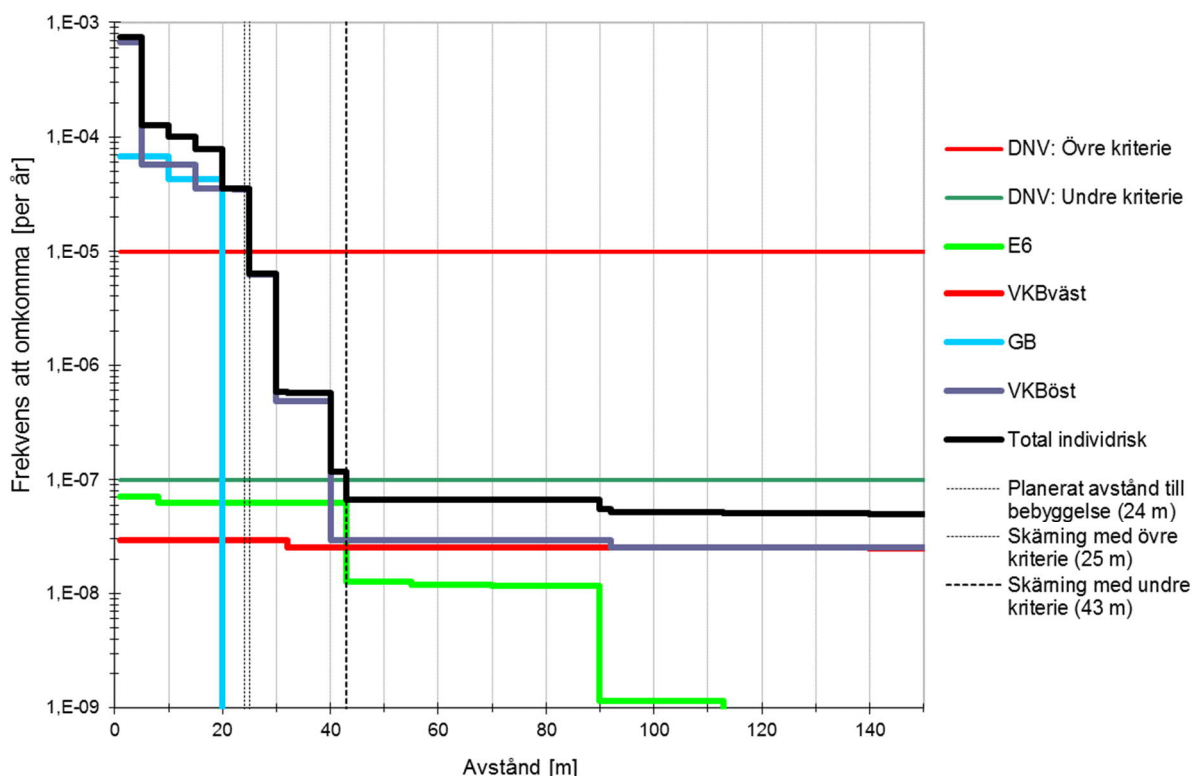
Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar för väg redovisas mer omfattande i Bilaga C.

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [15] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys. Frekvensberäkningarna för järnväg redovisas i Bilaga D.

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

## 4.1 INDIVIDRISKNIVÅ

I Figur 8 kan utläsas att den sammanlagda individrisknivån är oacceptabelt hög inom 25 meter från närmaste spår. Med närmaste spår avses här det spår som hamnar närmast planområdet efter breddning av banområdet österut i samband med byggnation av Götalandsbanan. Bortom 43 meter är individrisknivån att betrakta som acceptabel.



Figur 8. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E6 och Väst kustbanan (VKB) samt urspårning på Götalandsbanan (GB). 0-linjen på X-axeln utgår från läget för det spår som hamnar närmast planområdet efter breddning av banområdet österut i samband med byggnation av Götalandsbanan.

Vid avståndet 24 meter, det avstånd där närmaste kontorsbyggnad planeras enligt strukturplanen i Figur 5, är individrisknivån oacceptabelt hög. Detta innebär att riskreducerande åtgärder måste vidtagas vid beaktande av individriskmålet.

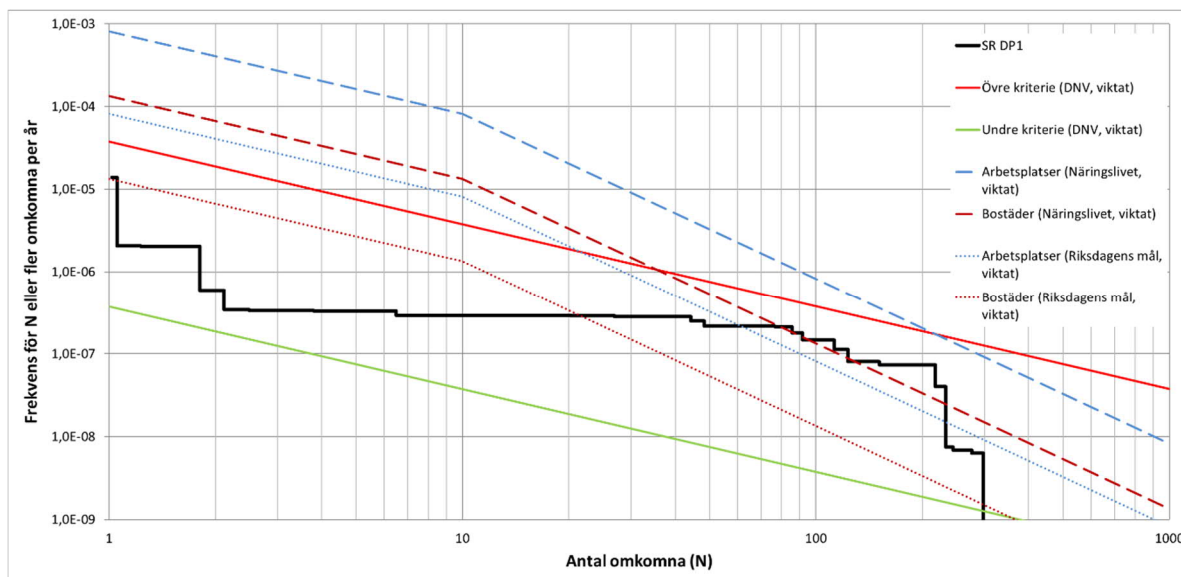
Vid avstånd för närmaste planerade bostadshus (ca 60 meter) är individrisknivån att betrakta som acceptabel.

Med tanke på den höga exploateringen som planeras inom planområdena behöver dock en sammanvägning göras med samhällsrisknivån för att kunna ge ett tillräckligt beslutsunderlag avseende behovet och omfattningen av riskreducerande åtgärder

## 4.2 SAMHÄLLSRISKNIVÅ

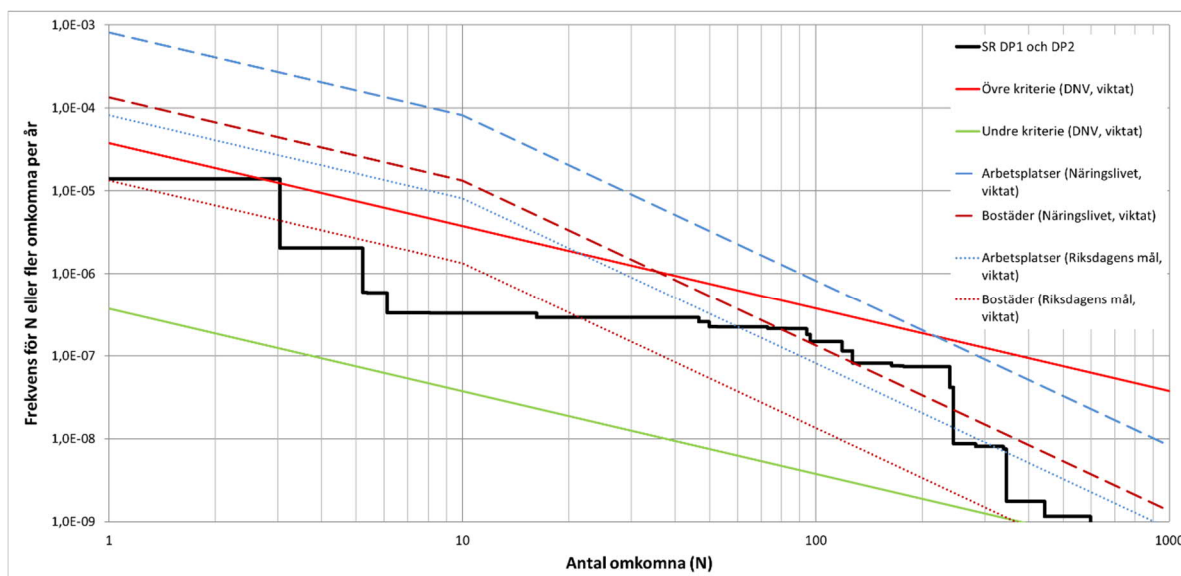
I Figur 9 kan utläsas att den sammanlagda samhällsrisknivån för detaljplan 1 ligger inom det s.k. ALARP-området i förhållande till DNV:s kriterier. Detta innebär att rimliga riskreducerande åtgärder skall vidtagas avseende samhällsrisknivån.

I förhållande till FÖP Göteborgs kriterier underskrids (klaras) det övre kriteriet för arbetsplatser. Resterande kriterier enligt FÖP överskrids.



Figur 9. Samhällsrisknivå för DP1.

Den beräknade samhällsrisknivån för detaljplan 1 och detaljplan 2 tillsammans blir högre än för endast detaljplan 1, med anledning av en högre persontäthet då detaljplan 2 adderas. Risknivån är generellt inom ALARP, men det övre kriteriet överskrids något för händelser med tre omkomna. Risknivån underskrider (klarar) endast det övre kriteriet för arbetsplatser enligt FÖP Göteborg, se Figur 10.



Figur 10. Samhällsrisknivå för DP1 och DP2.

Någon koppling mellan DNV:s och FÖP:s kriterier finns inte, men en sammanfattad värdering av samhällsrisknivån för planområdena enligt givna förutsättningar är att riskreducerande åtgärder skall vidtagas.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Riskreducerande åtgärder identifieras utifrån det specifika planförslaget samt Boverkets och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [16]. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som ger störst bidrag till risknivån.

### 5.1 BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Resultaten av riskberäkningarna visar att individrisknivån fordrar riskreducerande åtgärder för de västra delarna av planområdena eftersom individrisken ligger på oacceptabel nivå baserat på DNV:s värderingskriterier [13]. Den beräknade samhällsriskenivån för planområdet har konstaterats vara högre än vad som direkt kan accepteras enligt både DNV:s och FÖP:s [4] värderingskriterier. Detta innebär att riskreducerande åtgärder krävs för att önskad exploatering inom planområdet skall kunna möjliggöras.

### 5.2 TIDIGARE UTREDDA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I *PM Risk, Förslag på riskreducerande åtgärder* [17], som tagits fram för det specifika planärendet har ett antal möjliga riskreducerande åtgärder presenteras. Slutligen har fyra av dessa åtgärder föreslagits. Inga beräkningar har genomförts och PM:en är fristående från tidigare utförd riskbedömning för programområdet.

De i PM:en föreslagna åtgärderna är [17]:

1. Plushöjd: Planområdet närmast spårområdet ska vara beläget minst 0,5 meter högre än spårområdet.
2. Skyddsräll: Västkustbanans yttersta spår förses med skyddsräll förbi hela planområdet för att minska sannolikheten för att en urspårning leder till att vagnar lämnar spåret.
3. Skyddsmur: En skyddsmur som är utformad så att ett tåg ej kan forcera den vid en urspårning byggs mellan spårområdet och planområdet.
4. Åtgärder på fasad: Fasad utförs i obrännbart material och glaspartier i lägst brandteknisk klass EW 30.

Trafikverket har i sitt samrådsyttrande i planärendet [18] ställt sig tveksamma till de åtgärder som föreslås inom järnvägsfastigheten. Trafikverket är generellt mycket restriktiva till åtgärder inom de statliga anläggningarna då det ofta fördyrar och försvårar underhåll. Länsstyrelsen poängterar detsamma i sitt samrådsyttrande [19]. Detta innebär att de tre förstnämnda åtgärderna i ovanstående lista inte bedömts lämpliga enligt samrådsyttrandena.

### 5.3 FÖRSLAG TILL RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

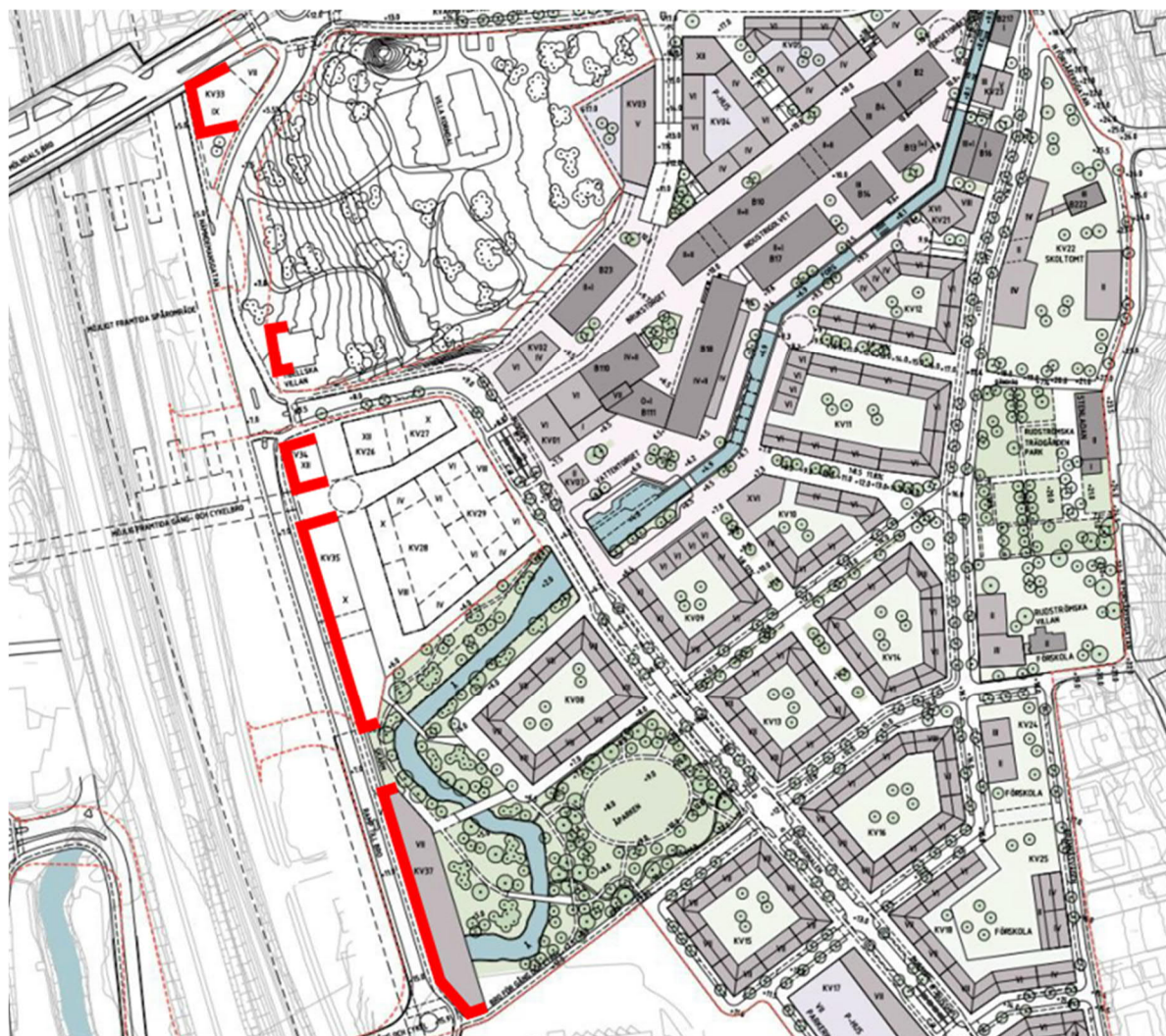
Det finns ytterligare ett antal möjliga riskreducerande åtgärder att vidta för att minska riskpåverkan på planområdet. Det är, i enlighet med avsnitt 5.2 ovan, svårt att reducera frekvenserna med tanke på att riskkällorna inte kan påverkas i detta detaljplanesammanhang och därför ges primärt förslag på konsekvensbegränsande åtgärder.

#### 5.3.1 Barriär i form av höjning av Nämndemansgatan

Den beräknade individrisken är oacceptabelt hög vid läget för närmaste planerad bebyggelse. Orsaken till detta är urspårningar med mekanisk påverkan som följd. Av denna anledning krävs urspårningsskydd för att skydda den planerade bebyggelsen på planerat avstånd (24 meter från







Figur 12. Rödmärkerade fasader och gavlar som omfattas av fasadåtgärder närmast järnvägen.

Åtgärden skyddar personer i byggnaderna närmast järnvägen mot infallande strålning från bränder vid järnvägen enligt beräkningarna [17]. Därtill ger åtgärden ett skydd mot omfattande brandspridning till berörda byggnader vilket dels är positivt avseende egendomsskyddet, men även avseende räddningstjänstens insatsperspektiv.

Åtgärden är relativt kostsam. Kostnaderna varierar i hög grad beroende på hur stora fönsterytor som planeras i aktuella fasader. Åtgärden bedöms likväl rimlig i detta avseende när byggnation planeras så nära som 24 meter från järnvägen och inom det konsekvensavstånd som föreligger för den mest frekventa farligt gods-olyckan.

### 5.3.3 Ventilationsåtgärder

Den allra största andelen av riskbidraget som leder till höga samhällsrisknivåer för planområdet härstammar från olyckor med giftiga gaser (RID-S-klass 2.3) vid järnvägen. Frekvensen är relativt låg, men med tanke på den täta exploateringen i kombination med stora konsekvensområden för denna olyckstyp kan konsekvenserna mätt i antal omkomna människor bli stora. Detta gäller för hela planområdena och inte enkom närmast järnvägen.

De byggnader som placeras närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) föreslås förses med central manuell nödavstängningsmöjlighet på ventilationen i

kombination med friskluftsintag placerade högt på oexponerad sida (ventilationsintag österifrån) av respektive byggnad. Därtill utförs fasader mot järnvägen (se Figur 12), i nämnd bebyggelse, täta utan öppningsbara fönster, tilluftsdon etc.

För resterande byggnader inom planområdet, längre från riskkällorna, varierar verksamheterna och en stor andel av bebyggelsen planeras utgöras av bostäder. För kontorsfastigheter och därmed jämförbar bebyggelse i övriga planområdet ska ventilation förses med central manuell nödavstängningsmöjlighet i kombination med friskluftsintag placerade högt på oexponerad sida (ventilationsintag österifrån) av respektive byggnad.

Åtgärderna bedöms rimliga och möjliga med hänsyn till att det primärt är kontorsfastigheter som planeras närmast järnvägen och att kostnader för ventilationsåtgärder generellt är relativt små.

I bostadsbebyggelse bedöms det inte rimligt med åtgärder som innebär inskränkningar avseende fasaders täthet, placering av friskluftsintag etc. Effekten bedöms därtill låg med hänsyn till öppna fönster, vådringsfönster, balkongdörrar, entrédörrar etc. Det bedöms dock skäligt att bostäder förses med möjligheter till avstängning av ventilationen, så att boende vid t.ex. ett VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten) själva kan stänga dörrar, fönster och ventilation i sin bostad för att på så sätt motverka inläckage av giftiga gaser. Ingen central avstängningsfunktion avses för bostadshusen utan principen gäller avstängningsmöjlighet i varje bostad för sig.

#### 5.3.4 Placering av utrymningsvägar

Byggnader placerade närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) ges utrymningsmöjligheter bort från riskkällorna. Detta innebär utrymningsmöjligheter i öster. Entréer etc. bör i möjligaste mån också förläggas i öster. Detta möjliggör att en utrymning, vid skadehändelser på väg eller järnväg, kan ske på ett säkert sätt bort från skadeplatsen och åtgärden kan även underlätta räddningstjänstens insatsmöjligheter i området. Bakomliggande byggnader (andra och tredje radens byggnader osv.) förväntas kunna utrymmas i skydd av framförvarande byggnader.

Åtgärden bedöms rimlig då kostnaderna är mycket små i sammanhanget. Utrymningsvägar behövs i vilket fall som helst i enlighet med BBR, och att tillse att utrymningsmöjligheter anordnas österut bedöms generellt inte medföra någon merkostnad för byggnaderna närmast järnvägen.

#### 5.3.5 Sammanfattning av föreslagna åtgärder

Nedan ges en kort sammanfattning av de i avsnitten ovan beskrivna åtgärderna.

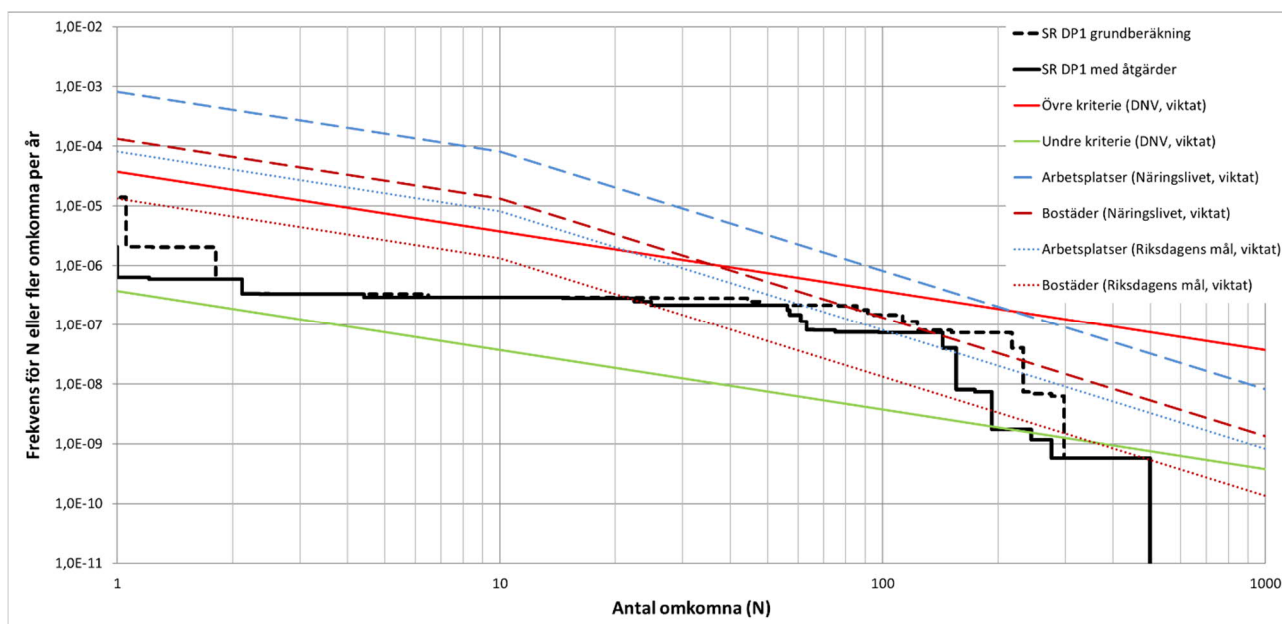
- Nämndemansgatan höjs upp och dimensioneras för att motstå tågurspårningar.
- Fasader och gavlar mot järnvägen, för byggnader belägna närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen), utförs täta, i obrännbara material och med fönster i lägst brandteknisk klass EW 30.
- Byggnader belägna närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) förses med central manuell nödavstängningsmöjlighet på ventilationen i kombination med friskluftsintag placerade högt på oexponerad sida (ventilationsintag österifrån) av respektive byggnad. Detsamma gäller även kontorsfastigheter och därmed jämförbar bebyggelse inom övriga delar av DP1 och DP2.
- Bostäder inom DP1 och DP2 förses med möjligheter till avstängning av ventilationen, så att boende vid t.ex. ett VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten) själva kan stänga dörrar, fönster och ventilation i sin egen bostad.
- Byggnader placerade närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) ges utrymningsmöjligheter bort från riskkällorna. Detta innebär utrymningsmöjligheter i öster. Entréer etc. bör i möjligaste mån också förläggas i öster.

## 5.4 BEDÖMD RISKNIVÅ MED VIDTAGNA ÅTGÄRDER

För att kunna göra en inledande bedömning av den riskreducerande effekten av de föreslagna åtgärderna har antaganden enligt nedan gjorts. Detaljstudier kommer att behöva utföras i kommande skeden, men det bedöms ändå viktigt att i ett tidigt skede uppskatta vilken effekt föreslaget åtgärdspaket kan komma att medföra för risksituationen.

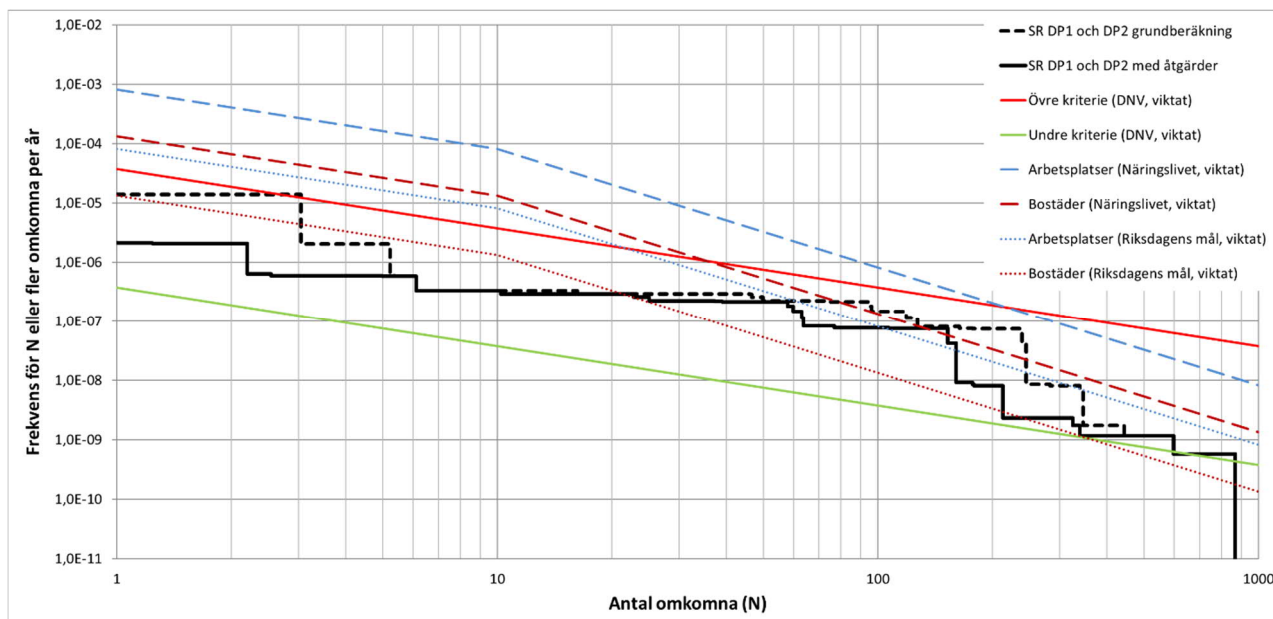
- En upphöjning av Nämndemansgatan, samt förstärkning av rampen i söder, med avsikt och dimensionering för att motstå mekanisk konflikt vid tågurspärning bedöms kunna eliminera just urspärningsriskerna och påverkan på den närmast belägna bebyggelsen. Uppskattad skyddsgrad med åtgärden bedöms bli 100 % mot ursprungsberäkningens 0 %.
- Täta fasader närmast järnvägen i obrännbara material och med fönster i lägst klass EW 30 bedöms kunna reducera strålningspåverkan på människor som vistas inomhus. Uppskattad skyddsgrad med åtgärden bedöms bli 99 % mot ursprungsberäkningens 90 %.
- Ventilationsåtgärder i form av högt placerade och bortvända tilluftsintag i kombination med central manuell nödavsättning bedöms reducera mängden inläckande giftig gas i byggnader i händelse av gasmolnsspridning mot planområdet. Uppskattad skyddsgrad med åtgärden bedöms bli 99 % mot ursprungsberäkningens 90 % för kontorsbebyggelsen närmast järnvägen. För bostäder bedöms möjligheten för de boende att själva kunna stänga ventilationen i sin bostad kunna innebära en uppskattad skyddsgrad som är något lägre, möjligen 95 % mot ursprungsberäkningens 90 %.
- Utrymningsmöjligheter i riktning bort från järnvägen är svårt att uppskatta effekten av. Åtgärden är dock av stor vikt för att personer ska kunna utrymma i så säker miljö som möjligt i händelse av olycka inom transportkorridoren.

Med samtliga ovan nämnda åtgärder vidtagna och med riskreduktion i nivå med ovan nämnda antaganden, skulle risknivåer i enlighet med Figur 13 och Figur 14 erhållas för DP1 respektive DP1 och DP2 tillsammans.



Figur 13. Bedömd samhällsrisknivå för DP1 med vidtagna åtgärder (svart heldragen linje) i relation till grundberäkning (svart streckad linje).

För DP1 erhålls risknivåer, med vidtagna åtgärder, som innebär att de övre av FÖP:s kriterier för såväl arbetsplatser som bostäder klaras. De nedre överstigs fortsatt. Enligt DNV:s kriterier blir risknivåerna fortsatt inom ALARP, med förflyttning mot nedre halvan.



Figur 14. Bedömd samhällsriskenivå för DP1 och DP2 tillsammans med vidtagna åtgärder (svart heldragen linje) i relation till grundberäkning (svart streckad linje).

För DP1 och DP2 tillsammans erhålls risknivåer, med vidtagna åtgärder, som fortsatt innebär att det övre av FÖP:s kriterier för arbetsplatser klaras och närapå även det övre för bostäder. De nedre kriterierna överstigs fortsatt. Enligt DNV:s kriterier sänks risknivåerna från delvis oacceptabla nivåer till en nivå inom mellersta delen av ALARP-området.

Ett antal övriga riskreducerande åtgärder har studerats i en iterativ process avseende åtgärders riskreducerande effekt för planområdena. Till exempel har olika grad av explosionsskyddade byggnader samt brandklassning på ytterligare fasader inom planområdena (även längre från riskkällorna) studerats. Effekten är dock mycket liten av dylika åtgärder med hänsyn till mycket låga frekvenser (i det första exemplet) samt ökande skyddsavstånd (i det senare exemplet). Dessa åtgärder förefaller därmed inte vara rimliga att kravställa för planområdet.

Den relativt höga restrisken, även givet vidtagna åtgärder, är svår att reducera ytterligare. Detta beror på den mycket höga exploateringsgraden inom en relativt liten yta i så nära anslutning till relativt stora och tungt trafikerade transportleder.

Ytterligare en riskreducerande åtgärd som är teoretiskt möjlig är att minska etableringens omfattning för att därmed minska persontätheten inom planområdena och därmed följaktligen samhällsrisken. Detta är dock ej en önskvärd eller rimlig åtgärd givet projektets förutsättningar och planerade strukturplan.

Det finns, som tidigare beskrivits, ingen koppling mellan FÖP:s och DNV:s värderingskriterier. Det finns heller ingen uttalad strategi eller policy gällande vilket av värderingssätten som är gällande. Av denna anledning förespråkas normalt DNV:s värderingsprincip som i aktuellt fall innebär en tolkning enligt ALARP-definitionen. Risker som ligger i den övre delen av ALARP-området, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas.

Givet att alla rimliga åtgärder anses ha vidtagits bör därmed risknivån, avseende såväl arbetsplatser som bostäder, vara tillfyllest.

## 6 DISKUSSION

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. [20]

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. [20]

De beräkningar, antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter i aktuell utredning är:

- Avstånd till riskkällorna och inbördes avstånd mellan riskkällorna efter utbyggnad av Götalandsbanan
- Persontätheter inom planområdena
- Framtida förändringar av farligt gods-trafiken i området
- Konsekvensområden för farligt gods-klasser

Det har gjorts ett antal antaganden p.g.a. avsaknad av data. De antaganden som gjorts har därför generellt varit konservativa, för att säkerställa att riskerna inte underskattas. Till de konservativa skattningar som bör nämnas hör:

- Uppskattning av framtida spårålag har gjorts enligt det, för planområdet, mest ofördelaktiga alternativet enligt studien för transportkorridor i Mölndalsåns dalgång [21]. Detta innebär att övriga redovisade alternativ innebär en lindrigare risksituation för planområdet. Detsamma gäller om något av alternativen "Raka spåret" väljs avseende Götalandsbanans sträckning mellan Almedal och Mölnlycke [11].
- Den persontäthet som ansätts inom planområdet har ansatts utifrån fullt utbyggt område i enlighet med strukturplanen [5]. För framförallt detaljplan 2, vilken ligger närmast riskkällorna och innebär mycket hög exploateringsgrad, betraktas detta konservativt i detta skede när utformningen av detaljplan 2 endast är i ett tidigt skede.
- Trafikprognosen för järnvägen bedöms vara väl tilltagen och speglar snarare vilken kapacitet trafiksystemen byggs för snarare än en verklig prognos för framtida trafikutveckling.
- Olyckor på respektive riskkälla placeras mitt för planområdet, men frekvensen baseras på 1000 meter sträcka för att ta höjd för olyckor som inträffar före och efter planområdet. Detta utgör ett konservativt antagande då de mest frekventa olyckstyperna; urspårning på järnväg och pölbrand i brandfarlig vätska (ADR/RID-klass 3) har betydligt kortare konsekvensavstånd om i storleksordningen ett trettiotal meter.
- För den mest frekventa farligt gods-klassen på både väg och järnväg (ADR/RID-klass 3) har antagits att all transporterad brandfarlig vätska utgörs av bensen vilket bedöms vara ett konservativt antagande då bensen är mer lättantändligt och har andra brandegenskaper än

t.ex. eldningsolja etc, vilket alljämt utgör en betydande del av transporterad mängd inom klassen.

- Den giftiga gas som utgör underlag för konsekvensberäkningar avseende RID-klass 2.3 på järnväg är klor. Klor är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid.

För ett antal antaganden är dock osäkerheterna så stora att känslighetsanalys bedöms vara skäligt för att studera påverkan på beräkningsresultaten. Vidare är det svårt att bedöma huruvida tillräckligt konservativa antaganden görs i grundberäkningarna. I Bilaga F redovisas därför känslighetsanalyser som innebär kontroll av följande parametrar:

- Andel farligt gods av total godstrafik har för Väst kustbanan antagits följa nationell statistik [12] i riskbedömningens grundberäkning gällande horisontår 2040. Detsamma gäller den inbördes fördelningen av olika RID-S-klasser på banavsnittet. Detta förhållningssätt tillämpas ofta i denna typ av riskbedömningar med anledning av avsaknad gällande prognoser för farligt gods-transporter på järnväg. Gällande åren 2009 och 2011 har dock uppgifter erhållits som indikerar en annan lokal fördelning av farligt gods-transporter [2]. Siffrorna för åren 2009 och 2011 är konfidentiella och får inte återges i rapportform. De har dock legat till grund för känslighetsanalys avseende förekomst av olika andelar farligt gods på Väst kustbanan.
- Det har i förstudie för Götalandsbanan angivits att genomfartstrafik (alltså trafik som ej gör uppehåll på Mölndals station) förläggs på de yttre spåren inom banområdet [11]. Mot denna bakgrund antas, i grundberäkningen i denna riskbedömning, att Väst kustbanans södergående spår förläggs längst österut och norrgående spår längst västerut inom banområdet. Differensen i avstånd mellan dessa spår antas komma att uppgå till ca 60 meter (banområdets bredd). Däremellan antas Götalandsbanan placeras. Detta antagande är helt baserat på knapphändig information i förstudien och därmed förknippad med stor osäkerhet. I känslighetsanalysen undersöks även ett scenario där Väst kustbanans båda spår för genomfartstrafik förläggs tillsammans längst österut inom banområdet. Detta skulle innebära transporter av farligt gods på de båda spår som ligger närmast planområdena.

Resultatet av känslighetsanalysen indikerar att såväl individrisken som samhällsrisken ökar något med förändrade indata enligt ovan. Riskvärderingen förändras dock ej nämnvärt avseende varken individ- eller samhällsrisken. Ordningen på spåren inom banområdet förefaller endast ha marginell betydelse så länge farligt gods transporteras på något av spåren belägna närmast planområdena. Riskreducerande åtgärder krävs för planområdena i samtliga studerade fall.

För IKANO:s angränsande detaljplaneområde, se Figur 4, saknas uppgifter om exploatering vid upprättande av denna rapport. Osäkerheterna gällande spår lägen och spårantal i höjd med fastigheten är därtill mycket stora, varvid det inte bedöms möjligt att utföra riskberäkningar med någon större noggrannhet i detta skede. I det fall riskberäkningar skulle utföras för denna fastighet skulle planområdets area ge underlag för viktning av riskvärderingskriterierna enligt tidigare beskrivning i kapitel 4, med motiv att risker även för detta planområde ska kunna jämföras med samhället i övrigt. Givet att IKANO:s detaljplaneområde utformas med jämförbara skyddsavstånd, bebyggelsestruktur och persontäthet som de i denna rapport studerade detaljplan 1 och detaljplan 2, bedöms likvärdiga riskreducerande åtgärder behövas även för IKANO:s detaljplaneområde. Detta måste dock studeras i detalj när mer förutsättningar finns tillgängliga.

## 7 SLUTSATSER

Resultaten av riskberäkningarna visar att individrisknivån fordrar riskreducerande åtgärder för de västra delarna av planområdena eftersom individrisken där ligger på oacceptabel nivå. Även samhällsrisknivån för planområdena har beräknats vara så hög att riskreducerande åtgärder krävs för att önskad exploatering inom planområdet skall kunna möjliggöras.

Följande åtgärder föreslås vidtas för planområdena:

- Nämndemansgatan höjs upp och dimensioneras för att motstå tågurspårningar.
- Fasader och gavlar mot järnvägen, för byggnader belägna närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen), utförs täta, i obrännbara material och med fönster i lägst brandteknisk klass EW 30.
- Byggnader belägna närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) förses med central manuell nödavstängningsmöjlighet på ventilationen i kombination med friskluftsintag placerade högt på oexponerad sida (ventilationsintag österifrån) av respektive byggnad. Detsamma gäller även kontorsfastigheter och därmed jämförbar bebyggelse inom övriga delar av DP1 och DP2.
- Bostäder inom DP1 och DP2 förses med möjligheter till avstängning av ventilationen, så att boende vid t.ex. ett VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten) själva kan stänga dörrar, fönster och ventilation i sin egen bostad.
- Byggnader placerade närmast järnvägen (första radens byggnader, inom 40 meter från järnvägen) ges utrymningsmöjligheter bort från riskkällorna. Detta innebär utrymningsmöjligheter i öster. Entréer etc. bör i möjligaste mån också förläggas i öster.

Givet de förutsättningar som finns i detta skede bedöms de föreslagna riskreducerande åtgärderna kunna sänka samhällsrisknivån för planområdena till en nivå inom den nedersta eller den mellersta delen av det s.k. ALARP-området enligt DNV:s värderingskriterier. Givet att alla rimliga åtgärder vidtas bör därmed risknivån vara tolerabel enligt definitionen för ALARP-området.

## 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.

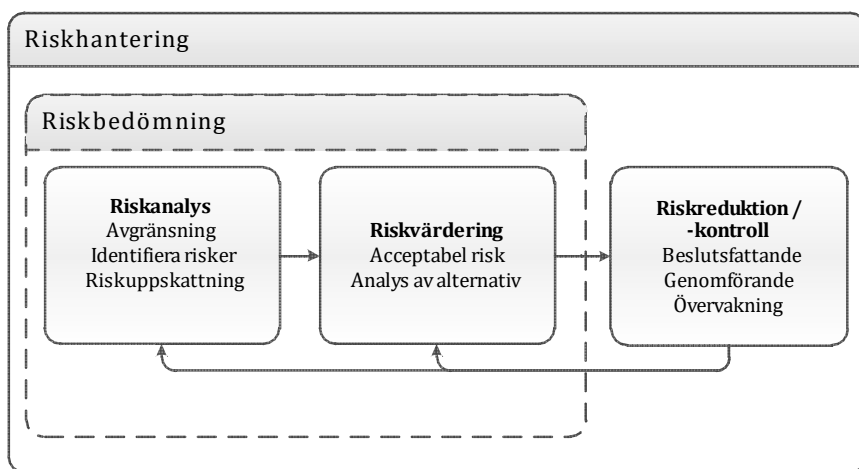
### A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 [22] [23], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 15.

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 15. 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.



## Bilaga B. Frekvensberäkningar – väg

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.

### B.1. BERÄKNING AV GRUNDFREKVENSN

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [14] 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 [24] 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 3. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2040 [8].

$$\begin{aligned}
 Olyckor_{Total}(O) &= \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK \\
 Olyckor_{FG} &= O \cdot \left[ \left( SiO \cdot \frac{\dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} \right) + (1 - SiO) \left( \frac{2 \cdot \dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} - \frac{\dot{A}DT_{FG}^2}{\dot{A}DT_{Total}^2} \right) \right] \cdot Index
 \end{aligned}$$

Tabell 3. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*.

Indataparameter	E6/E20
$\dot{A}DT_{total}$	89550
$\dot{A}DT_{FG}$	224
Hastighetsgräns	80
Olyckskvot (OK)	0,60
Andel Singelolyckor (SiO)	0,30
Index	0,13
Frekvens FG-olycka (per km och år)	7,99E-02

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

Tabell 4. 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 [25].	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 [26].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 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 [24]. 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.

Av farligt gods-kategorierna ovan är det klass 1, 2, 3 och 5 som bedöms ge påverkan utanför det omedelbara närområdet kring olycksplatsen.

Det saknas prognoser för farligt gods-transporter både lokalt och nationellt. År 2015 genomfördes, i hela Sverige, 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. I Tabell 5 redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFI mellan åren 2009-2015 för hela landet [27]. Statistiken antas, i brist på annat, vara tillämplig avseende fördelningen av olika farligt gods-transporter på vägavsnittet år 2040.

Tabell 5. Antalet farligt gods-transporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser baserat på körda kilometer för respektive alternativ.

<b>E6</b>	
ÅDT <sub>FG</sub>	224
ADR-S klass 1	0,72 %
ADR-S klass 2.1	6,74 %
ADR-S klass 2.3	0,04 %
ADR-S klass 3	46,95 %
ADR-S klass 5	2,41 %
ADR-S övriga	43,14 %

### B.3. ADR-S-KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

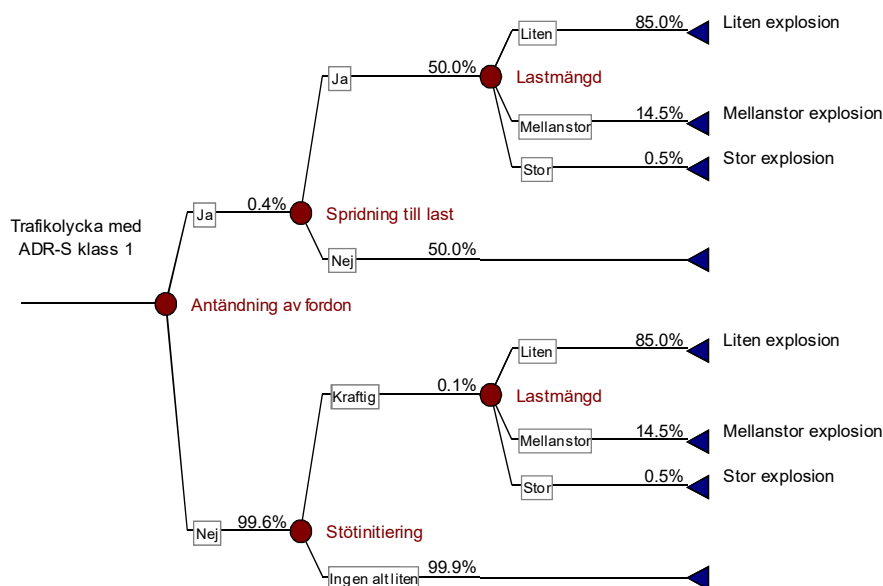
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [25]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

#### B.3.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) [28] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexlosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande. Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplösiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplösiva varor.

#### B.3.2 Händelseträdd med sannolikheter

Figur 16 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 16. Händelseträdd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

### B.3.2.1. 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 [29]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [30] [31].

### B.3.2.2. 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 [32], med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor. Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan [4], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

### B.3.2.3. 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 %.

#### B.3.2.4. 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 6, för lastmängder av explosiva ämnen.

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

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

#### B.4. 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) [25]. 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.

##### B.4.1 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 [4].

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.

##### B.4.1.1. 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 [14].

<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.

#### B.4.1.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i [14] utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm<sup>2</sup>. Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % [14].

#### B.4.1.3. Antändning

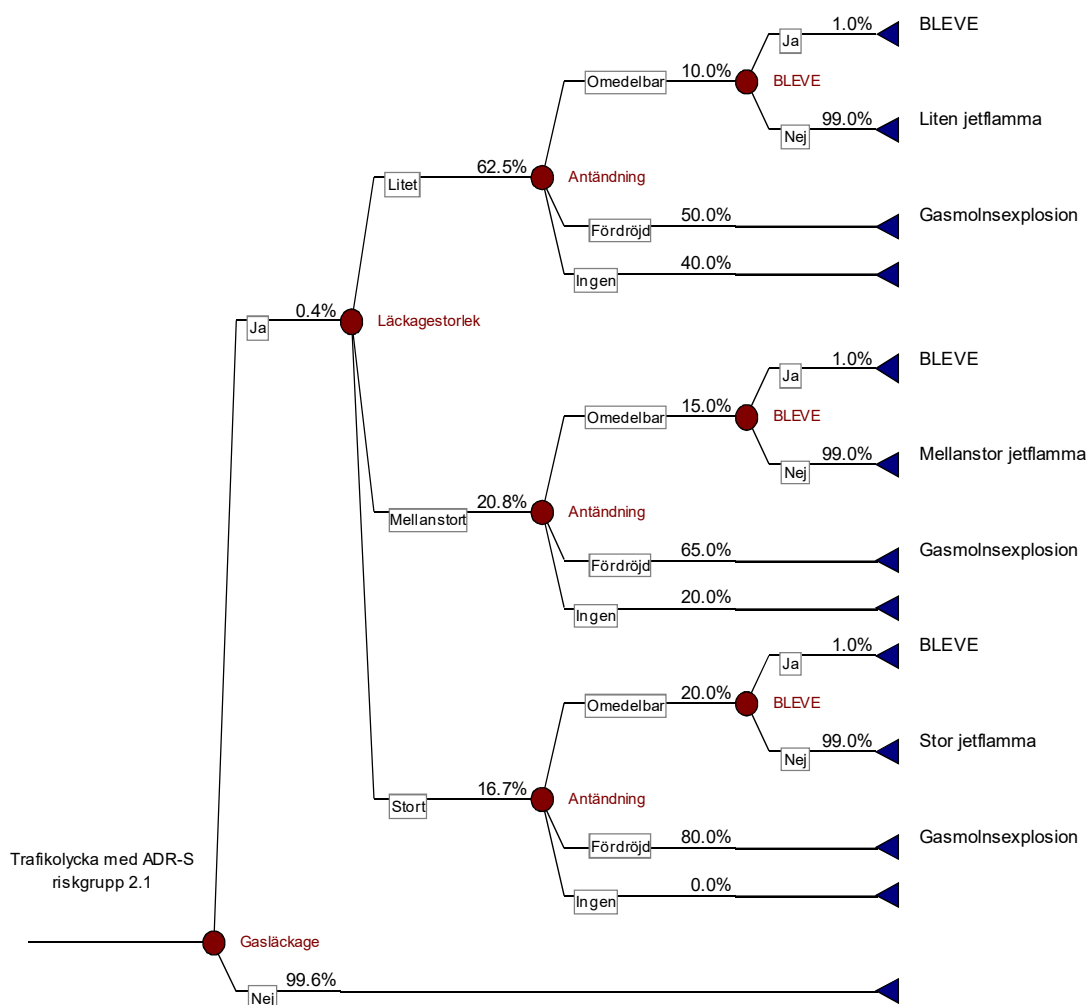
När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp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

#### B.4.1.4. 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 rämnar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta tycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar ska infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

### B.4.2 Händelseträäd med sannolikheter

Figur 17 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 17. Händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

### B.4.3 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.

#### B.4.3.1. 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.

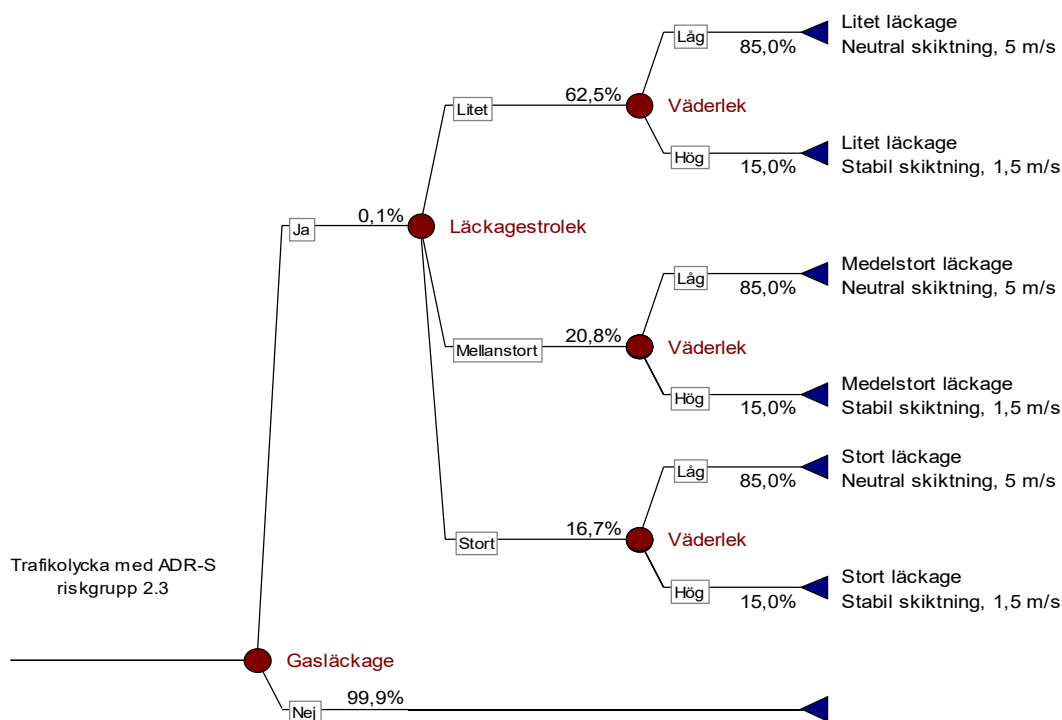
#### B.4.3.2. Toxikologiska gränsvärden

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

given exponeringstid. I beräkningarna ansätts konservativt att skadeutfallet inom beräknat konsekvensområde är 100 %.

#### B.4.4 Händelseträäd med sannolikheter

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



Figur 18. Händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

##### B.4.4.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [14]. 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 [14].

##### B.4.4.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av giftig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där storlekarna är definierade utifrån utsläppets källstyrka. Storleken på läckaget är samma som för ADR-S klass 2.1 det vill säga 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm<sup>2</sup>. Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %; 20,8 % och 16,7 % [14].

##### B.4.4.3. 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



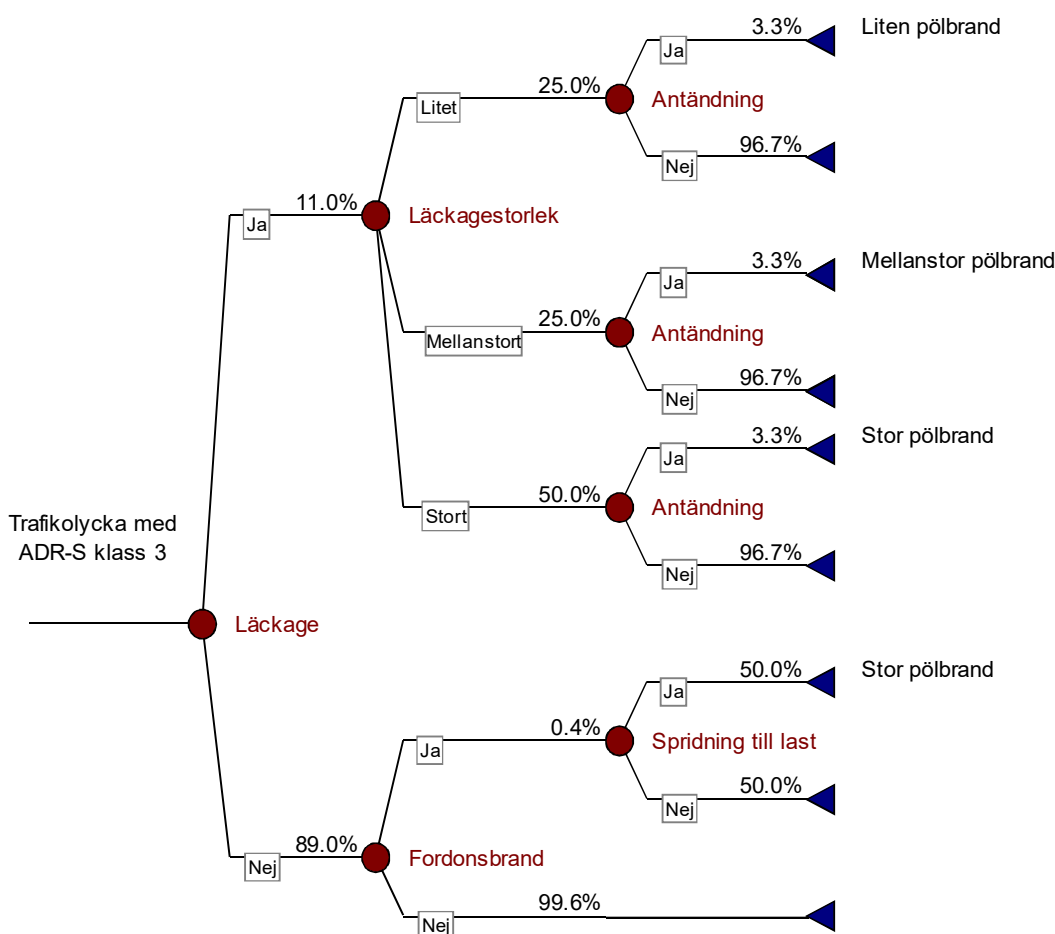
genomsnittligt väder, vilket förekommer omkring 85 % av tiden, och den sistnämnda representerar ogynnsamt väder vilket ansätts råda under resterande 15 %.

## B.5. ADR-S KLAS 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.

### B.5.1 Händelseträäd med sannolikheter

Figur 19 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 19. Händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 3.

#### B.5.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av sträckans farligt gods-index, se Tabell 3.

#### B.5.1.2. 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 % [14]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m<sup>2</sup> (*litet*), 200 m<sup>2</sup> (*mellanstort*) samt 400 m<sup>2</sup> (*stort*).

#### B.5.1.3. 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 bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % [46].

#### B.5.1.4. Fordonsbrand

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

### B.6. ADR-S KLAS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

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

#### B.6.1 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 [25].

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 [47]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [48] och FOI [49] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensin, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper [50].

#### B.6.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

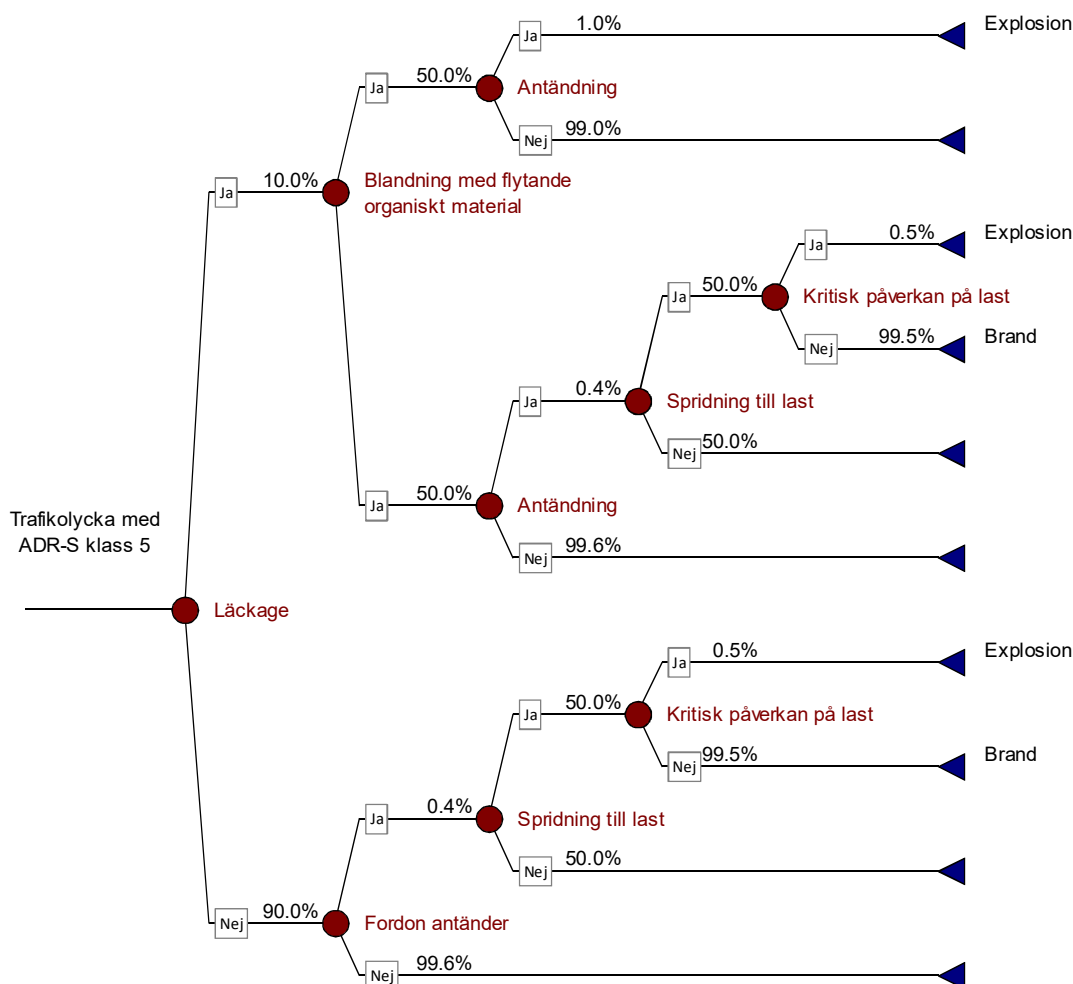
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras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

##### B.6.2.1. Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter [51], bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

### B.6.2.2. Händelsetråd med sannolikheter

Figur 20 redovisar ett händelsetråd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 20. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

### B.6.2.3. 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 [52]. Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

### B.6.2.4. Blandning med flytande organiskt material

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det först blandas med ett organiskt flytande ämne såsom bensin. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitratet blandas med bränslet homogent eller att

de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitraten. Till följd av begränsat statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.

#### B.6.2.5. Antändning av blandning

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

#### B.6.2.6. 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 B.3.2) är denna cirka 0,4 %.

#### B.6.2.7. 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 %.

#### B.6.2.8. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [48]. 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 [47]. Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

### B.7. ACKUMULERAD OLYCKSPÅVERKAN

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

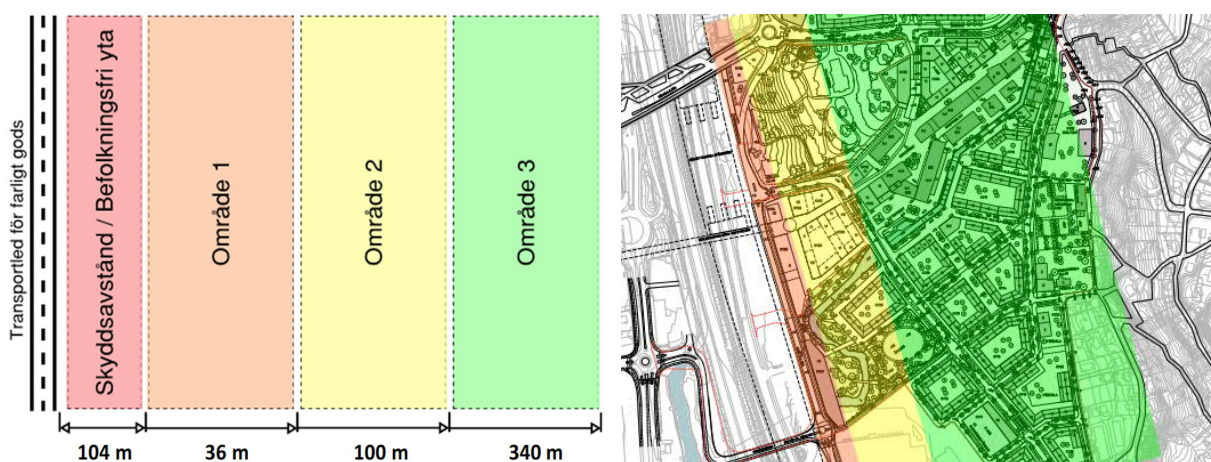
## Bilaga C. Konsekvensberäkningar – väg

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

### C.1. PERSONTÄTHET

För att uppskatta konsekvenserna av de olika riskscenarierna behöver antal personer, och i förlängningen persontätheten, i olika delar av planområdet uppskattas. Konsekvensområdena från olika olyckstyper (arean där dödliga konsekvenser erhålls) multipliceras sedan med persontätheten inom området för att ge en uppfattning av antal drabbade. Det gör stor skillnad om personer i omgivningen vistas inomhus eller utomhus med anledning av att byggnaders omslutande konstruktion i många fall ger en viss skyddsgrad för vissa olyckstyper. Dagtid antas 90 % av befolkningen vistas inomhus. Motsvarande siffra antas uppgå till 99 % nattetid. Dagtid antas utgöra halva dygnet.

- För att kunna uppskatta antal drabbade inom planområdet görs först en grov indelning avseende olika delområden inom planområdet. Den första ytan är befolkningsfri och utgör ett skyddsavstånd mellan riskkälla och närmaste bebyggelse. Utgångspunkt tas i strukturplanen för planområdena [5].
- Skyddsavstånd/befolkningsfri yta enligt Figur 21 kommer variera beroende på vilken riskkälla som beaktas i beräkningarna. Till E6 uppgår avstånd till ca 104 meter.
- Område 1 innehåller primärt verksamheter i form av kontorsbyggnader eller dylikt enligt strukturplanen. Området innehåller inte bostäder. För detaljplan 1 (DP1) ingår primärt kv37 i området. Räknas även detaljplan 2 (DP2) in i området tillkommer även kv33, kv23 och kv35.
- Område 2 och 3 innehåller både verksamheter och bostäder med större täthet i område 3.



Figur 21. Schematisk skiss av studerade områden inom planområdena i förhållande till E6.

Till strukturplanen har även en översiktlig ytsammansättning tagits fram. De övergripande projektmålen avseende exploateringstal för planområdena innebär ca 3000 nya bostäder och 3000-4000 nya arbetsplatser vid full utbyggnad om Forsåkersområdet (innefattande både DP1 och DP2). Det antas att en bostad i medeltal rymmer 2 personer. Detta skulle innebära 6000 boende och som mest 4000 arbetande inom planområdena. Baserat på ytsammansättningen, för olika verksamheter i olika kvarter i strukturplanen, har en grov uppskattning gjorts av antalet personer i delområdena angivna i Figur 30. Dessa sammanställs, tillsammans med uppskattad persontäthet dag och nattetid i Tabell 7 (DP1) och Tabell 8 (DP1 och DP2 sammantaget).

Tabell 7. Överslagsberäkning av persontätheter inom DP1.

DP1	Antal personer Bostäder [pers]	Antal personer Lokaler [pers]	Antal personer totalt [pers]	Områdesarea [km <sup>2</sup> ]	Persontäthet dag [pers/ km <sup>2</sup> ]	Persontäthet natt [pers/ km <sup>2</sup> ]
Område 1	0	486	486	0,027	18017	180*
Område 2	429	338	767	0,075	10222	5715
Område 3	5099	1953	7052	0,255	27657	19997
Summa	5528	2777	8305	0,357		

\* Generellt innefattar området endast dagverksamheter, men 1 % av persontätheten för dag ansätts gälla även nattetid.

Tabell 8. Överslagsberäkning av persontätheter inom DP1 och DP2 sammantaget.

DP1 och DP2	Antal personer Bostäder [pers]	Antal personer Lokaler [pers]	Antal personer totalt [pers]	Områdesarea [km <sup>2</sup> ]	Persontäthet dag [pers/ km <sup>2</sup> ]	Persontäthet natt [pers/ km <sup>2</sup> ]
Område 1	0	1409	1409	0,027	52171	522*
Område 2	901	638	1539	0,075	20519	12011
Område 3	5099	1953	7052	0,255	27657	19997
Summa	6000	4000	10000	0,357		

\* Generellt innefattar området endast dagverksamheter, men 1 % av persontätheten för dag ansätts gälla även nattetid.

## C.2. ANTAGANDE OM OLYCKANS PLACERING

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

## C.3. ADR-S KLAS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN

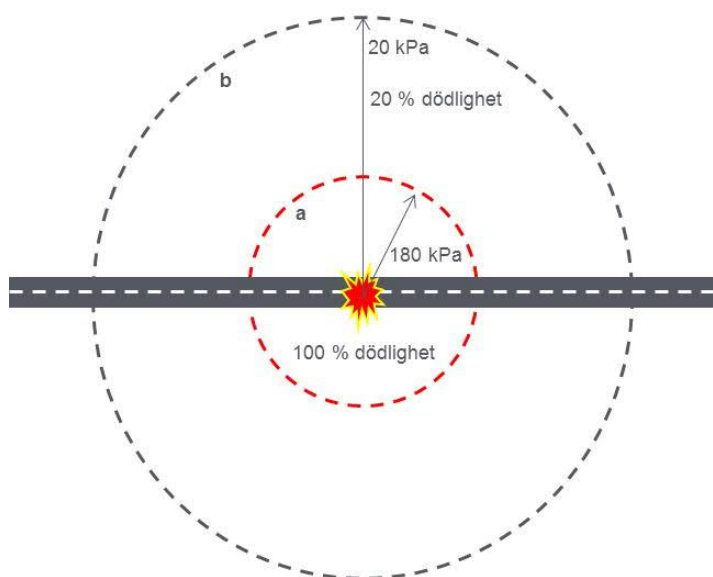
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas 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 22.



Figur 22. 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 9. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 9. 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 luftstötstågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ 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

#### C.4. ADR-S KLASS 2 – GASER

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

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

### C.4.1 ADR-S riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

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

Programvaran *Spridning Luft* [56] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [14] för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 10. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagestorlek, $\emptyset$	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.

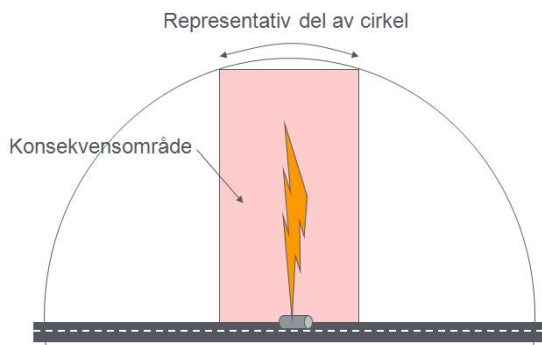
#### C.4.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp 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.

#### C.4.1.2. Jetflamma

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

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [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 jetflammans konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 23.



Figur 23. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.



### C.4.1.3. Gasmolnsexplosion

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

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

Programvaran Spridning Luft [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 23.

### C.4.1.4. 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

### C.4.2 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenariere enligt Tabell 11. 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 B och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 11. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till 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°

## C.5. ADR-S KLASS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

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 [4] [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 [4]. I Tabell 12 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 12. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m<sup>2</sup>) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Avstånd till 15 kW/m <sup>2</sup> från pölkant
Litet utsläpp	50 m <sup>2</sup>	12 meter
Mellanstort utsläpp	200 m <sup>2</sup>	23 meter
Stort utsläpp	400 m <sup>2</sup>	30 meter

## C.6. ADR-S KLASS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

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

### C.6.1 Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [50]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

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

### C.6.2 Brand

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

## C.7. BEDÖMNING AV ANTAL OMKOMNA I RESPEKTIVE SCENARIO

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt Bilaga B, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt Bilaga C, med den persontäthet som antagits i området, enligt Bilaga C.1.

De personer som befinner sig inomhus antas erhålla ett visst skydd gentemot vissa av de identifierade riskscenarierna tack vare byggnadernas omslutande konstruktion. Detsamma gäller för personer utomhus där framförvarande byggnader ger visst skydd gentemot vissa riskscenarier.

Tabell 13. Antagen skyddsgrad av att vistas inomhus för identifierade riskscenarier.

Konsekvens- klass	Olycksscenario	Inomhus	Utomhus
1	Liten explosion (a)	67%	50%
	Liten explosion (b)	67%	50%
	Mellanstor explosion (a)	67%	50%
	Mellanstor explosion (b)	67%	50%
	Stor Explosion (a)	67%	50%
	Stor Explosion (b)	67%	50%
2.1	BLEVE	90%	50%
	Liten jetflamma	90%	50%
	Gasmolnsexplosion	90%	50%
	Mellanstor jetflamma	90%	50%
	Stor jetflamma	90%	50%
2.3	Litet läckage låg vindstyrka	90%	50%
	Litet läckage hög vindstyrka	90%	50%
	Mellanstort läckage låg vindstyrka	90%	50%
	Mellanstort läckage hög vindstyrka	90%	50%
	Stort läckage låg vindstyrka	90%	50%
	Stort läckage hög vindstyrka	90%	50%
3	Liten pölbrand	90%	50%
	Mellanstor pölbrand	90%	50%
	Stor pölbrand	90%	50%
5	Explosion (a)	67%	50%
	Explosion (b)	67%	50%
	Brand	90%	50%

De antaganden som gjorts vid skattning av skyddsgrad är:

- Byggnadens omslutande konstruktion antas begränsa spridning av kaststycken och splitter samt delvis minska tryckvåg vid explosioner. Skadeomfattningen bedöms därmed reduceras med ca 2/3 gentemot att vistas i det fria.
- Byggnadens omslutande konstruktion antas begränsa strålning från bränder i inledningsskedet av denna olyckstyp. En stor del av de som vistas inomhus antas hinna utrymma byggnaden. Skadeomfattningen bedöms därmed reduceras med ca 9/10 gentemot att vistas i det fria.
- Byggnadens omslutande konstruktion antas begränsa inläckage av giftiga gaser till viss del. Skadeomfattningen bedöms därmed reduceras med ca 9/10 gentemot att vistas i det fria [59].
- Utomhus antas framförvarande byggnader i genomsnitt kunna halvera konsekvenserna.

## Bilaga D. Frekvensberäkningar – järnväg

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats och bedömts kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [60]. Därefter används händelseträdsmetodik för att bedöma frekvenserna för de scenarier som kan få konsekvensen att minst en person skadas allvarligt eller omkommer. Det bör påpekas att det är frekvensen för järnvägsolycka (antal olyckor per år) och inte sannolikheten som skattas med denna modell.

### D.1. BERÄKNING AV GRUNDFREKVENSN

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

- Den studerade sträckans längd (km) som bestäms av den sträcka på vilken en olycka kan påverka planområdena. Studerad sträcka är i detta fall 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är enligt prognos för horisontår 2040 cirka 90200 för Västkustbanan och cirka 73400 för Götalandsbanan [7].
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket enligt prognos för horisontår 2040 är cirka 600800 för Västkustbanan och cirka 367100 för Götalandsbanan. Beräkningarna baseras på antagande om att persontåg i genomsnitt utgörs av fem vagnar på Västkustbanan, tre vagnar på Götalandsbanan och godståg av 17 vagnar. Antal vagnar baseras på prognoser för tåglängder [7].
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st [4].
- Antal växlar på den studerade sträckan antas uppgå till 4 st per spår.
- Totalt antal spår inom järnvägsreservatet antas bli 6 st efter tillkomst av Götalandsbanan.

#### D.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 14 [60]:

Tabell 14. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Växel slit, trasig	$5,00 \cdot 10^{-9}$	antal tågpassager
Växel ur kontroll	$7,00 \cdot 10^{-8}$	antal tågpassager
<b>Vagnfel</b>		
Persontåg	$9,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg, annat)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm

### D.1.2 Sammanstötningar

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant [60] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

### D.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdena finns inga plankorsningar.

### D.1.4 Växling och rängering

I höjd med fastigheten sker inget växlingsarbete eller rängering.

### D.1.5 Resultat

Frekvensen för en urspårning beräknas till 5,18E-02 per år för Västkustbanan, respektive 3,80E-02 per år för Götalandsbanan.

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas till 8,60E-03 per år för Västkustbanan med formeln:

$$\text{Urspårningsfrekvens (per år)} \cdot \frac{\text{Godståg (st)}}{\text{Totalt antal tåg (st)}} = \text{Frekvens, godstågsolycka (per år)}$$

### D.1.6 Avstånd från spår för urspårande vagnar

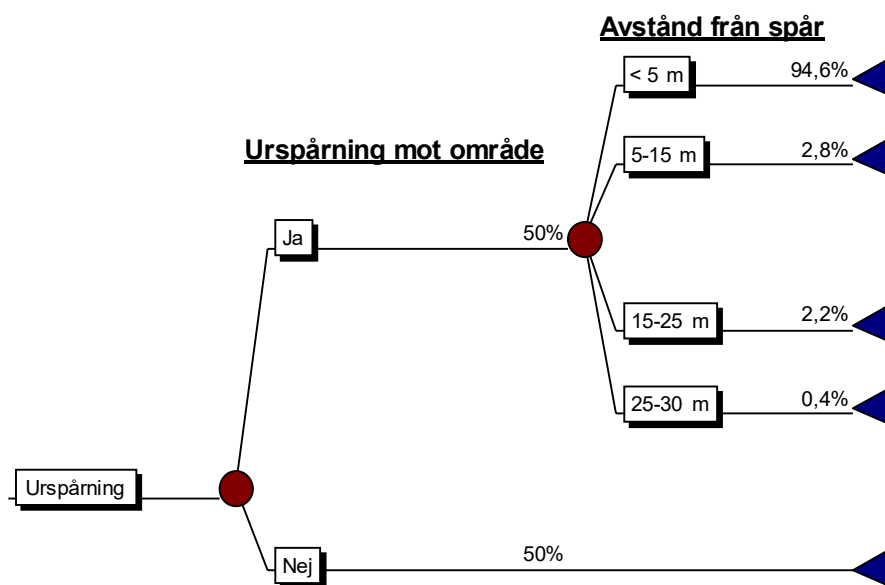
Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 15 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar (83 % persontåg och 17 % godståg för Västkustbanan) [60].

Tabell 15. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Viktat medel efter andel	76,33%	18,28%	2,79%	2,24%	0,36%

För Götalandsbanan prognostiseras endast persontrafik och därmed görs ingen viktning inkluderat godstrafik.

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten [61]. Enligt Tabell 15 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 24.



Figur 24. Händelseträdd med sannolikheter för urspåringar för Väst kustbanan. Beräkningarna för Götalandsbanan utförs på motsvarande sätt men anpassas för att endast innehålla urspårningsandelar enligt persontåg.

## D.2. FÖRDELNING MELLAN DE OLIKA RID-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 [25] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 16 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 16. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [25].	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 [26].
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), korbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartad brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp 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 [24]. 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.

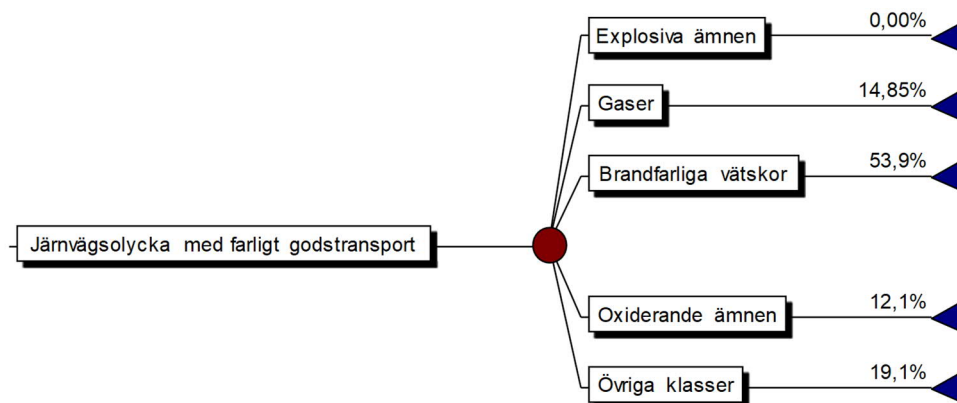
Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Notera att farligt gods endast antas förekomma på Västkustbanan.

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt D.1.5 beräknad till  $8,60E-03$  per år för Västkustbanan. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [62]. Farligt gods-vagnar antas utgöra 5 % av det totala antalet godsvagnar i enlighet med nationellt snitt [63]. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1-(1-0,05)^{3,5}$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka  $1,41E-03$  per år.

I händelseträdet, se Figur 25, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella farligt gods-klasser inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass. Fördelningen mellan godsklasserna baseras i aktuellt fall på nationellt snitt [12], då inga prognoser om framtida transporter finns i dagsläget. Antagandet bedöms vara konservativt och alla farligt gods-klasser förekommer i den nationella statistiken.



Figur 25. Händelseträd med sannolikhet för olycka med farligt gods.

### D.3. OLYCKSSCENARIER – HÄNDELSETRÄDSMETODIK

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik.

#### D.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Inom EU är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras på väg 16 ton, och små mängder begränsas till 50-100 kg. Dock tillåts större mängder på järnväg, varför 25 ton antagits som maximal transportmängd.

Transport av RID-S klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006-2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods [64]. Denna siffra gäller för Sverige i helhet, och en nedbrytning till transporter på en specifik sträcka går inte göra på något enkelt sätt. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels företagsmässigt och dels säkerhetsmässigt. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg hade det endast tre transporter med klass 1 under hela 2011 i Sverige. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transporterna på mer än 500 kg explosivt ämne [65].

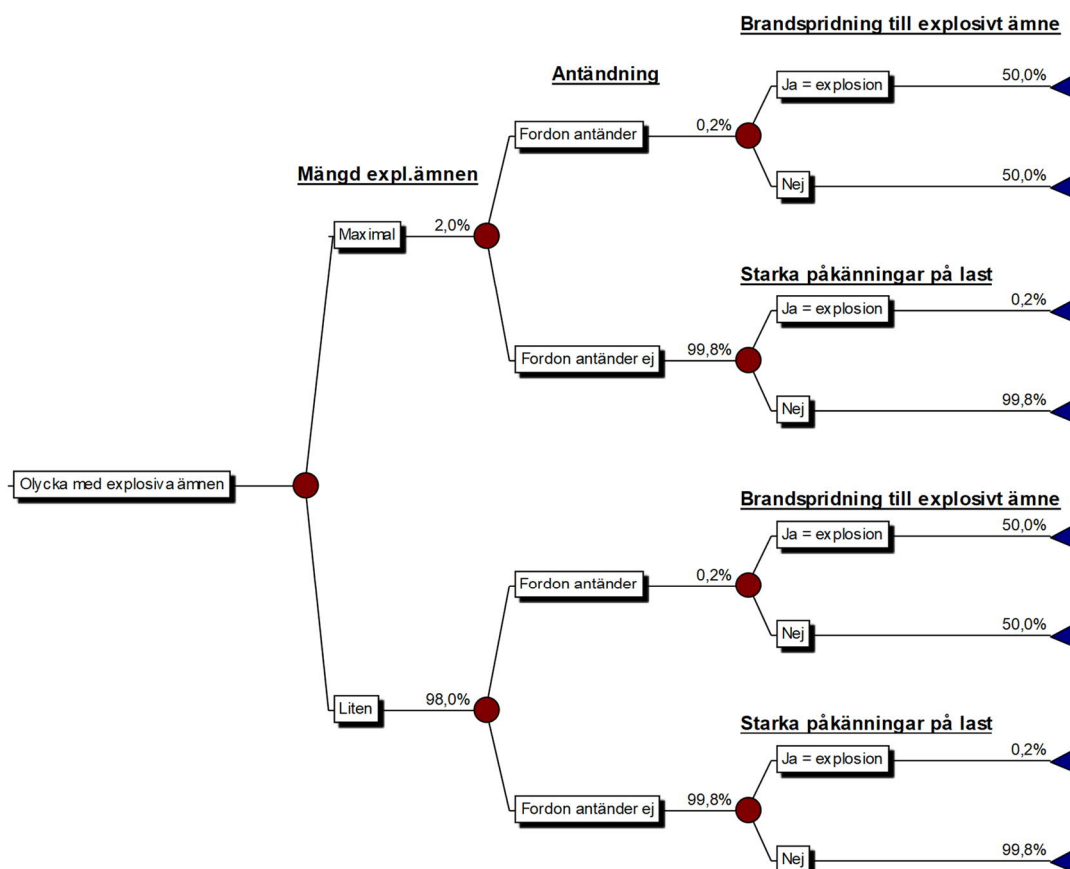
En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas förenklat utgöra mindre laster om 100-150 kg.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora, d.v.s. om lasten utsätts för stöt. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen ska förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 %, vilket är hälften av motsvarande sannolikhet för vägolycka [30] [31]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [4].

Med stöt avses sådan stöt som har den intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [33]. Till skillnad från i fallet med brand så saknas kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. Som ett jämförelsevärde att förhålla sig till anger HMSO [46] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 26 redovisas möjliga scenarier.





Figur 26. Händelse-träd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

### D.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [12], antas 87 % av transporterna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 13 % antas vara giftiga gaser.

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 1 % i båda fallen [60]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

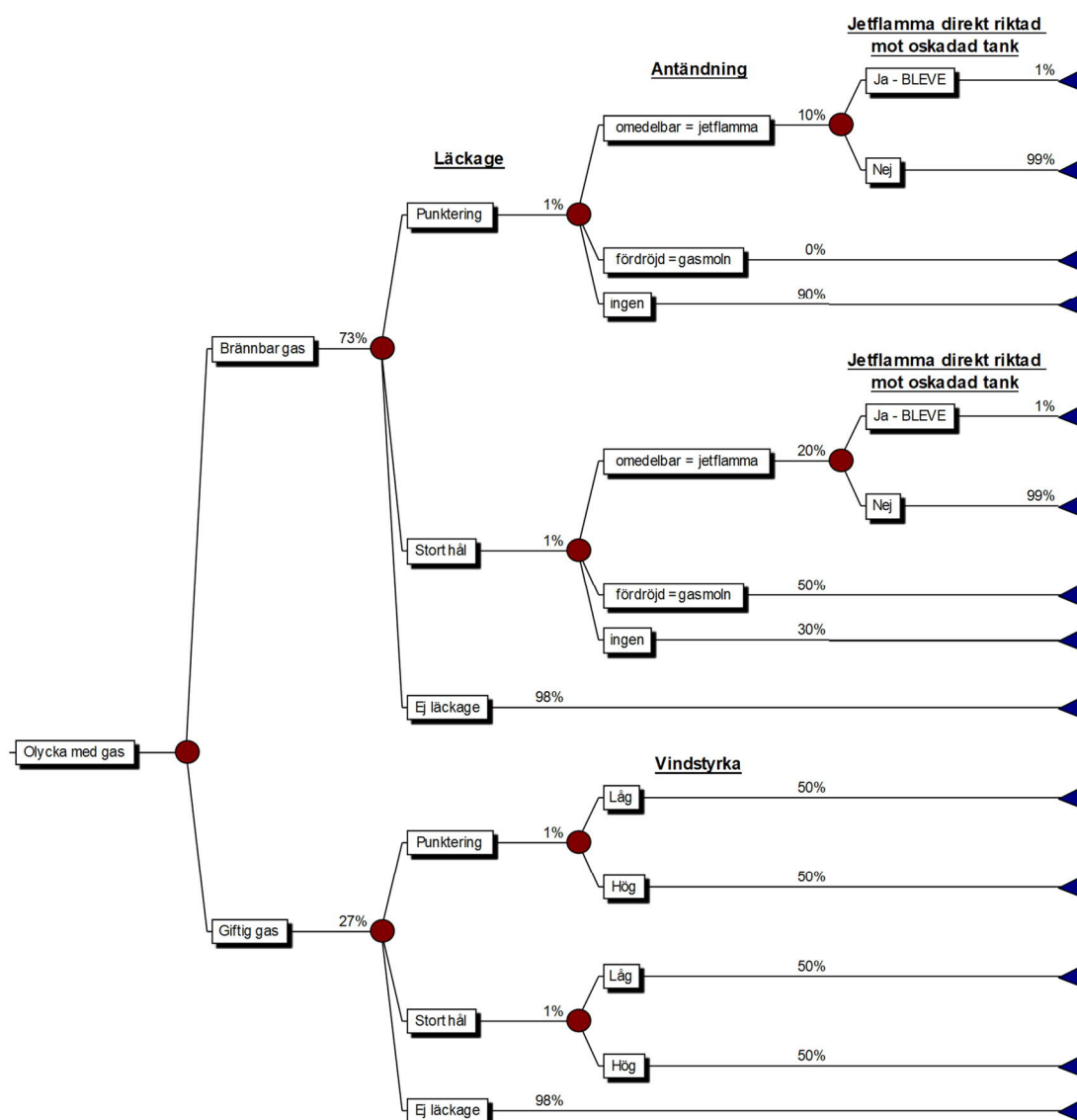
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot, BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion), är mycket ovanligt och kan endast inträffa om vagnen saknar säkerhetsventil och tanken utsätts för en omfattande brand. En BLEVE kan då uppkomma om tanken utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [66] för:

- omedelbar antändning (jetflamma): 10 %
- fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- ingen antändning: 90 %

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 20 %, 50 % och 30 % [66]. En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten. Konservativt ansätts 1 %.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s) med lika stor sannolikhet. I Figur 27 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

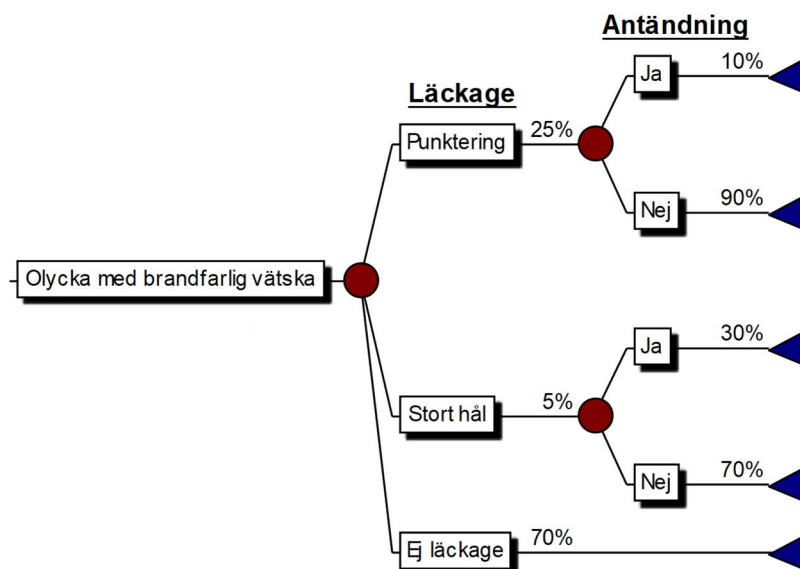


Figur 27. Händelseträdd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

### D.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 % [60]. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg ska antändas antas vara 10 % respektive 30 % [60]. I Figur 28 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt om underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material, vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 28. Händelseträd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

### D.3.4 RID-S-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

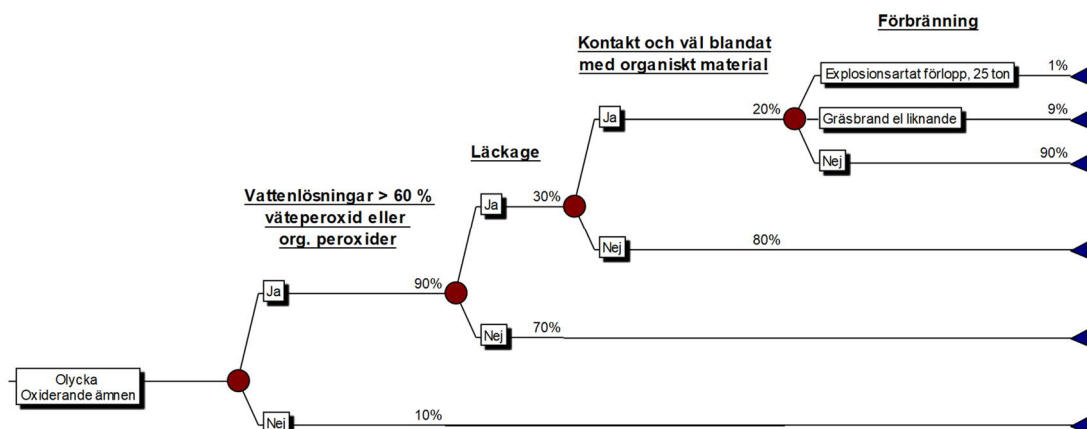
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. Vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp och detsamma gäller för organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

Vissa organiska peroxider är så känsliga att de endast får transporteras under temperaturkontrollerade förhållanden. Dessa ämnen får ej transporteras på järnväg enligt RID.

Transportstatistik [64] anger att 93 % av transportererna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transportererna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (se ovan i avsnitt D.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 1 % [4]. Givet att blandning skett antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. 10 % av fallen då blandningen antänt antas gå till detonation, medan resterande 90 % antas utvecklas till en kraftig brand. I Figur 29 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 29. Händelsesträd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

#### D.4. ANPASSNING AV SANNOLIKHETEN ATT PÅVERKAS UTFRÅN KONSEKVENSAVSTÅNDETS LÄNGD

För individriskberäkningarna görs en frekvensreducering med avseende på att vissa scenarier har konsekvensavstånd som inte sträcker sig över hela den studerade sträckan. En specifik plats drabbas bara av olyckans konsekvenser om den inträffar på en viss sträcka i närheten. Längden på denna sträcka antas vara det uppskattade konsekvensavståndet multiplicerat med en faktor 2. Detta värde dividerat med den totala studerade sträckan ger därmed en frekvensreduktionsfaktor för respektive scenario.

Även för samhällriskberäkning anpassad till fastigheten tillämpas en typ av frekvensanpassning. Konsekvenserna i antal döda uppskattas utifrån att olyckan inträffar så att konsekvenserna riktas mot fastigheten (exempelvis att jetflamman eller utsläppet är riktat mot fastigheten). Därför kan frekvensen i samhällriskberäkning anpassad till fastigheten halveras då jetflamman (med flera) som är riktade bort från fastigheten inte ska bidra till grupprisken för fastigheten. Förfarandet bedöms vara konservativt, då vissa scenarier har ett spridningsområde (andel av cirkulärt område) som är mindre än 50 % - vilket de i praktiken nu får. För olycksscenarioer med cirkulärt konsekvensområde (ex. explosioner) görs ingen sådan reduktion.

## Bilaga E. Konsekvensberäkningar – järnväg

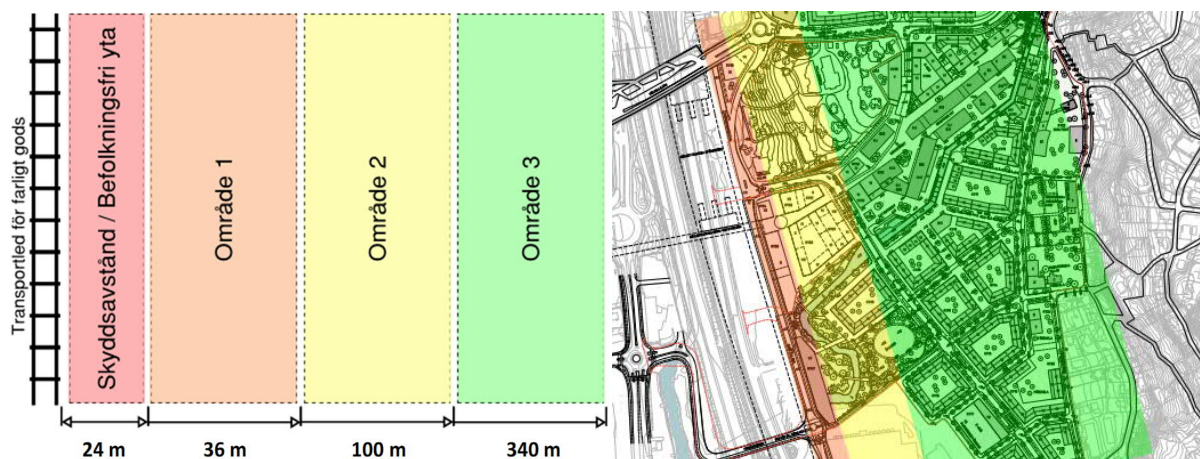
De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

Alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har beräknats utifrån att olyckan inträffar på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspärning har dock de urspärande vagnarnas avstånd från spåret beaktats.

### E.1. PERSONTÄTHET

Uppskattning av persontäthet genomförs på samma sätt som beskrivits i Bilaga C.1. För järnvägen specifikt gäller antaganden enligt följande:

- Skyddsavstånd/befolkningsfri yta enligt Figur 30 kommer variera beroende på vilken riskkälla som beaktas i beräkningarna. I aktuellt fall kommer banområdet ha en bredd på cirka 60 meter i höjd med planområdet. Enligt projektförutsättningar antas att utrymme behöver säkras för sex spår och tre plattformar inom banområdet. Det har i förstudie för Götalandsbanan angivits att genomfartstrafik (alltså trafik som ej gör uppehåll på Mölndals station) förläggs på de yttre spåren inom banområdet [11]. Mot denna bakgrund antas att Västkustbanans södergående spår förläggs längst österut och norrgående spår längst västerut inom banområdet. Differensen i avstånd mellan dessa spår antas komma att uppgå till ca 60 meter (banområdets bredd). Däremellan antas Götalandsbanan placeras.
- Område 1 innehåller primärt verksamheter i form av kontorsbyggnader eller dylikt enligt strukturplanen. Området innehåller inte bostäder. För detaljplan 1 (DP1) ingår primärt kv37 i området. Räknas även detaljplan 2 (DP2) in i området tillkommer även kv33, kv23 och kv35.
- Område 2 och 3 innehåller både verksamheter och bostäder med större täthet i område 3.



Figur 30. Schematisk skiss av studerade områden inom planområdena i förhållande till järnvägen.

## E.2. MEKANISK SKADA VID URSPÅRNING

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25-30 m, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom.

## E.3. UPPSKATTADE KONSEKVENSER FÖR OLYCKOR MED FARLIGT GODS

Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt gods-klasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för de scenarier som beskrivs i Bilaga D. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

### E.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Detonationer och de konsekvenser som dessa orsakar är komplexa och kräver beaktande av många faktorer. Konsekvenserna för människor beror bland annat på mängden explosiv vara, omgivningens utformning (tillgång till skydd i form av bebyggelse eller liknande) samt hur personer befinner sig i förhållande till explosionen.

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 som splitter kastas mot människor (sekundära) [67].

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 [68]. Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas i denna riskbedömning uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter [4].

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader). I FÖP Göteborg [4] anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

### E.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Gaser indelas i brännbara, inerta och giftiga. Det är endast de brännbara (RID-S-klass 2.1) och giftiga gaserna (RID-S-klass 2.3) som antas kunna innebära dödliga konsekvenser för omgivningen vid olycka.

#### E.3.2.1. Brännbar gas, RID-S-klass 2.1

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Mängden gas i en järnvägsvagn antas till cirka 40 ton [69].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [70]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [71], dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet.

För värmestrålning antas en rimlig kritisk nivå där människor förväntas omkomma vara 15 kW/m<sup>2</sup> (vilket orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering).

De indata som använts i *Gasol* för att simulera konsekvensområden för jetflamma och gasmoln presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläkt utåt)
- Tankdiameter: 2,5 m (jvg)
- Tanklängd: 19 m (jvg)
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4\*designtrycket
- Lufttryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 17 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 17. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.

Scenario	Källstyrka	Antändning	Konsekvensavstånd
BLEVE	-	-	Cirkulärt 200 m radie
Punktering	2,4 kg/s	Jetflamma	18 m
		Gasmoln	18 m
Stort hål	60 kg/s	Jetflamma	91 m
		Gasmoln	21 m

### E.3.2.2. Giftig gas, RID-S-klass 2.3

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid. Med simuleringsprogrammet

*Spridning luft* [72] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador ( $LC_{50}^2$ ) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [72]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [72].

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. *Spridning luft* visar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning, se Tabell 18.

De indata som använts i *Spridning luft* för att simulera konsekvensområden för utsläpp av giftig gas presenteras nedan. Vindstyrkan kommer att varieras från 3-8 m/s och simuleringar kommer att göras med olika stora utsläppsmängder, men i övrigt hålls faktorerna konstanta:

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 000 kg)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: vår, dag och klart

Tabell 18. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

Scenario	Källstyrka	Vindstyrka	Konsekvensavstånd
Punktering	0,45 kg/s	3 m/s	38 m
		8 m/s	34 m
Stort hål	112 kg/s	3 m/s	755 m
		8 m/s	880 m

### E.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>, vilket 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 [70].

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank cirka 45 ton bensin. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack, och därför är sannolikheten för att all bensin läcker ut mycket liten. Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas, vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m<sup>2</sup> pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m<sup>2</sup> pöl.

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp [73].

I Tabell 19 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika stora pölbränder. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen, eftersom den brandfarliga vätskan

<sup>2</sup> Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.



kan spridas över ett relativt stort område beroende på topografi med eventuella diken osv. I detta fall antas konservativt att pölen bredds ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 19. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradi	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
Liten pölbrand bensin (100 m <sup>2</sup> )	5,6 m	17 m	22 m
Stor pölbrand bensin (400 m <sup>2</sup> )	11 m	29 m	40 m

### E.3.4 RID-S-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Vid olycka med klass 5 antas personer i omgivningen kunna omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ger upphov till förbränning. Förbränning antas leda till explosionsartade förlopp alternativt till kraftiga bränder i vegetation eller liknande i banvallens närhet.

Vid transport kan en vagn med 25 ton gods av RID-S-klass 5 vid urspårning kollidera med en vagn innehållande någon form av brännbart ämne som t.ex. bensin. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplosiva varor [4], se vidare avsnitt E.3.1.

Om det utläckande godset inte exploderar utan istället fungerar brandunderstödjande och bidrar till vegetationsbrand etc. antas konsekvensområdet bli liknande det för stor pölbrand enligt avsnitt E.3.3.

Tabell 20. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Avstånd till dödliga förhållanden
Explosion 25 ton	250 m
Gräsbrand etc.	40 m

#### E.4. BEDÖMNING AV ANTAL OMKOMNA I RESPEKTIVE SCENARIO

Bedömning av antal omkomna och olika skyddsgrader för inomhusvistelse respektive utomhusvistelse har gjorts på samma sätt som beskrivet i Bilaga C.7.

Tabell 21. Antagen skyddsgrad av att vistas inomhus för identifierade riskscenarier.

Konsekvens- klass	Olycksscenario	Inomhus	Utomhus
1	Urspåring < 5 m,	67%	0%
	Urspåring 5-15	67%	0%
	Urspåring 15-25	67%	0%
	Urspåring 25-40	67%	0%
2.1	Explosiva ämnen, 25 ton	67%	50%
	Explosiva ämnen, 100 kg	67%	50%
2.3	BLEVE	90%	50%
	Jetflamma, punktering	90%	50%
	Gasmoln, punktering	90%	50%
	Jetflamma, stort hål	90%	50%
	Gasmoln, stort hål	90%	50%
	Punktering giftig gas, svag vind 2 m/s	90%	50%
3	Punktering giftig gas, stark vind 8 m/s	90%	50%
	Stort hål giftig gas, svag vind 2 m/s	90%	50%
	Stort hål giftig gas, stark vind 8 m/s	90%	50%
	Liten pölbrand	90%	50%
5	Stor pölbrand	90%	50%
	Explosion oxiderande ämnen, 25 ton	67%	50%
	Gräsbrand oxiderande ämnen	90%	50%

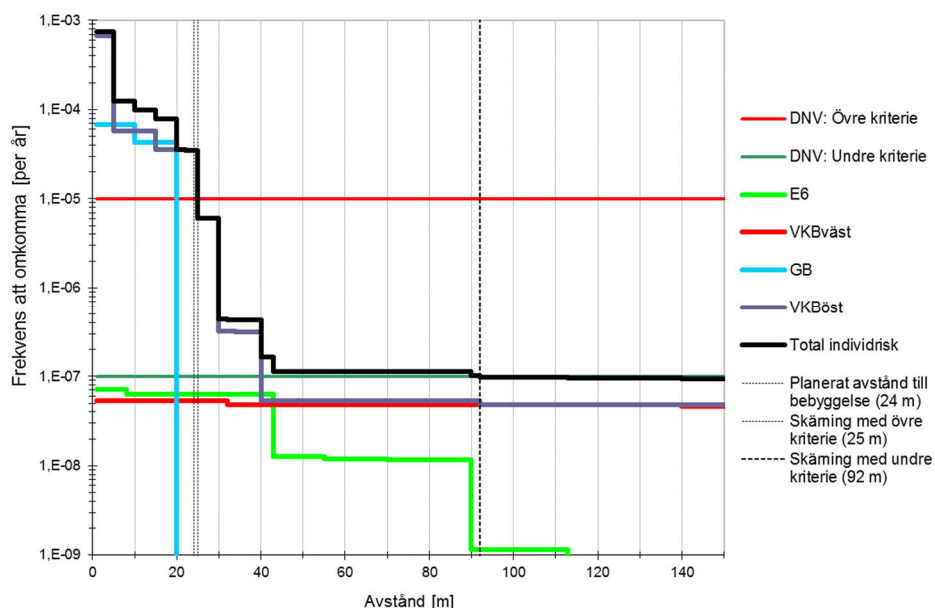
## Bilaga F.           Känslighetsanalys

Som noterats i kapitel 6 föreligger alltid osäkerheter vid denna typ av utredningar. Osäkerheterna påverkar resultatet av utredningen i olika stor omfattning. De osäker som bedömts nödvändiga att kontrollera med känslighetsanalyser är:

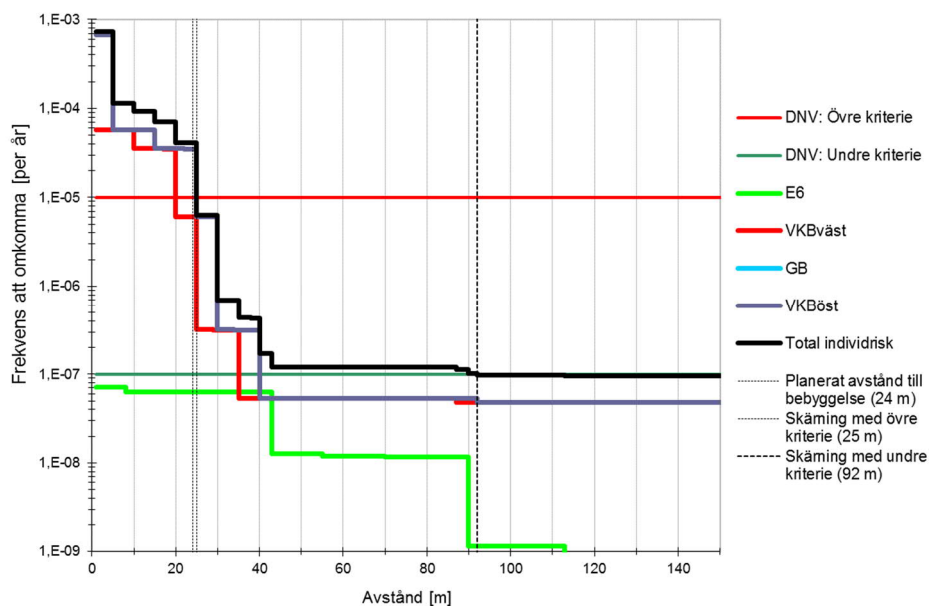
- Andel farligt gods av total godstrafik har för Väst kustbanan antagits följa nationell statistik [12] i riskbedömningens grundberäkning gällande horisontår 2040. Detsamma gäller den inbördes fördelningen av olika RID-S-klasser på banavsnittet. Detta förhållningssätt tillämpas ofta i denna typ av riskbedömningar med anledning av avsaknad gällande prognoser för farligt gods-transporter på järnväg. Gällande åren 2009 och 2011 har dock uppgifter erhållits som indikerar en annan lokal fördelning av farligt gods-transporter [2]. Siffrorna för åren 2009 och 2011 är konfidentiella och får inte återges i rapportform. De har dock legat till grund för känslighetsanalys avseende förekomst av olika andelar farligt gods på Väst kustbanan.
- Det har i förstudie för Götalandsbanan angivits att genomfartstrafik (alltså trafik som ej gör uppehåll på Mölndals station) förläggs på de yttre spåren inom banområdet [11]. Mot denna bakgrund antas, i grundberäkningen i denna riskbedömning, att Väst kustbanans södergående spår förläggs längst österut och norrgående spår längst västerut inom banområdet. Differensen i avstånd mellan dessa spår antas komma att uppgå till ca 60 meter (banområdets bredd). Däremellan antas Götalandsbanan placeras. Detta antagande är helt baserat på knapphändig information i förstudien och därmed förknippad med stor osäkerhet. I känslighetsanalysen undersöks även ett scenario där Väst kustbanans båda spår för genomfartstrafik förläggs tillsammans längst österut inom banområdet. Detta skulle innebära transporter av farligt gods på de båda spår som ligger närmast planområdena.

Resultatet av känslighetsanalysen redovisas i avsnitt F.1 och F.2.

## F.1. KÄNSLIGHETSANALYS AVSEENDE INDIVIDRISK



Figur 31. Känslighetsanalys avseende individrisk om andel farligt gods av totalt gods och andelar av olika klasser farligt gods antas följa lokalt snitt från år 2009 och 2011.

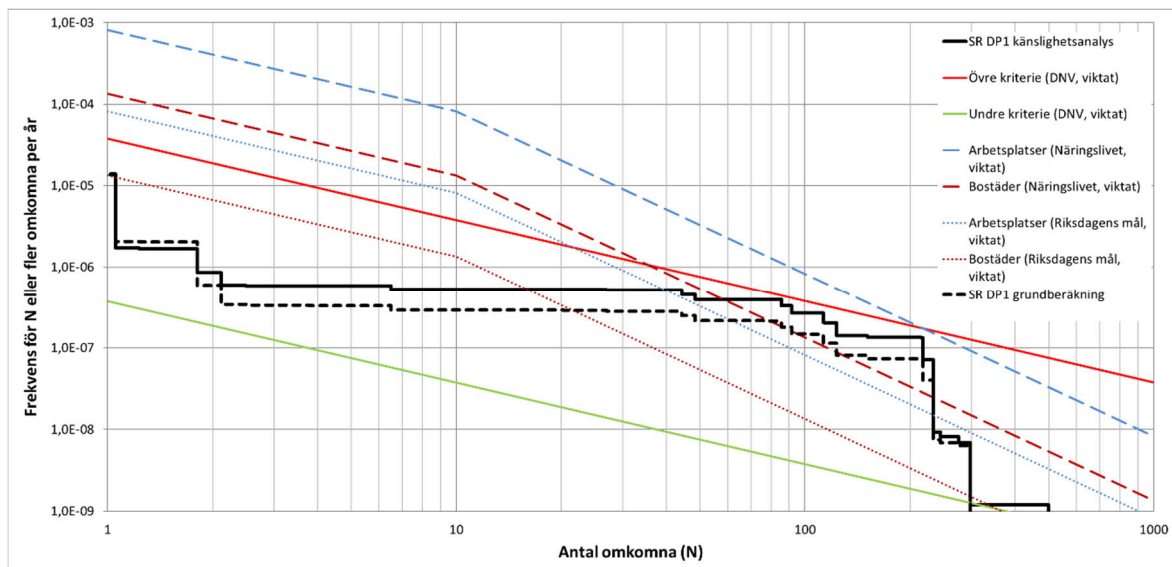


Figur 32. Känslighetsanalys avseende individrisk om andel farligt gods av totalt gods och andelar av olika klasser farligt gods antas följa lokalt snitt från år 2009 och 2011. Samt att därtill spårordningen ändras så att Väst kustbanans båda spår för genomfartstrafik förläggs längst österut i spårområdet, det vill säga närmast planområdet.

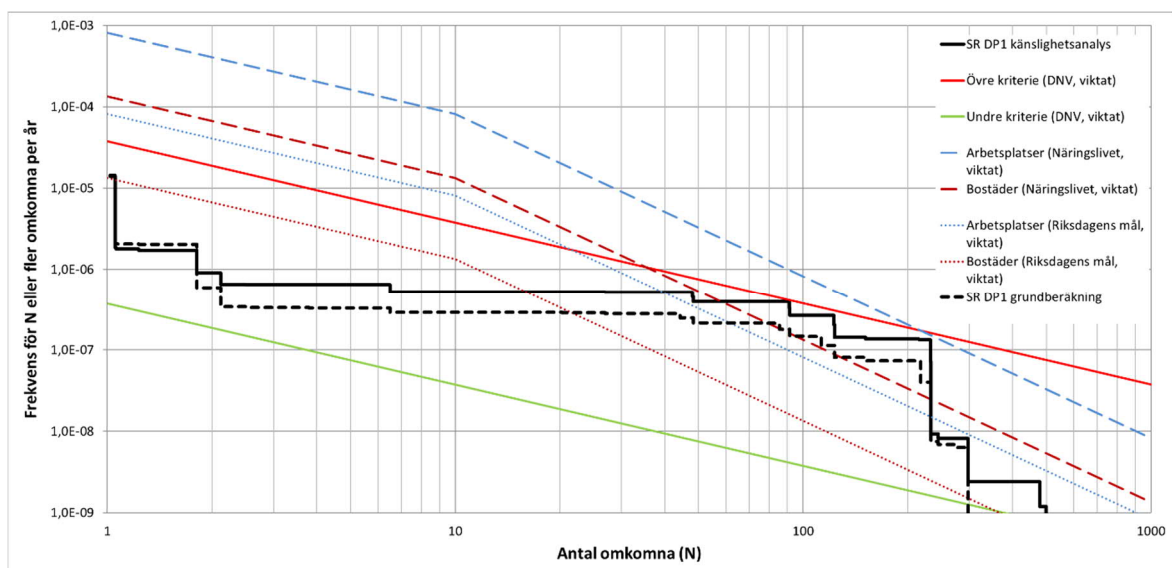
Resultatet av förändrade parametrar enligt ovan indikerar en viss ökad risknivå jämfört med grundberäkningen (jämför Figur 8). Skillnaden är att undre kriterium skärs vid 92 meter i känslighetsanalyserna, relativt 43 meter i grundberäkningen. Individrisken enligt känslighetsanalysen är lågt inom ALARP från 43 till 92 meter. Riskvärderingen förändras dock ej nämnvärt avseende individrisken. Ordningen på spåren inom banområdet antas endast ha marginell betydelse så länge farligt gods transporteras på något av spåren belägna närmast planområdena. Riskreducerande åtgärder krävs för planområdena i samtliga studerade fall.

## F.2. KÄNSLIGHETSANALYS AVSEENDE SAMHÄLLSRISK

### F.2.1 DP1



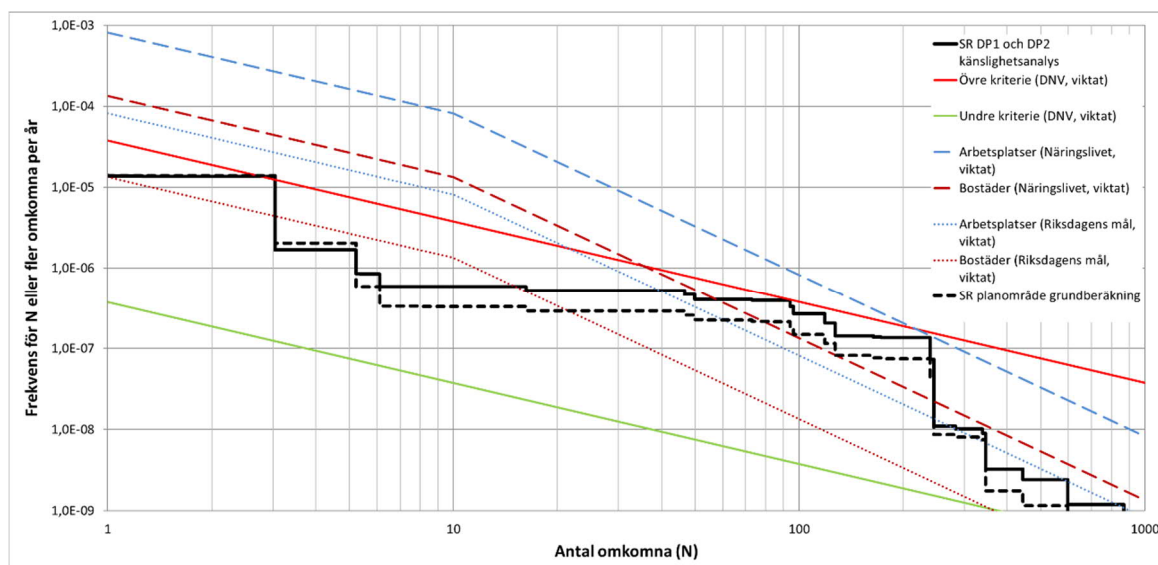
Figur 33. Känslighetsanalys avseende samhällsrisk för DP1 om andel farligt gods av totalt gods och andelar av olika klasser farligt gods antas följa lokalt snitt från år 2009 och 2011.



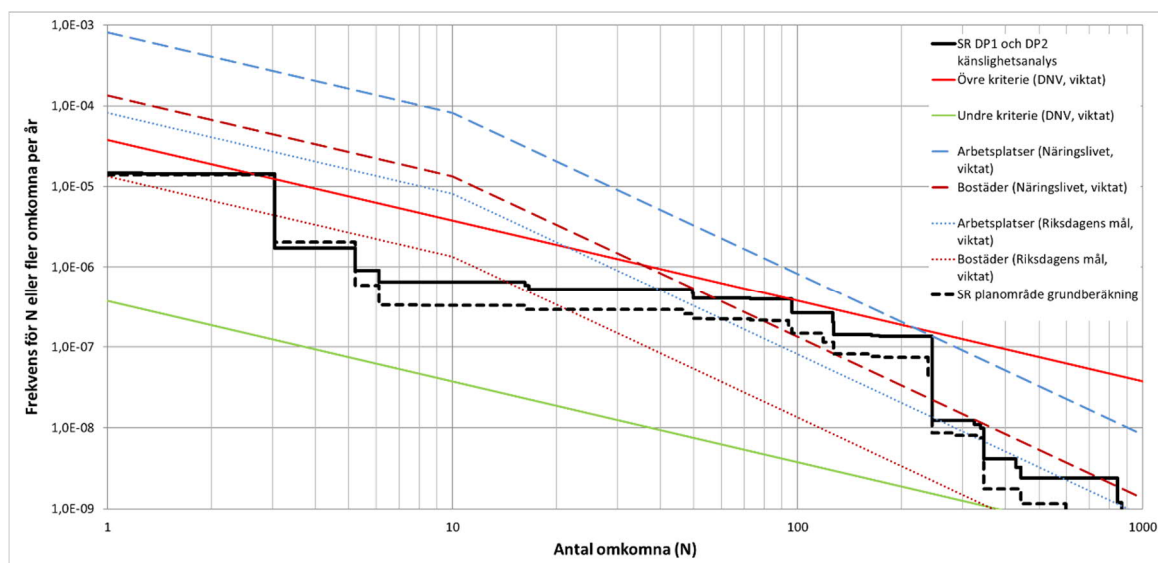
Figur 34. Känslighetsanalys avseende samhällsrisk för DP1 om andel farligt gods av totalt gods och andelar av olika klasser farligt gods antas följa lokalt snitt från år 2009 och 2011. Därtill testas om spårordningen ändras så att Väst kustbanans båda spår för genomfartstrafik förläggs längst österut i spårområdet, det vill säga närmast planområdet.

Resultatet av förändrade parametrar enligt ovan indikerar en ökad risknivå jämfört med grundberäkningen (streckad svart linje i Figur 33 och Figur 34). Skillnaden är att samhällsriskerna nära nog når det övre kriteriet enligt DNV. Riskvärderingen förändras dock ej nämnvärt avseende samhällsriskerna. Ordningen på spåren inom banområdet antas endast ha marginell betydelse så länge farligt gods transporteras på något av spåren belägna närmast planområdet. Riskreducerande åtgärder krävs för planområdet i samtliga studerade fall.

## F.2.2 DP1 och DP2



Figur 35. Känslighetsanalys avseende samhällsrisk för DP1 och DP2 tillsammans om andel farligt gods av totalt gods och andelar av olika klasser farligt gods antas följa lokalt snitt från år 2009 och 2011.



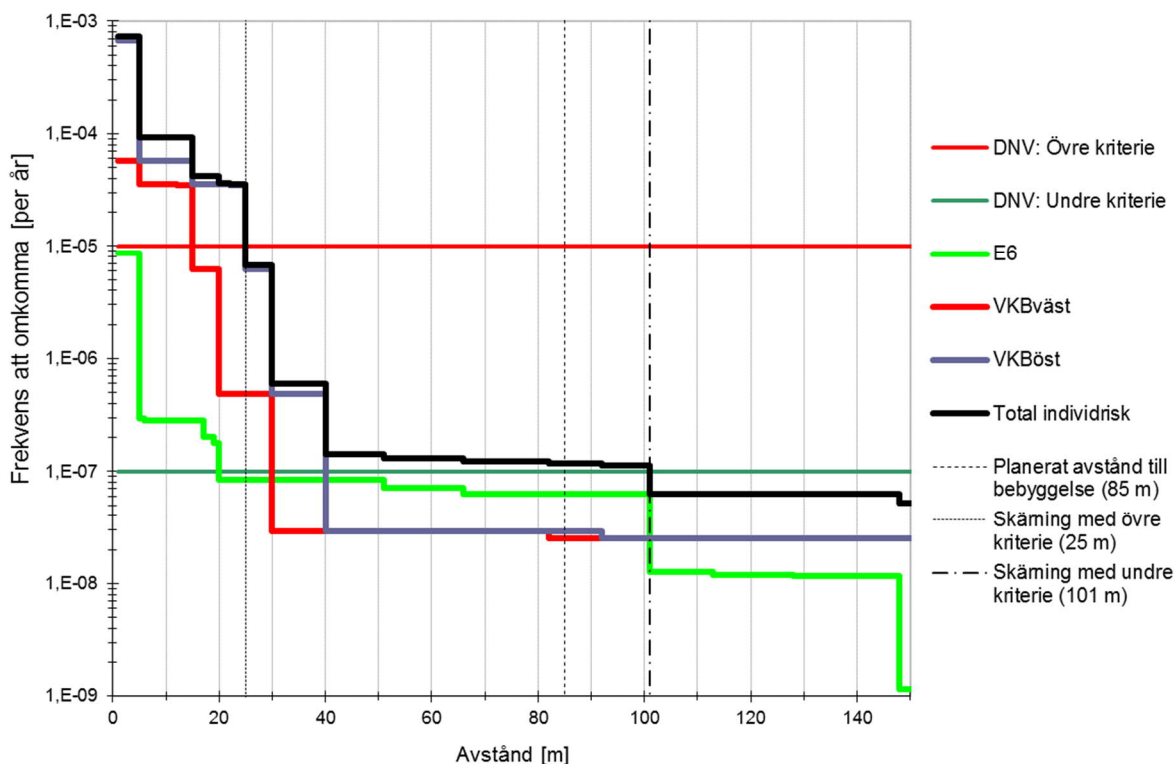
Figur 36. Känslighetsanalys avseende samhällsrisk för DP1 och DP2 tillsammans om andel farligt gods av totalt gods och andelar av olika klasser farligt gods antas följa lokalt snitt från år 2009 och 2011. Därtill testas om spårordningen ändras så att Västkustbanans båda spår för genomfartstrafik förläggs längst österut i spårområdet, det vill säga närmast planområdet.

Resultatet av förändrade parametrar enligt ovan indikerar en ökad risknivå jämfört med grundberäkningen (streckad svart linje i Figur 35 och Figur 36). Skillnaden är att samhällsrisk, utöver att överskrida i en punkt, även når och tangerar det övre kriteriet enligt DNV i flera punkter. Riskvärderingen förändras dock ej nämnvärt avseende samhällsrisk. Ordningen på spåren inom banområdet antas endast ha marginell betydelse så länge farligt gods transporteras på något av spåren belägna närmast planområdena. Riskreducerande åtgärder krävs för planområdena i samtliga studerade fall.

## Bilaga G. Befintliga spårlägen

Det finns fortfarande stora osäkerheter gällande framtida utformning av banområdet väster om planområdena. Av denna anledning har en form av känslighetsanalys genomförts som går ut på att beskriva riskbilden för full utbyggnad av planområdena enligt strukturplanen, men med bibehållande av befintliga spårlägen för Västkustbanan.

### G.1. INDIVIDRISK

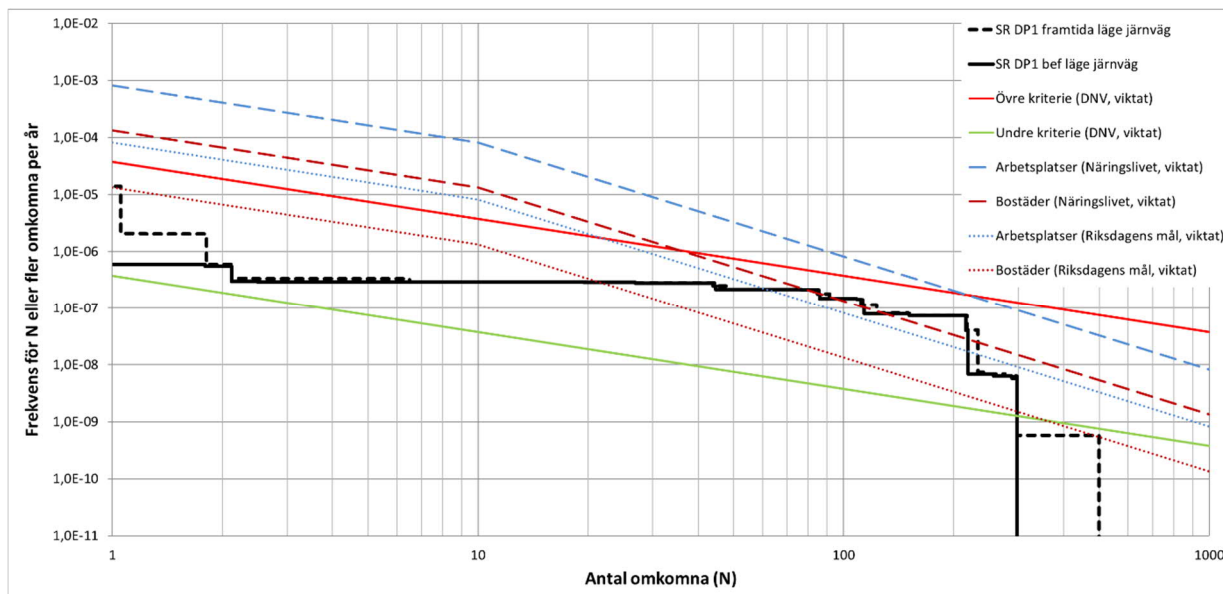


Figur 37. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E6 och Västkustbanan (VKB) vid bibehållande av befintliga spårlägen utmed planområdet. 0-linjen på X-axeln utgår från läget för det befintliga östra spåret för Västkustbanan.

Givet befintliga spårlägen uppgår avstånd mellan Västkustbanans östra spår och planområdet till i medeltal ca 85 meter utmed sträckningen. Vid detta avstånd är den sammanlagda individrisken på en låg och närapå acceptabel nivå i enlighet med Figur 37.

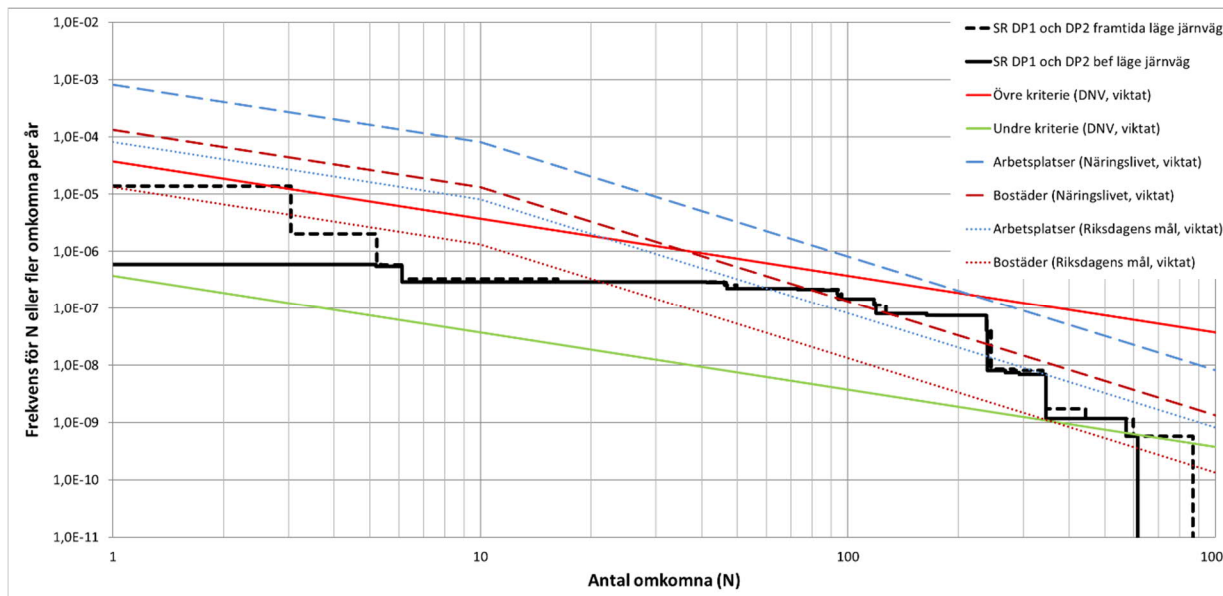
## G.2. SAMHÄLLSRISK

### G.2.1 DP1



Figur 38. Samhällsriskenivå för DP1 (utbyggnad enligt strukturplanen) vid bibehållande av befintliga spårlägen utmed planområdet (svart heldragen kurva). Därtill redovisas grundberäkningens resultat avseende framtida spårlägen med utbyggd Götalandsbana och flytt av spår närmre planområdet (svart streckad kurva).

### G.2.2 DP1 och DP2



Figur 39. Samhällsriskenivå för DP1 och DP2 (utbyggnad enligt strukturplanen) vid bibehållande av befintliga spårlägen utmed planområdet (svart heldragen kurva). Därtill redovisas grundberäkningens resultat avseende framtida spårlägen med utbyggd Götalandsbana och flytt av spår närmre planområdena (svart streckad kurva).

Som framgår av Figur 38 och Figur 39 skulle utbyggnad av DP1 respektive DP1 och DP2, med bibehållande av befintliga spårlägen, ge en något lägre samhällsriskenivå än vid utbyggd järnväg. Skillnaden är dock marginell och fortsatt till stor del inom övre delen av ALARP.



## Bilaga H. Referenser

- [1] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 2006b.
- [2] A. Hellervik, *Långsiktig planerare, trafikanalytiker*, 2013-09-17.
- [3] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [4] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5*, 1997.
- [5] Nyréns Arkitektkontor, "Strukturplan Forsåker," 2018-10-31.
- [6] Atkins, "Trafikutredning Detaljplan Forsåker," 2018-10-07.
- [7] WSP, "Bullerutredning, Forsåker - Detaljplan 1," 2018-11-28.
- [8] ÄF, "Trafikprognos Forsåker - Granskningshandling," 2018-07-13.
- [9] T. W. S. Henki Refsnes, *Muntligen*, 2013-09-11.
- [10] Trafikverket, "Projekt Göteborg-Borås, Omstart för planeringen av ny järnväg Göteborg-Borås," Informationsblad, mars 2019.
- [11] Banverket, *Almedal - Mölnlycke, En del av Götalandsbanan*, mars 2010.
- [12] MSB, "Trafikflödet på väg och järnväg – 2006.," 2019.
- [13] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [14] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [15] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [16] Boverket och Räddningsverket, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner," 2006.
- [17] FSD, "PM Risk, Förslag på riskreducerande åtgärder," 2017-01-24.
- [18] Trafikverket, "Trafikverkets yttrande gällande detaljplan för Forsåker, Mölndals stad - Samråd," 2017-06-09.
- [19] Länsstyrelsen Västra Götalands län, "Yttrande - Förslag till detaljplan för Forsåker, Östra delen i Mölndals kommun, Västra Götalands län," 2017-06-26.
- [20] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [21] Trafikverket, *Studie Transportkorridor Mölndalsåns dalgång*, 2012.
- [22] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [23] ISO, *Risk management - Vocabulary*, International Organization for Standardization, 2002.

- [24] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [25] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [26] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [27] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [28] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [29] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [30] SIKKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [31] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [32] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [33] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [34] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [35] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [36] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [37] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [38] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [39] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [40] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [41] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [42] 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.
- [43] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [44] T. Gammelgård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [45] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, 2010.
- [46] HMSO, Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.

- [47] 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.
- [48] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [49] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [50] R. Forsén, FOI, 2009.
- [51] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [52] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [53] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [54] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [55] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [56] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [57] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [58] BBR, Boverket, 2006.
- [59] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [60] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [61] Banverket och Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2004.
- [62] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [63] TRAFÄ, "Bantrafik 2011 och Bantrafik 2012".
- [64] Trafik analys - TRAFÄ, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [65] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [66] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [67] Stefan Lamnevik AB, "Verkan av explosioner i det fria," 2010.
- [68] Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl., "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker," Tumba, 1997.
- [69] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [70] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [71] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".

- [72] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
- [73] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.
- [74] M. Kylefors, "Cost-Benefit Analysis of Separation Distances, a utility-based approach to risk management decision-making, Rapport 1023," Avdelningen för brandteknik, Lunds Universitet, 2001.
- [75] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM), 2007.*



UPPDRAGSNAMN  
RB DP1, DP2 - Forsäkersområdet

UPPDRAGSNUMMER  
10279841

FÖRFATTARE  
Fredrik Larsson

DATUM  
2019-03-13

## VI ÄR WSP

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

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

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

