

RÅDSTUGAN 2 AB

# RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN KV RÅDSTUGAN 1 & 2, ALINGSÅS

2023-01-11





UPPDRAGSNUMMER  
10312611

DATUM  
2023-01-11

UPPDRAGSNAMN  
Riskbedömning för detaljplan

FÖRFATTARE  
Anton Petersson

## KUND

Rådstugan 2 AB

## KONSULT

### WSP

Box 34

371 21 Karlskrona

Besök: Högabergsgatan 3

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

**wsp.com**

Fredrik Larsson

[fredrik.j.larsson@wsp.com](mailto:fredrik.j.larsson@wsp.com)

## DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning		Förtydligande att bensenmack tas ur drift.	Syntolkning till bilder och text	
Datum	2022-12-02	2022-12-15	2023-01-11	[Datum]
Handläggare	Anton Petersson	Anton Petersson	Anton Petersson	
Granskare	Gustav Nilsson	[Granskad av]	[Granskad av]	[Granskad av]
Godkänd av	Fredrik Larsson	Fredrik Larsson	Fredrik Larsson	[Godkänd av]
Uppdragsnummer	10312611	10312611	10312611	

## Sammanfattning

*Nedan sammanfattas den genomförda riskbedömningen och dess resultat.*

WSP har av Rådstugan 2 AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av ny detaljplan för fastigheten Rådstugan 1 & 2 i Alingsås. Norr om planområdet går E20, som är primär transportled för farligt gods och väster om planområdet löper väg 180.

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.

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

För det aktuella planförslaget har riskvärderingen visat på en kumulativ individrisknivå inom ALARP-området i läget för planerad bebyggelse. Den ursprungliga samhällsrisknivån visar på en risknivå delvis högt inom ALARP. Med förslagna riskreducerande åtgärder enligt avsnitt 5 sänks samhällsrisknivån till att ligga inom det lägre ALARP-området. Följande riskreducerande åtgärder anses därmed vara rimliga att vidta:

- För byggnader inom planområdet placeras friskluftsintag högt och i riktning bort från E20 och väg 180, det vill säga friskluftsintag placeras på tak och friskluftsintag sker från öst.
- Väggarna mot väg 180 på planerad bebyggelse rekommenderas utföras i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30 för att förebygga brandspridning till inomhusmiljön inom 30 meter från vägen. Obrännbara ytskikt kan användas för att förebygga brand i fasaden och taket.

## 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	Internkontroll	7
1.7	Revidering	7
<b>2</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>8</b>
2.1	Omgivning	8
2.2	Planområdet	9
2.3	Infrastruktur	10
2.4	Befolkning och persontäthet	11
<b>3</b>	<b>Riskidentifiering</b>	<b>12</b>
3.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor	12
3.2	Sammanställning av olycksscenarier	12
<b>4</b>	<b>Riskuppskattning och Riskvärdering</b>	<b>13</b>
4.1	Individerisknivå med avseende på väg 180 och E20	15
4.2	Samhällsrisknivå med avseende på väg 180 och E20	16
<b>5</b>	<b>Riskreducerande åtgärder</b>	<b>18</b>
5.1	Rekommenderade åtgärder	18
5.2	Justerad samhällsrisknivå	19
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>21</b>
Bilaga A.	Metod för riskhantering	22
Bilaga B.	Statistiskt underlag	25
Bilaga C.	Frekvensberäkningar	28
Bilaga D.	Konsekvensberäkningar	38
Bilaga E.	Skyddseffekter	43
Bilaga F.	Referenser	45

# 1 INLEDNING

*Kapitel 1. Detta kapitel förklarar vad uppdraget omfattar, vad dess syfte är och vilket underlag som ligger till grund för riskbedömningen.*

WSP har av Rådstugan 2 AB fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av ny detaljplan för fastigheten Rådstugan 1 & 2 i Alingsås. Norr om planområdet går E20, som är primär transportled för farligt gods. Precis väster om planområdet löper väg 180, som även den används för transport av farligt gods i MSB:s kartering från 2006 [1]. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-lederna är ca 70 meter respektive 20 meter enligt det studerade planförslaget.

Enligt Länsstyrelsen i Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [2]. Med anledning av länsstyrelsens rekommendationer upprättas denna riskbedömning.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led.

## 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 tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

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

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

## 1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på E20 och väg 180. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision samt långvarig exponering av buller och luftföroreningar.

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

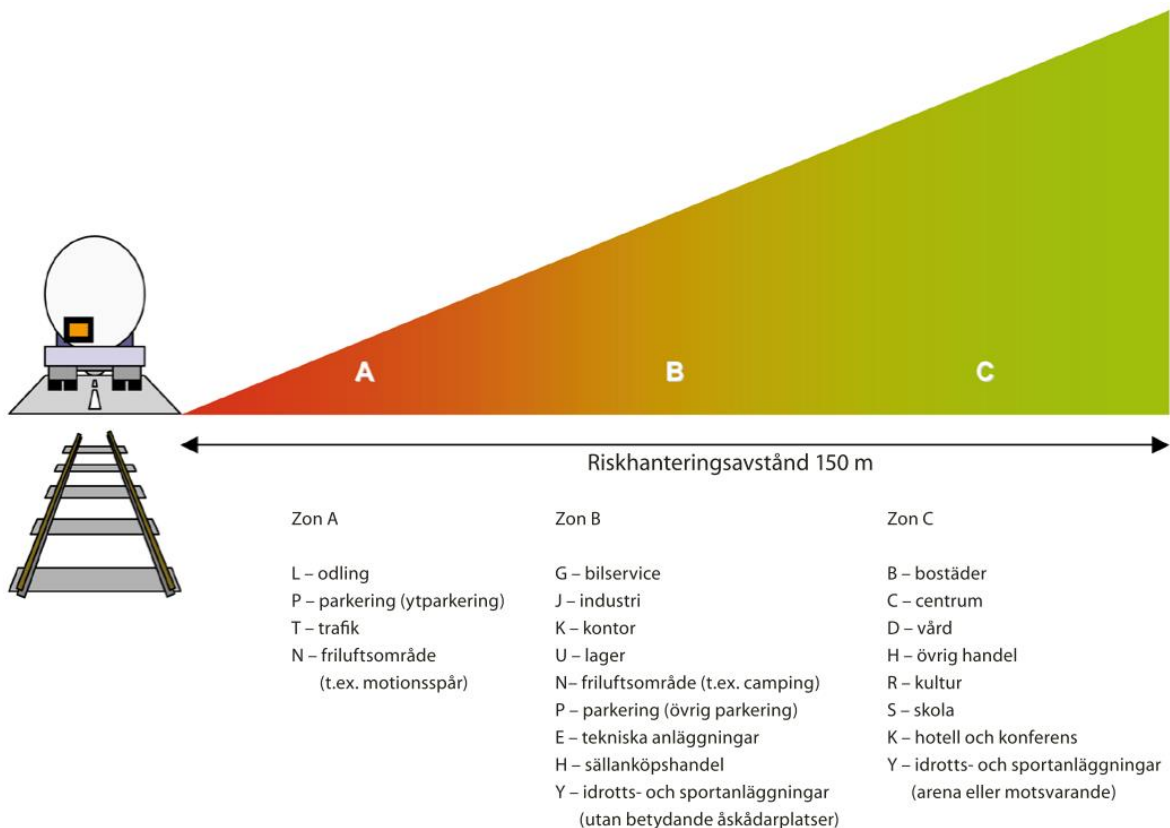
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

*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. Figuren illustrerar zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].

## 1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Gestaltungsprogram för kv. Rådstugan 1 & 2 [4]
- Tidigare genomförd kvalitativ riskbedömning för kv. Rådstugan 1 & 2 [5]

## 1.6 INTERNKONTROLL

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

## 1.7 REVIDERING

Denna riskbedömning utgör en andra revision av upplaga 1, daterad 2022-12-02. Reviderade stycken är kantmarkerade. Borttagen text visas som överstruken och tillagd text som understruken. Markeringarna tas bort vid ytterligare revidering.

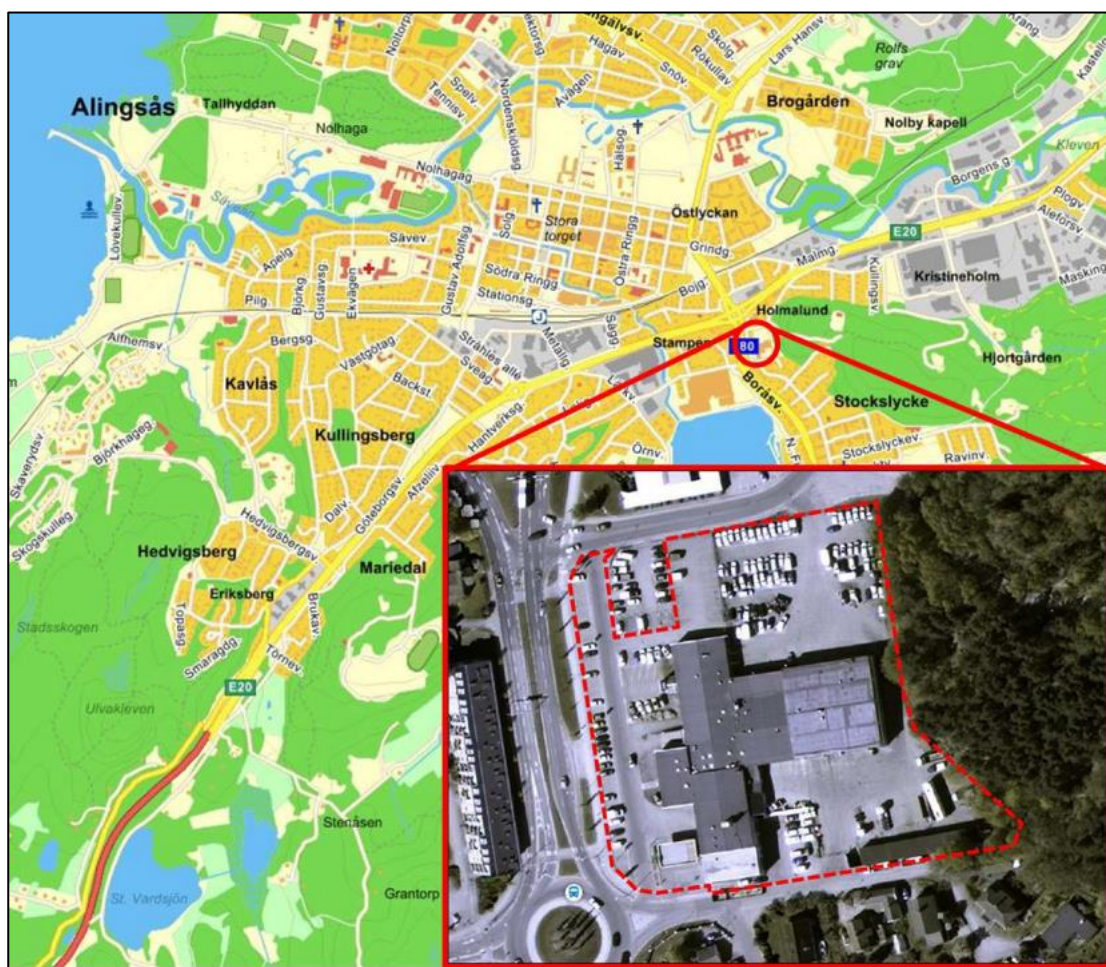


## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

Kapitel 2. I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning.

### 2.1 OMGIVNING

De studerade planområdena är belägna vid Götaplan i centrala Alingsås. Norr om planområdena löper E20. I väster löper väg 180 mellan Alingsås och Borås. I söder finns ett bostadsområde och i öster ett berg- och skogsparti. Viss småindustri finns i närområdet, men inga kända farliga verksamheter enligt Lag (2003:778) om skydd mot olyckor, Sevesoanläggningar etc. Direkt norr om E20 finns en befintlig bensinstation (St1, se även Figur 3). Avstånd till denna är minst 120 meter från planområdet.



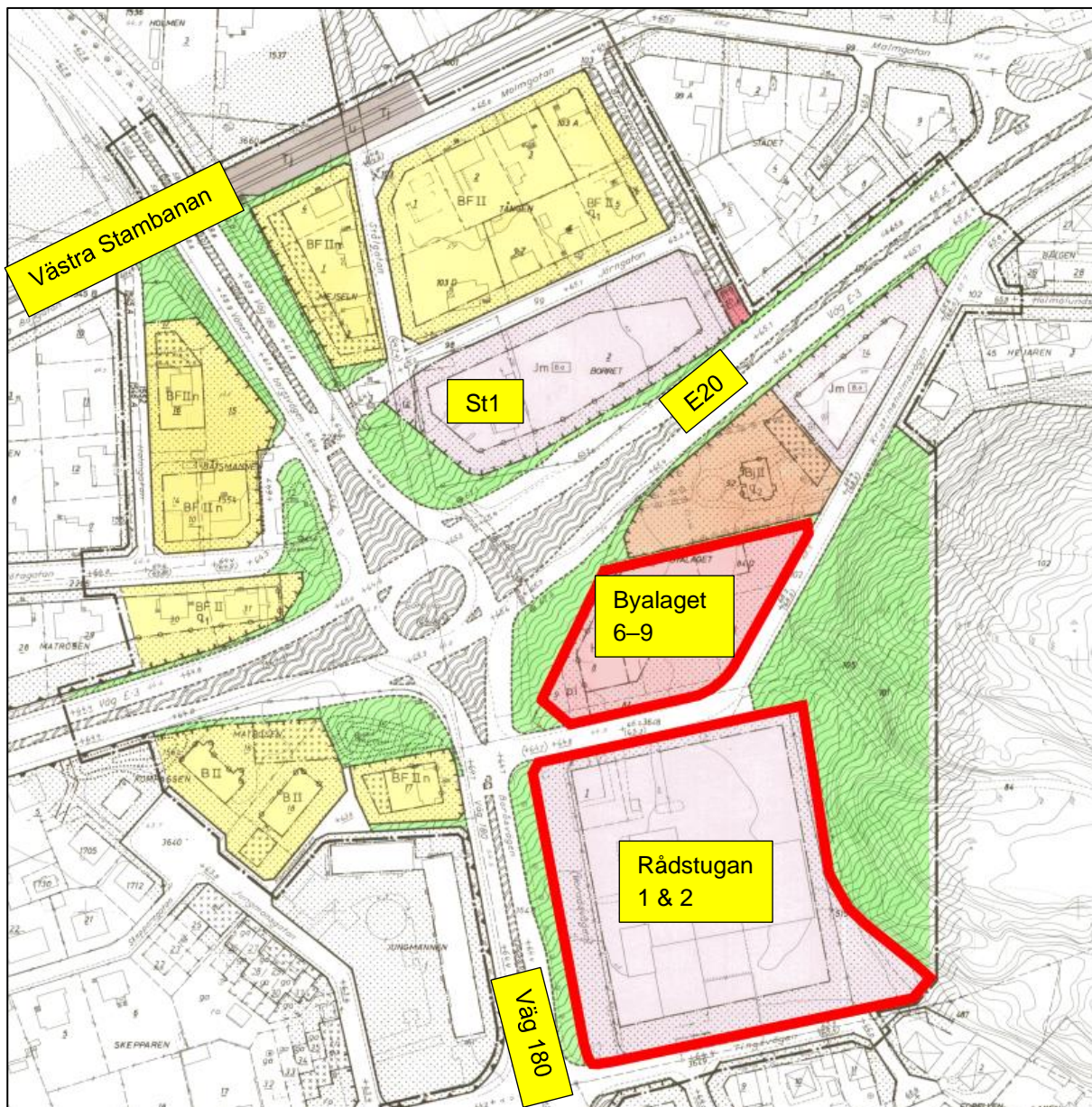
Figur 2. Denna figur visar planområdenas placering i centrala Alingsås. Kv. Rådstugan 1 & 2 är markerad med röd streckad linje i figurens nedre högra hörn [6].



## 2.2 PLANOMRÅDET

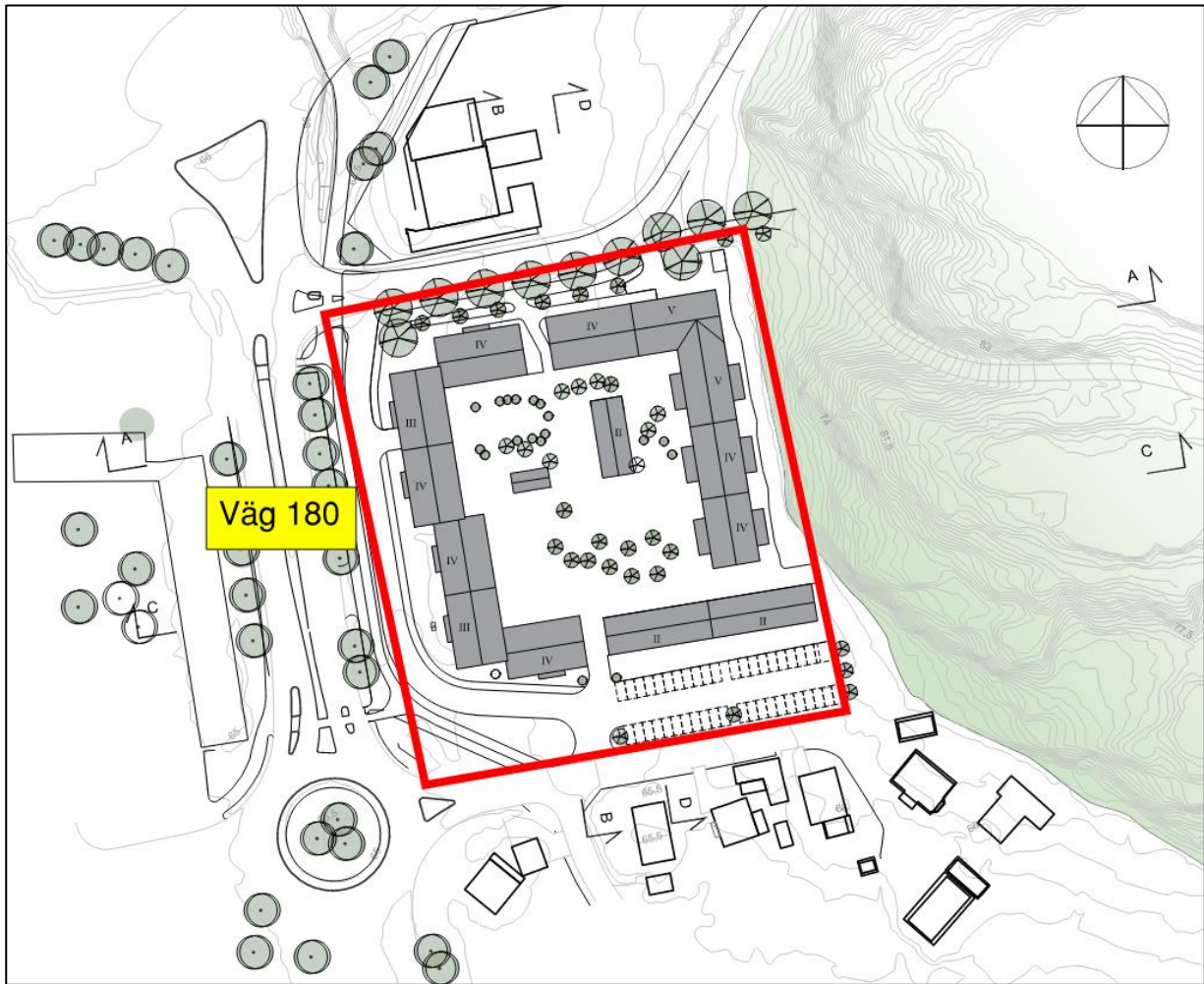
Inom Kv. Rådstugan 1 & 2 medges småindustri enligt gällande detaljplan. Inom detta planområde planeras för detaljplaneändring och byggnation innefattande flerbostadshus.

Planområdet angränsar till kv. Byalaget 6-9, som i sin tur angränsar till E20. Planområdet angränsar även till väg 180 (mot Borås). Norr om E20 ligger en bensinstation (St1) och västra stambanan. E20 utgör primär transportled för farligt gods och är belägen ca 60 meter (och ca 70 m till planerad bebyggelse) från planområdet. Väg 180 mot Borås utgör inte farligt gods-led, men enligt uppgift transporteras där likväl farligt gods. Avstånd från planområdets gräns till väg 180 är ca 10 meter. Avståndet till planerad bebyggelse uppgår till ca 20 meter.



Figur 3. Denna figur visar planområdenas placering i förhållande till närliggande infrastruktur [7].

Utformningen av kv. Rådstugan 2 framgår av gestaltungsprogrammet [4] och redovisas i Figur 4.



Figur 4. Denna figur visar den planerade utformningen av planområdet (rött) med väg 180 utmärkt.

## 2.3 INFRASTRUKTUR

I detta avsnitt redovisas beskrivningar av transportvägarna för farligt gods förbi planområdet.

### 2.3.1 E20

E20 utgör primär transportled för farligt gods och går genom centrala Alingsås med två filer i vardera riktningen med generell hastighetsbegränsning om 60 km/h. I dagsläget utgörs Götaplan av en cirkulationsplats och genom denna är hastighetsbegränsningen 40 km/h. Årsdygnstrafiken (ÅDT) öster om Götaplan uppgick år 2019 till 18 660 ( $\pm 9\%$ ) fordon/dygn varav 2730 ( $\pm 6\%$ ) var tunga fordon [8]. Nationellt sett utgör transporter av farligt gods ca 2,5% av den tunga trafiken. Baserat på detta förväntas ca 104 farligt gods-transporter per dygn ske på E20 förbi aktuellt område.

E20 är idag en barriär genom Alingsås som delar staden i en nordlig och en sydlig del. I en förstudie till vägplan för E20 Genomfart Alingsås har föreslagits att E20 skall sänkas vid de fyra trafikplatserna Hedvigsberg, Sveaplan, Götaplan och Kristineholm så att broar kan byggas över motorvägen. Detta skulle alltså kunna innebära att vägläget för E20 ändras (avstånd till vägen, förändrad höjd relativt planområdet) eller att förutsättningarna på annat sätt ändras (hastighetsbegränsning, skyddsgrad av bro/överdäckning etc.). Projektet har dock avbrutits i väntan på ny finansiering och kan först komma att prövas igen vid nästa revidering av den nationella infrastrukturplanen. I likhet med den kvalitativa riskbedömningen förutsätts det att E20 förblir i befintligt läge.



### **2.3.2 Väg 180**

Väg 180 förbinder bland annat Alingsås och Borås. Aktuell del av vägen har en hastighetsbegränsning om 60 km/h. Årsdygnstrafiken (ÅDT) uppgick år 2021 till 17 500 ( $\pm 9\%$ ) fordon/dygn varav 530 ( $\pm 12\%$ ) var tunga fordon. Baserat på det nationella snittet på 2,5 % bedöms ca 17 farligt gods-transporter per dygn ske på väg 180 förbi aktuellt område.

Väg 180 är inte utpekad som rekommenderad transportled för farligt gods [9], men på vägsträckan mellan Alingsås och Borås transporterades likväl farligt gods vid MSB:s senaste kartering av farligt gods år 2006 [10]. I denna riskbedömning kommer väg 180 därför betraktas som en farligt gods-led med transportfördelning enligt den nationella statistiken, se Bilaga B.

## **2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET**

På kv. Rådstugan 2 kommer det finnas mellan 140 och 150 bostäder [4] och personantalet bedöms uppgå till ca 300 personer. Det motsvarar ca 21 500 personer/km<sup>2</sup> på planområdet.

Öster om planområdet ligger ett naturområde. Persontätheten inom naturområdet ansätts till 100 personer/km<sup>2</sup>.

## 3 RISKIDENTIFIERING

Kapitel 3. I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

### 3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Som redogjorts för i områdesbeskrivningen i kapitel 2 förekommer transporter av farligt gods på E20 och väg 180, vilka ligger i direkt anslutning till aktuella planområden. Transporter av farligt gods förekommer även på Västra Stambanan, men här uppgår avstånd till som närmst ca 260 meter, varvid riskbidrag från denna inte studeras vidare (Länsstyrelsens riktlinjer anger att riskkällor inom 150 meter från planområde behöver beaktas [3]). Norr om E20 finns en befintlig bensinstation (St1), belägen som närmst ca 120 meter från planområdena. Detta avstånd överstiger de rekommenderade avstånden om minst 25 meter [11] mellan bensinstation och A-byggnad<sup>1</sup>, varvid riskbidrag från St1 inte analyseras vidare i denna riskbedömning.

Riskkällor att beakta i den fortsatta riskbedömningen:

- Farligt gods-transporter på E20.
- Farligt gods-transporter på väg 180.

### 3.2 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods 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.

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

Tabell 1. Tabellen visar en övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen Klass 1	Brandfarlig gas Klass 2.1	Giftig gas Klass 2.3	Brandfarlig vätska Klass 3	Oxiderande ämnen Klass 5.1
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	

<sup>1</sup> Byggnad där människor bor samt byggnad i vilken vanligen vistas människor som saknar anledning att känna till förekommande hantering av brandfarliga gaser eller vätskor. Hit hör bostadshus, hotell, sjukhus, kontorshus, varuhus, restaurang, bibliotek, museum, utställningsbyggnad, skola, kyrka och annan byggnad med samlingslokal och liknande [11].

## 4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

Kapitel 4. I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transport.

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 [12]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med åtgärder och
- acceptabla

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

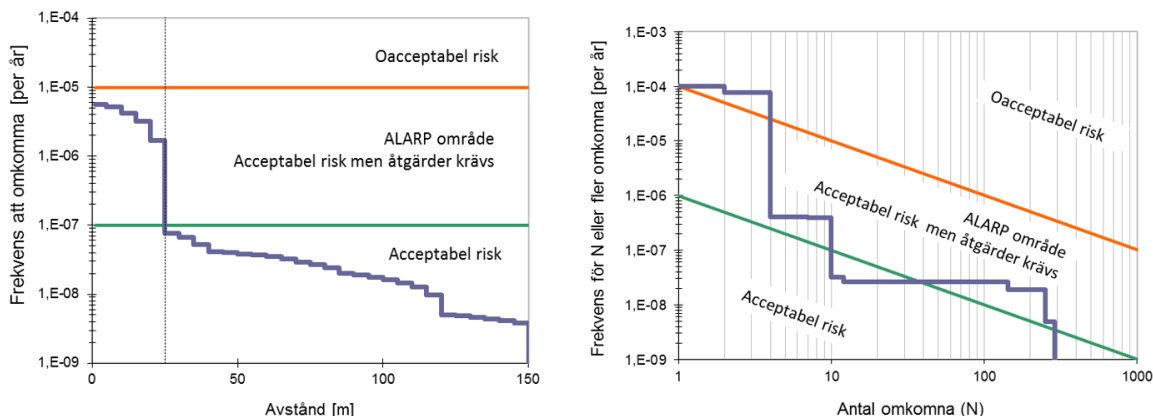
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande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

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

I Tabell 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 5.

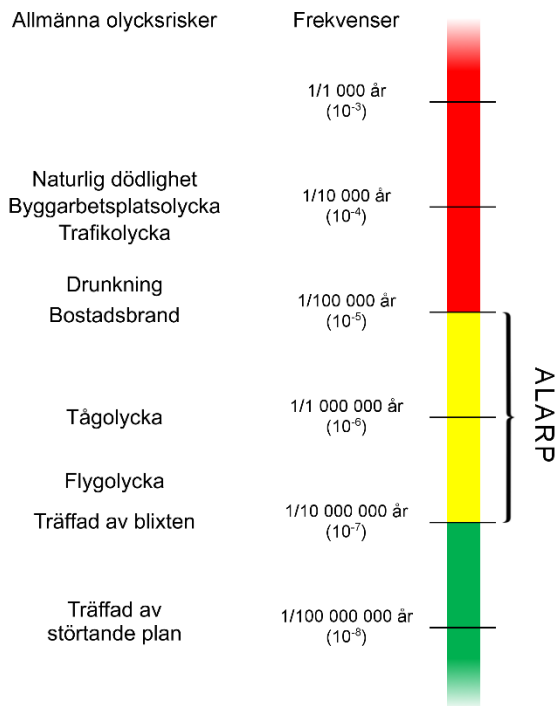
Tabell 2. Tabellen visar förslag på kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

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



Figur 5. Figuren visar föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [12].

Som jämförelse illustreras i Figur 6 ett antal olycksrisker i samhället



Figur 6. Figuren visar storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området [13].

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

Individriska redovisas ofta med en individriska-profil (t.v. i Figur 5) 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.

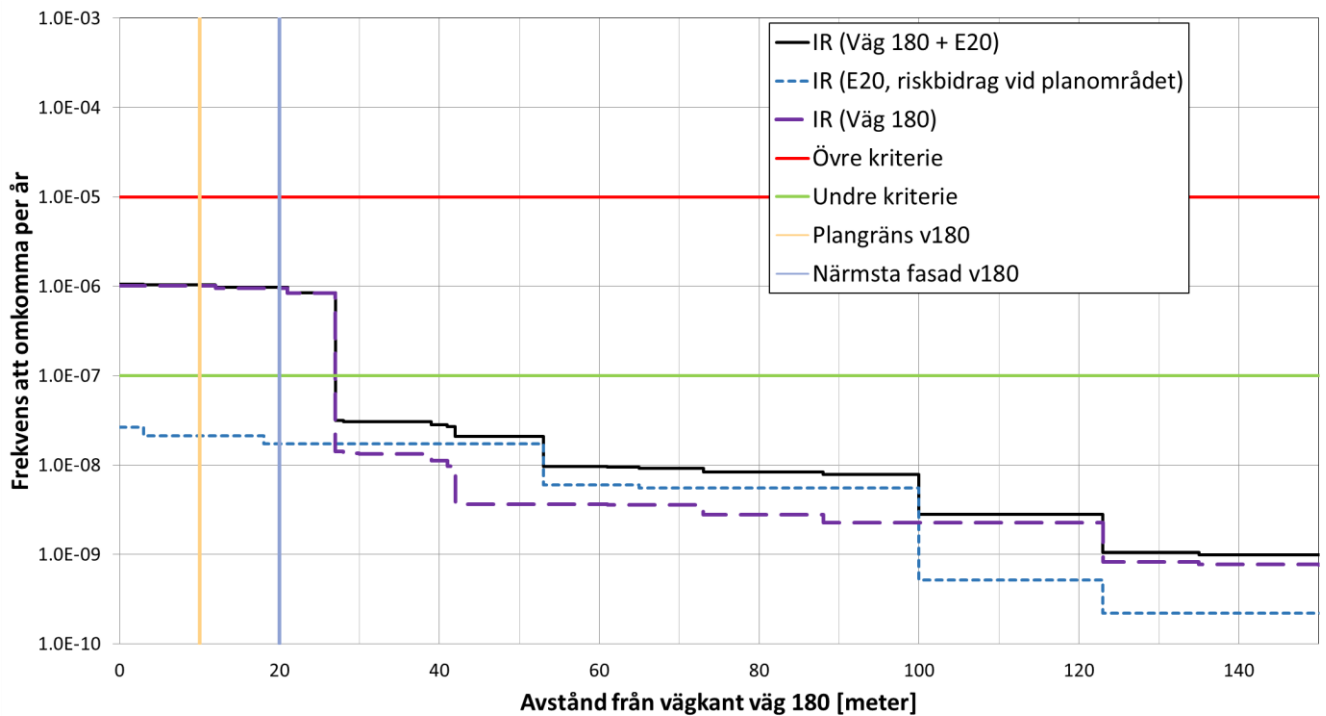
Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 5) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmått, individriska och samhällsriska, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas.

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella 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 används händelseträdsanalys, se Bilaga C.

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

## 4.1 INDIVIDRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ VÄG 180 OCH E20



Figur 7: Figuren visar den kumulativa Individrisknivån mätt från väggkanten på väg 180 med avseende på farligt gods-transporter på E20 och väg 180.

I Figur 7 illustreras den sammanlagda individrisknivån för aktuellt område längs väg 180 och E20 med avseende på den kumulativa riskpåverkan. Riskbidragen från väg 180 och E20 kan även utläsas i separata kurvor. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Notera att referenspunkten för individrisknivån i Figur 7 i samtliga fall utgår från väggkanten på väg 180, vilken är den av de beaktade transportlederna som ligger närmst planområdet. Ur figuren kan utläsas att den kumulativa individrisknivån ligger i mitten av ALARP-området mellan 0 och 30 meter från väggkanten på väg 180. Därefter blir individrisknivån acceptabel. Den planerade bebyggelsen är därmed delvis förlagd inom ALARP-området. Att risknivån ligger inom ALARP-området innebär att riskreducerande åtgärder ska beaktas.

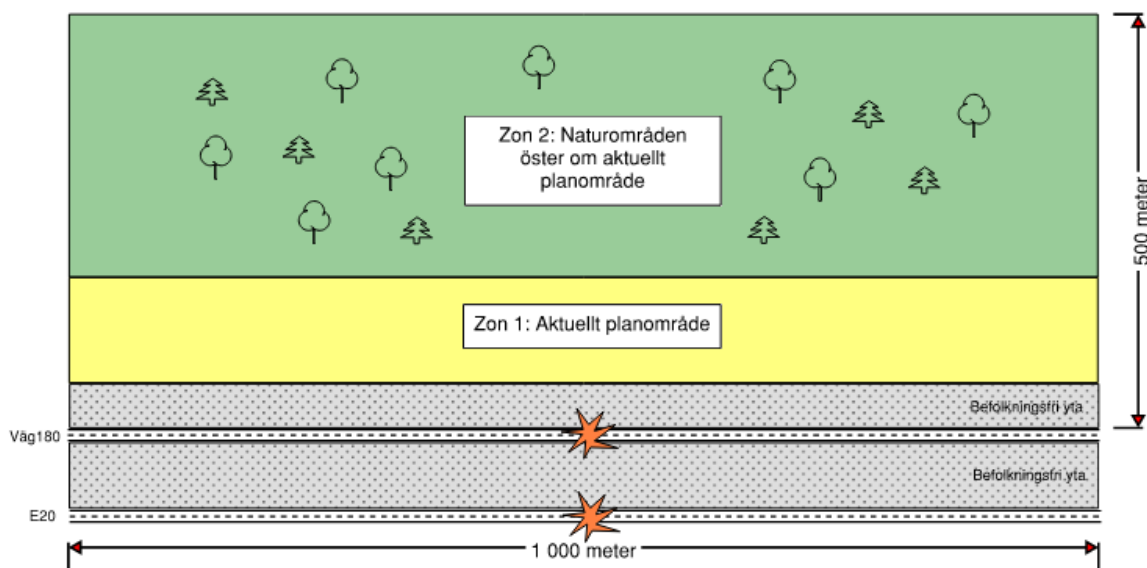


## 4.2 SAMHÄLLSRISKNIVÅ MED AVSEENDE PÅ VÄG 180 OCH E20

I detta avsnitt redovisas hur beräkningarna av samhällsrisk har genomförts. I Figur 8 redovisas den modell som har använts vid uppskattningen av samhällsrisk för planområdet och omnejd. I Tabell 3 redovisas persontätheten inom respektive zon i beräkningsmodellen.

Tabell 3. Tabellen visar ansatt persontäthet inom respektive zon i beräkningsmodellen. Med skyddsavstånd "transportled" avses kortaste avståndet mellan respektive väkant och planerad bebyggelse inom planområdet.

Zonindelning	Djup	Persontäthet dagtid [inv. per km <sup>2</sup> ]	Persontäthet natttid [inv. per km <sup>2</sup> ]
Skyddsavstånd väg 180	20 meter	N/A	N/A
Skyddsavstånd E20	70 meter	N/A	N/A
Zon 1 (planområde)	100 meter	21 500	21 500
Zon 2 (naturområden öster om aktuellt planområde)	310 meter	100	100

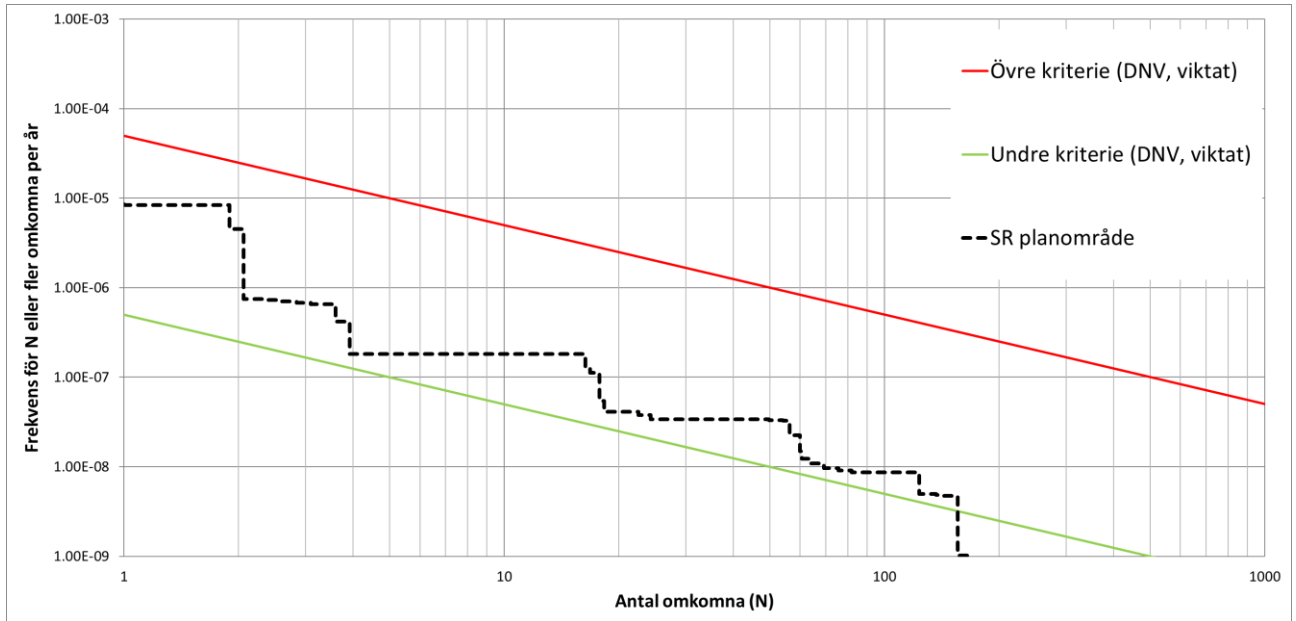


Figur 8. Figuren visar modellen för beräkning av samhällsrisknivå

Den betraktade delsträckan av respektive transportled i riskbedömningen är 1 km lång i enlighet med rekommendationerna i *Värdering av Risk* [12]. Planområdet bredd uppgår dock enbart till drygt 120 meter mot väg 180 och 100 meter mot E20 i det aktuella fallet. Detta innebär att en farligt gods-olycka längs de betraktade vägsträckorna inte nödvändigtvis behöver medföra en påverkan det aktuella planområdet. För att underlätta riskuppskattningen har planområdet därav skalats upp och antas i beräkningsmodellen vara 1 km brett. Detta förenklar beräkningarna samtidigt som en representativ värdering av risken fortfarande erhålls då DNV:s kriterier utgår ifrån riskneutralitet. Begreppet riskneutralitet innebär att olycksrisker anses vara likvärdiga om de har samma förväntade konsekvens över tid. Grundantagandet är i övrigt att personer uppehåller sig jämnt utspridda över respektive zon samt att en större andel av dessa personer vistas inomhus när olyckan inträffar enligt värdena i Tabell 4.

Tabell 4. Tabellen visar andelen personer som befinner sig inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet enligt riktvärden från RIKTSAM [15].

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



Figur 9. Figuren visar samhällsriskenivån med avseende på farligt gods-transporter på väg 180 och E20.

I Figur 9 redovisas uppskattad samhällsriskenivå för planområdet och omnejd med avseende på riskpåverkan från de närliggande transportlederna för farligt gods. Beräkningarna indikerar att samhällsriskenivån för planområdet delvis ligger i mitten av ALARP-området och delvis inom det lägre ALARP-området.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

*Kapitel 5. Detta kapitel redovisar förslag på riskreducerande åtgärder.*

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [16], vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

Åtgärderna kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [16]. De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och beräknade risknivåer presenteras och diskuteras nedan.

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

Vilka skyddseffekter som antas för respektive åtgärd i olika scenarier beskrivs mer detaljerat i Bilaga E.

### 5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Samtliga åtgärder är inte lämpliga att reglera i en detaljplan, utan beaktas först i senare skede. Där inget annat nämns nedan, anses åtgärderna, enligt Boverkets skrift, vara lämpliga att reglera i detaljplan.

#### 5.1.1 Placering av friskluftsintag

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

#### 5.1.2 Byggnadstekniskt brandskydd

Ytterväggar inom 30 meter från farligt gods-led utformas i lägst brandteknisk klass EI 30. Byggnadsdelar som inte ligger i vägens siktlinje omfattas inte av kravet.

Åtgärden innebär att ytterväggar, tak, fasad och/eller fönster utformas på ett sätt vilket reducerar konsekvensen i händelse av brandpåverkan till följd av pölbrand och/eller jetflamma.

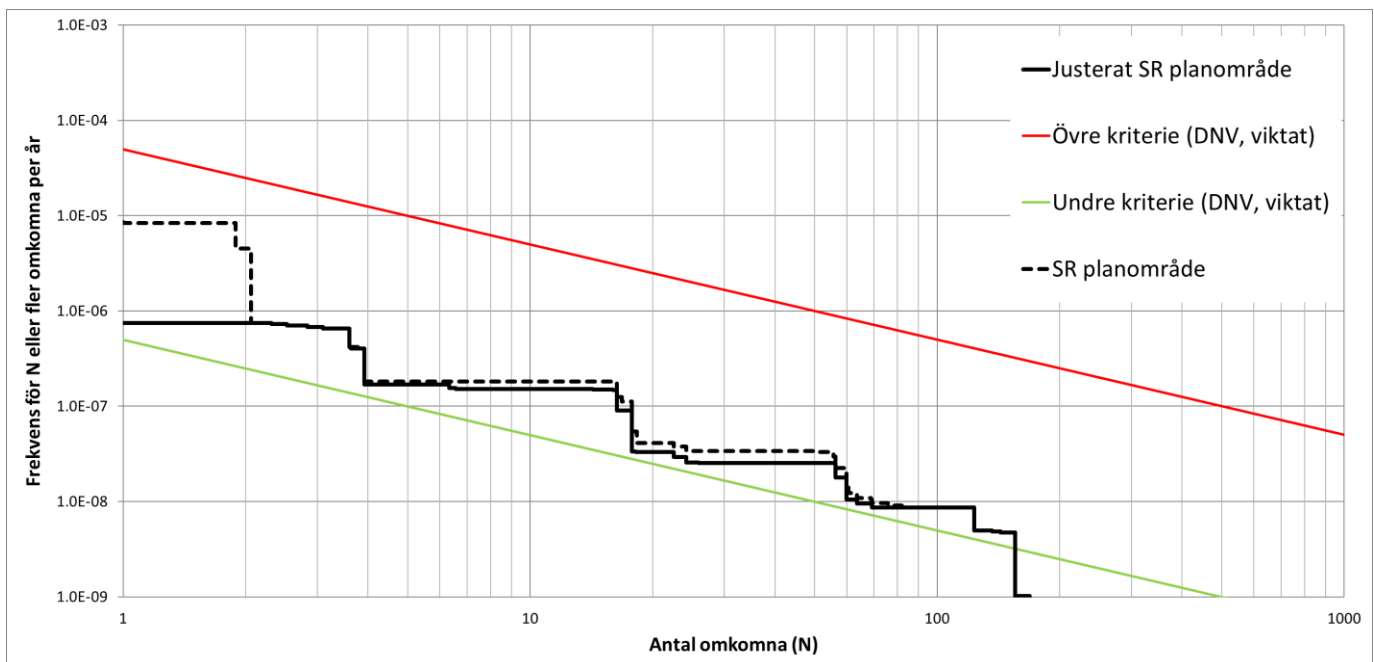
Obrännbara fasadmateriell och takyttskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnaden, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmateriell för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. Genom att utforma ytterväggar inom 30 meter från väg i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30 görs bedömning att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand eller

jetflamma reduceras på ett tillfredsställande sätt. Observera att brandklassade väggar kan utformas med brännbara material och ytskikt.

Länsstyrelsen Stockholm bedömer att brandklassade fönster, som införs som riskreducerande åtgärd i syfte att skydda mot olyckor med farligt gods, får utföras öppningsbara. Detta trots att brandklassade fönster, enligt Boverkets byggregler (BBR) endast ska vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande [17]. Bedömningen grundar sig i ett antagande om att fönster mot närliggande tungt trafikerad väg och järnväg kommer hållas stängda majoriteten av tiden med hänsyn till buller och luftföroreningar[18]. WSP bedömer att denna ståndpunkt är rimlig även för kv. Rådstugan 2 och att fönster mot väg 180 kan utföras öppningsbara.

## 5.2 JUSTERAD SAMHÄLLSRISKNIVÅ

I redovisas samhällsriskn med hänsyn till förslagna riskreducerande åtgärder.



Figur 10: Figuren visar samhällsrisknivån med hänsyn till riskreducerande åtgärder (heldragen) jämfört med ursprunglig samhällsrisknivå (streckad).

Med de riskreducerande åtgärderna ligger samhällsrisknivån helt inom det lägre ALARP-området. Skyddseffekterna för de olika kurvorna redovisas i Bilaga E. Övriga parametrar (befolkningstäthet, olycksfrekvens, etc.) är oförändrade.

## 6 DISKUSSION

*Kapitel 6. I detta kapitel diskuteras riskbedömningen och resultatet.*

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

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

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [19]

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. [19]

I beräkningarna av individrisk har en approximation gjorts i att vägarna är löper parallellt och att risken aggregeras lika för hela planområdet. Detta är ett konservativt antagande.

I den kvalitativa riskbedömningen från 2016 [5] ansåts den lokala fördelningen mellan farligt gods-klasser enligt MSB:s senaste kartering från 2006 [1]. I denna riskbedömning ansåts i stället den nationella fördelningen på båda lederna, se Bilaga B. Detta då den nationella fördelningen är nyare och anses vara mer representativ än data från 2006, framförallt på E20. Skillnaden i risknivå med MSB:s karterade data jämfört med den nationella fördelningen på väg 180 är heller inte särskilt stor och därav ansåts den nyare, nationella fördelningen även här.

## 7 SLUTSATSER

Kapitel 7. I detta avsnitt redovisas riskbedömningens slutsats.

För det aktuella planförslaget har riskvärderingen visat på en kumulativ individrisknivå inom ALARP-området i läget för planerad bebyggelse. Den ursprungliga samhällsrisknivån visar på en risknivå delvis högt inom ALARP. Med förslagna riskreducerande åtgärder enligt avsnitt 5 sänks samhällsrisknivån till att ligga inom det lägre ALARP-området. Följande riskreducerande åtgärder anses därmed vara rimliga att vidta:

- För byggnader inom planområdet placeras friskluftsintag högt och i riktning bort från E20 och väg 180, det vill säga friskluftsintag placeras på tak och friskluftsintag sker från öst.
- Vägg mot väg 180 på planerad bebyggelse rekommenderas utföras i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30 för att förebygga brandspridning till inomhusmiljön inom 30 meter från vägen. Obrännbara ytskikt kan användas för att förebygga brand i fasaden och taket.

## Bilaga A. Metod för riskhantering

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

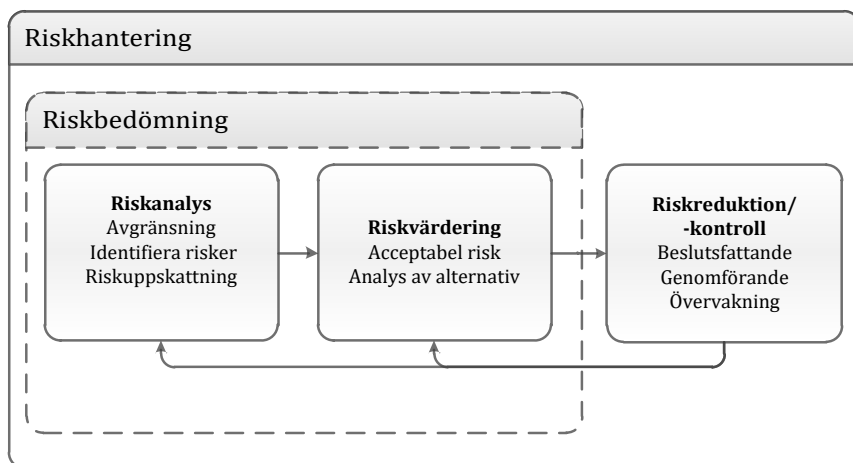
### A.1. Begrepp och definitioner

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 [20] [21], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 11.

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 11. Figuren illustrerar Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.



## A.2. Riskanalysmetoder

### A.2.1 *Kvalitativa metoder*

I kvalitativa metoder används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall utan, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra [22].

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

De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna, och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ. En riskmatris är ett exempel på ett semi-kvantitativt verktyg [22].

Riskmatriser är vanligt förekommande riskhanteringsverktyg och de kan vara av både kvalitativ och kvantitativ karaktär, se Figur 12. En riskmatris gör det möjligt att grovt rangordna olika skadehändelsers risknivåer. De skadehändelser som finns i matrisens övre högra hörn, d.v.s. de händelser som har hög sannolikhet och allvarliga konsekvenser, utgör stora risker som bör reduceras omedelbart. De skadehändelser som återfinns i matrisens nedre vänstra hörn utgör mindre allvarliga eller obetydliga risker som troligen inte behöver åtgärdas. Nivån på de risker som accepteras bör naturligtvis stämma överens med myndigheters och företagets eller organisationens övergripande nivå för acceptabla risker, om sådana finns formulerade [23].

<b>Sannolikhet</b>								
<b>Kvalitativt</b>	<b>Kvantitativt</b>	<b>Värde</b>						
Sannolik	> 1 gång/ år	5						
Mycket trolig	1 gång/ 1-10 år	4						
Trolig	1 gång/ 10-100 år	3						
Sällsynt	1 gång/ 100-1000 år	2						
Osannolik	< 1 gång/ 1000 år	1						
	<b>Värde</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Konsekvens</b>
<b>Konsekvens</b>	<b>Kvantitativt</b>		Över- gående lindriga skador	Enstaka skadade, varaktiga obehag	Enstaka svårt skadade, svåra obehag	Enstaka döda eller svårt skadade	Några döda eller svårt skadade	<b>Liv och hälsa</b>
	<b>Kvalitativt</b>		Obetydlig	Mindre	Stor	Allvarlig	Mycket allvarlig	

Figur 12. Figuren visar ett exempel på en semi-kvantitativ riskmatris [24].

### A.2.3 Kvantitativa metoder

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [25].

## Bilaga B. Statistiskt underlag

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

### B.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [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 [26] 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 5. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2040.

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

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

Tabell 5. Tabellen visar indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*.

Indataparameter	E20	Väg 180
ÅDT <sub>total</sub>	24 431	22 506
ÅDT <sub>FG</sub>	104	17
Hastighetsgräns	60	60
Olyckskvot (OK)	1,15	0,925
Andel Singelolyckor (SiO)	0,175	0,2
Index	0,065	0,07
Frekvens FG-olycka	7,65E-2	1,02E-2

## 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 [27] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 6 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 6. Tabellen visar en 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 [27].	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 [28].
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, explosionsartat 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 [26]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

År 2015 genomfördes omkring 540 000 inrikes transporter med farligt gods med svenska lastbilar och den totala mängden farligt gods var drygt 16 miljoner ton, fördelat på en total sträcka av cirka 55 miljoner kilometer. Av samtlig tung trafik står farligt gods-transporter för omkring 2,5 % av den totalt tillryggalagda sträckan baserat på ett genomsnitt från 2009-2015. I Tabell 7 redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFAs mellan åren 2009-2015 för hela landet [29]. Siffrorna anses representativa för utredd sträcka.

Tabell 7. Tabellen visar antalet farligt gods-transporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser baserat på körda kilometer för respektive alternativ.

<b>E20 och väg 180</b>	
ÅDT <sub>FG</sub>	104 (E20), 17 (väg 180)
ADR-S klass 1	0,32
ADR-S klass 2.1	6,73
ADR-S klass 2.3	0,04
ADR-S klass 3	47,32
ADR-S klass 5	2,62
ADR-S övriga	42,96

## Bilaga C. Frekvensberäkningar

Bilaga C. I denna bilaga redovisas frekvensberäkningarna för riskbedömningen.

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

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

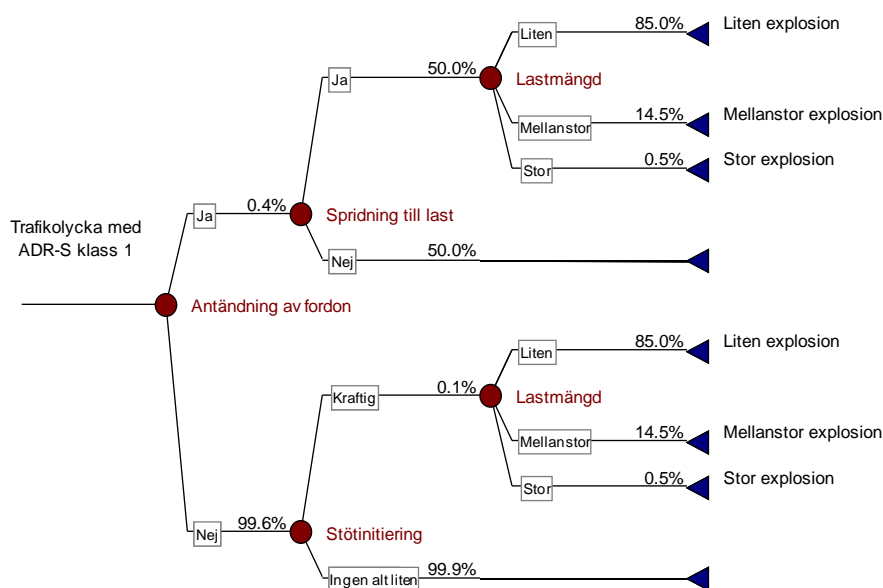
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [27]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

#### C.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) [30] 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 massexplodiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplodiva varor.

#### C.1.2 Händelsetråd med sannolikheter

Figur 13 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 13. Figuren visar händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

### C.1.2.1. Antändning av fordon

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

Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer [31]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [32] [33].

### C.1.2.2. Brandspridning till lasten

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

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats [34], 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 [35], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

### C.1.2.3. Stöt

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [36]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [37] anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

### C.1.2.4. Fördelning mellan lastmängder

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen [38] [39].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [40] 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 [41]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [42] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 8, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 8. Tabellen visar fördelningen mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

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



## C.2. ADR-S Klass 2 – Gaser

ADR-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen.

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) [27]. Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

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

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga<sup>2</sup>. Brandfarliga gaser är ofta luktfria [43]. 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 [35].

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

#### C.2.1.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [44]. 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].

#### C.2.1.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i [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].

#### C.2.1.3. Antändning

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [45], 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 %.

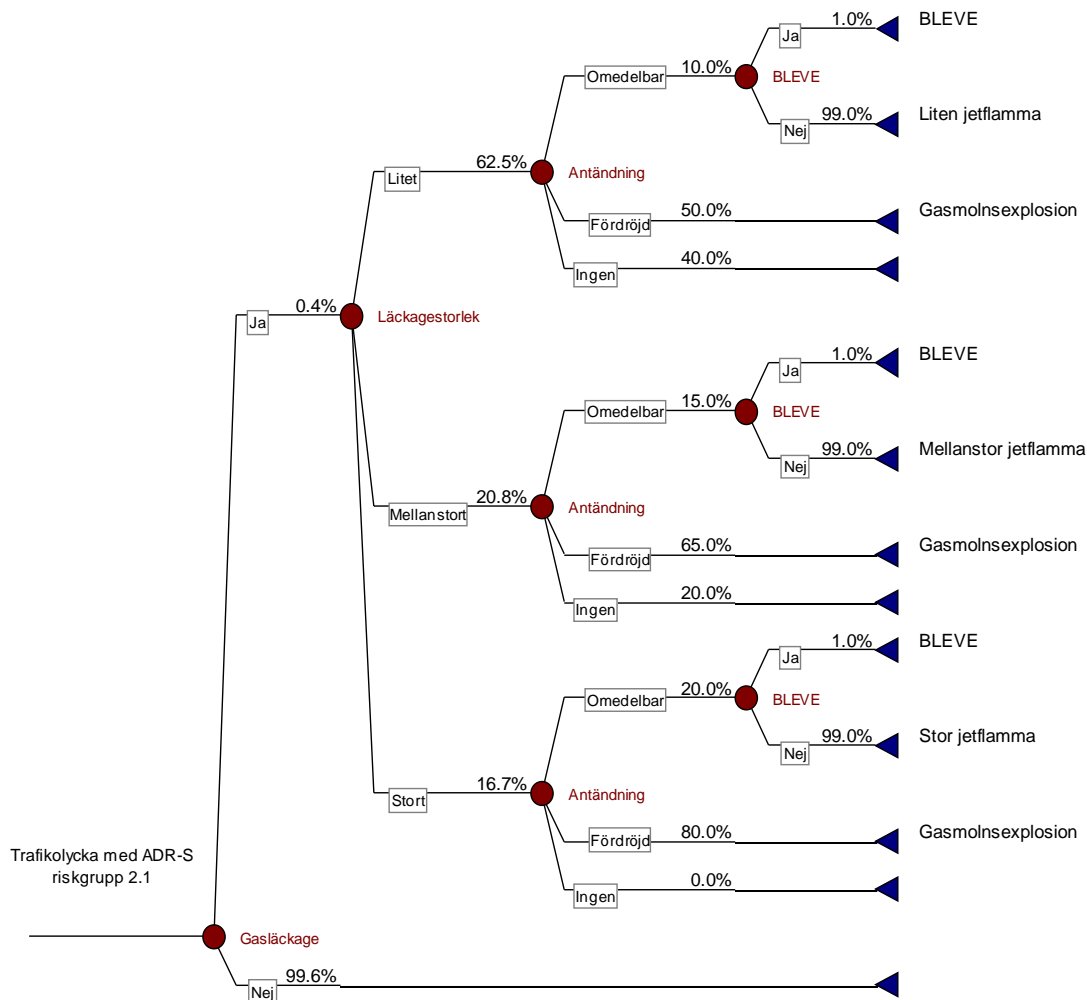
<sup>2</sup> Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

### C.2.1.4. BLEVE

En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken 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 %.

### C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

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



Figur 14. Figuren visar händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

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

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

#### C.2.3.1. Representativt ämne

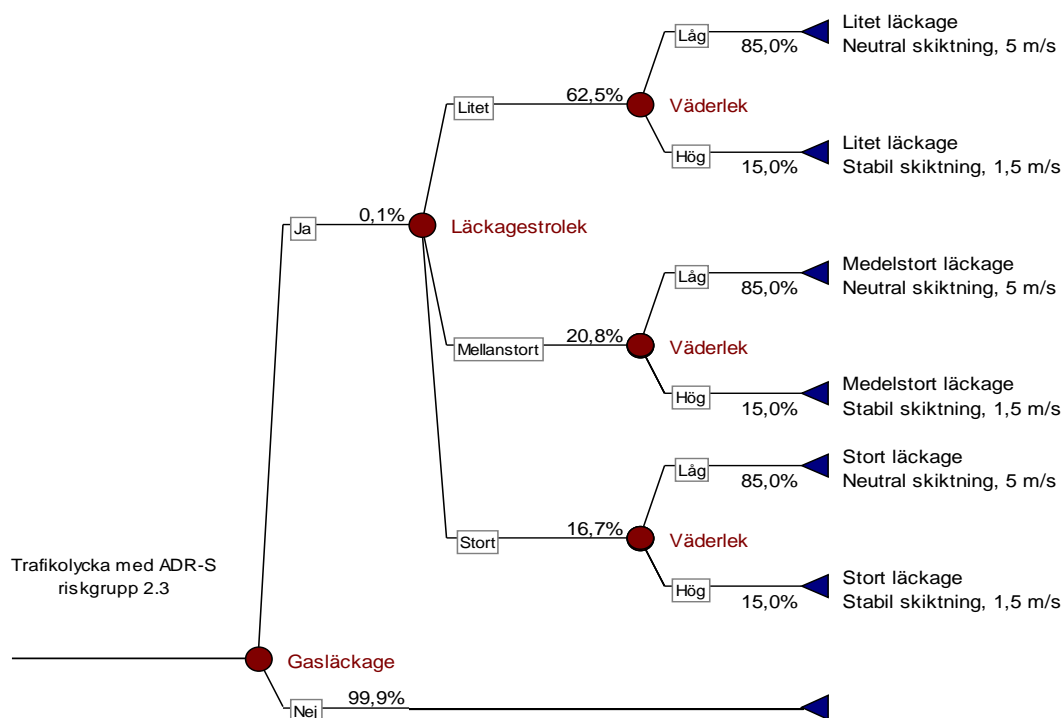
Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

#### C.2.3.2. Toxikologiska gränsvärden

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

### C.2.4 Händelseträd med sannolikheter

Figur 15 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 15. Figuren visar händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

#### C.2.4.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [14]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [44]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [14].

### C.2.4.2. Läckagestorlek

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

### C.2.4.3. Väderlek

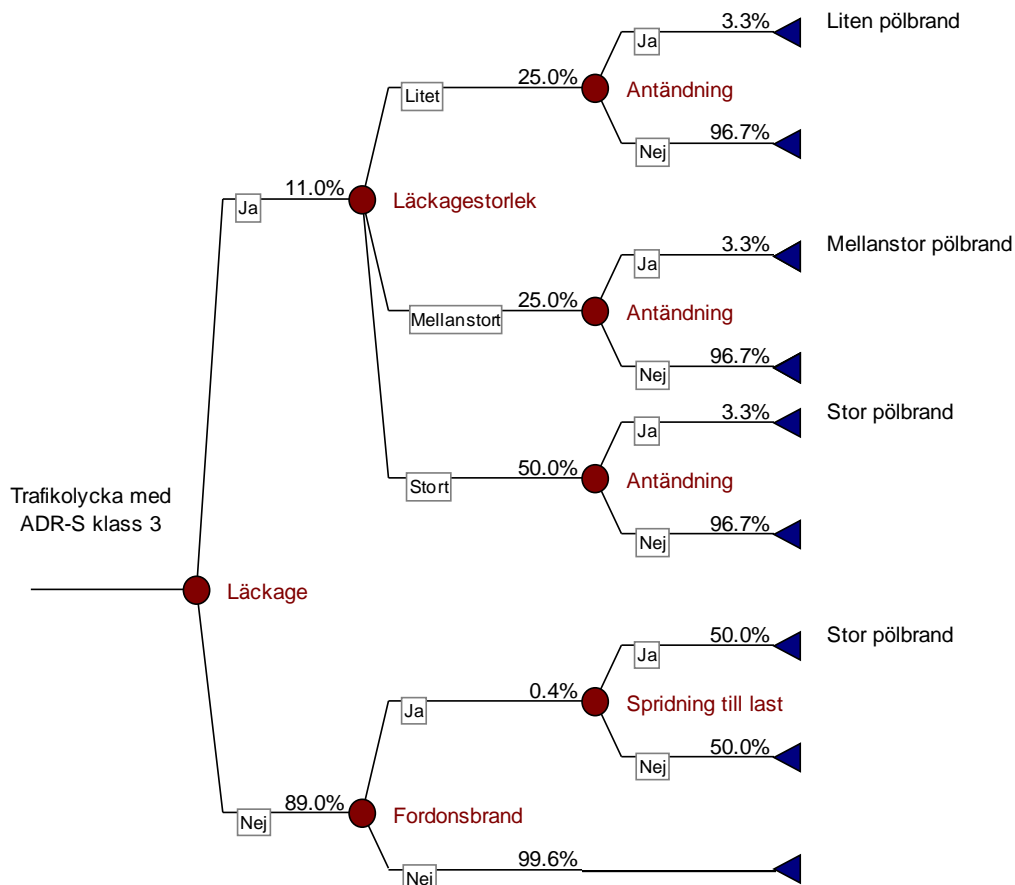
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två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

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

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

### C.3.1 Händelseträäd med sannolikheter

I Figur 16 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 16. Figuren visar händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 4  
10312611 • Riskbedömning för detaljplan | 33

### C.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av sträckans farligt gods-index, se Tabell 5.

### C.3.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset [46] [47]. 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*).

### C.3.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [48]. 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 % [37].

### C.3.1.4. Fordonsbrand

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

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

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

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

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera [27].

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 [49]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [50] och FOI [51] 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 [52].

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

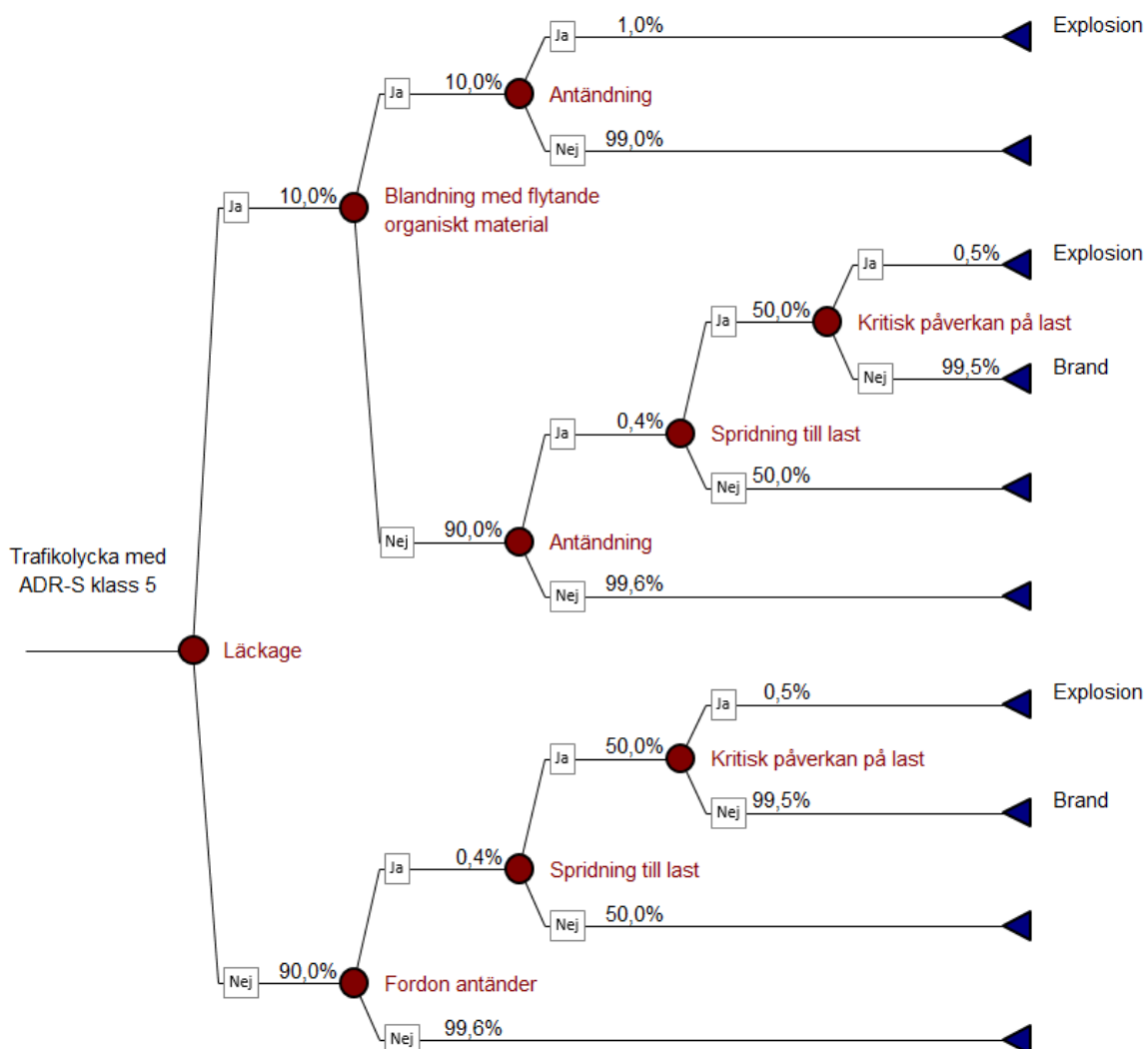
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [43]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

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

Enligt rekommendationer från holländska myndigheter [53], bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

### C.4.2.2. Händelseträäd med sannolikheter

Figur 17 redovisar ett händelseträäd 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 17. Figuren visar händelseträäd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

#### C.4.2.3. Läckage

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton [54]. 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 tryckpåkänning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

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

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det blandas med ett organiskt flytande ämne såsom bensin. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitratet blandas med bränslet homogent eller att det blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitratet. Sannolikheten för att ammoniumnitratet ska kontamineras vid en transportolycka ansätts till 10 %.

#### C.4.2.5. Antändning av blandning

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

#### C.4.2.6. Antändning av oblandat gods

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

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

#### C.4.2.7. Brandspridning till lasten

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



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

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [50]. 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 [49]. Vidare krävs möjlighet till tryckuppbyggnad för att termiskt sönderfall av ren ammoniumnitrat ska kunna övergå till explosivt sönderfall genom deflagration eller detonation [55]. Smälta av ammoniumnitrat tros kunna skapa dessa förutsättningar även om forskningen inom området är bristfällig [55]. Hypotesen är att vätskepelare av smälta kan skapa en egen inneslutning i vilken trycket kan bli så pass högt att reaktionsförloppet blir explosionsartat [55]. Denna typ av olycksförlopp bedöms vara relativt långsamma och förutsätter troligtvis att ammoniumnitratet utsätts för en relativt kraftig och långvarig brandpåverkan. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation har inträffat. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

### C.5. Ackumulerad olyckspåverkan

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

## Bilaga D. Konsekvensberäkningar

*Bilaga D. I denna bilaga beskrivs hur konsekvensområdet och det förväntade skadefallet för olika klasser kvantifierats. Beräkningarna redogörs separat för respektive ADR-S klass.*

### D.1. Antagande om olyckans placering

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

### D.2. ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen

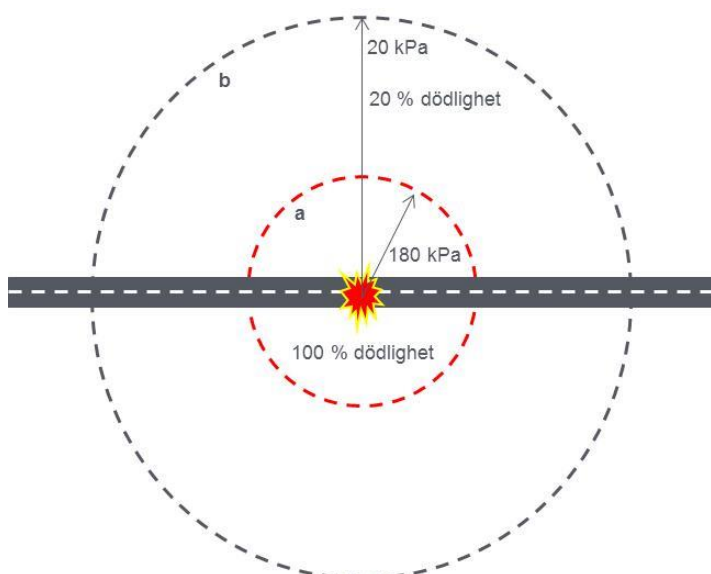
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [56].

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 [57]. 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.

Samttaget 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 18.



Figur 18. Figuren visar skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [58] 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. Tabellen visar 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

### D.3. ADR-S klass 2 – Gaser

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

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

#### D.3.1 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* [59] 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. Tabellen visar 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.

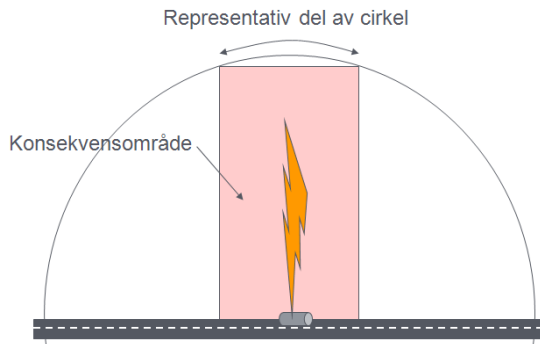
##### D.3.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [57]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

### D.3.1.2. 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* [57], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [60] används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden  $t = 10$  s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 19.



Figur 19. Tabellen visar förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

### D.3.1.3. Gasmolnexplosion

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

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

Programvaran Spridning Luft [59] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns.

Gasmolnexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 19.

### D.3.1.4. 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  |
| • Gasmolnexplosion    | 42 meter  |

### D.3.2 ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen Spridning Luft och med ALOHA för totalt 6 scenarier. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt Bilaga C och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 11. Tabellen visar konsekvensavstånd för plym av giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC50@30 min	Spridningsvinkel
Litet	Stabilitetsklass D, 5 m/s	10 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	30 meter	30°
Mellanstort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	30 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	150 meter	30°
Stort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	135 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	690 meter	30°

## D.4. ADR-S klass 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>. Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [35] [17].

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

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

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

## **D.5. ADR-S klass 5**

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

### **D.5.1.1. Explosion**

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [52]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

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

### **D.5.1.2. Brand**

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

## Bilaga E. Skyddseffekter

Bilaga E. I denna bilaga beskrivs de skyddseffekter som antagits för olika befintliga omständigheter och riskreducerande åtgärder och olika scenarier.

Skyddseffekter har endast ansatts till den planerade bebyggelsen på planområdet. Denna zon sträcker sig mellan 20 och 120 meter från väg 180.

Tabell 13 visar motiv till antagna skyddseffekter för personer som vistas inomhus respektive utomhus inom indelade zoner av planområdet.

Tabell 13. Tabellen visar bakgrund och motivering till antagna skyddseffekter för respektive zon inom planområdet. Siffror i parentes visar skyddseffekt med riskreducerande åtgärder.

Klass av farligt gods	Motivering till skyddseffekter	Antagen skyddseffekt: [%]	
		Inomhus	Utomhus
<b>Olycksscenario</b>			
<b>Klass 1</b>			
Liten explosion (> 180 kPa)	Byggnaden förutsätts inte kunna ge nämnvärt skydd mot kraftiga explosioner.	0	0
Liten explosion (> 20 kPa)	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot mindre kraftiga explosioner.	50	0
Mellanstor explosion (> 180 kPa)	Byggnaden förutsätts inte kunna ge nämnvärt skydd mot kraftiga explosioner.	0	0
Mellanstor explosion (> 20 kPa)	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot mindre kraftiga explosioner.	50	0
Stor explosion (> 180 kPa)	Byggnaden förutsätts inte kunna ge nämnvärt skydd mot kraftiga explosioner.	0	0
Stor explosion (> 20 kPa)	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot mindre kraftiga explosioner.	50	0
<b>Klass 2.1</b>			
BLEVE	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot strålningen från en BLEVE och det förutsätts att utrymningsväg finns bort från olycksplatsen.	75	0
Liten jetflamma	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot jetflammar.	50 (90)	0
Gasmolnsexplosion	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot gasmolnsexplosioner.	50	0
Mellanstor jetflamma	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot jetflammar.	50 (90)	0
Stor jetflamma	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot jetflammar.	50 (90)	0
<b>Klass 2.3</b>			
Litet läckage, låg vindstyrka	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot utsläpp av giftiga ämnen.	50 (95)	0
Litet läckage, hög vindstyrka	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot utsläpp av giftiga ämnen.	50 (95)	0
Mellanstort läckage, låg vindstyrka	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot utsläpp av giftiga ämnen.	50 (95)	0
Mellanstort läckage, hög vindstyrka	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot utsläpp av giftiga ämnen.	50 (95)	0
Stort läckage, låg vindstyrka	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot utsläpp av giftiga ämnen.	50 (95)	0
Stort läckage, hög vindstyrka	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot utsläpp av giftiga ämnen.	50 (95)	0
<b>Klass 3</b>			
Liten pölbrand	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot strålningen från pölbränder.	50 (100)	0

Klass av farligt gods	Motivering till skyddseffekter	Antagen skyddseffekt: [%]	
		Inomhus	Utomhus
<b>Olycksscenario</b>			
Mellanstor pölbrand	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot strålningen från pölbränder.	50 (100)	0
Stor pölbrand	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot strålningen från pölbränder.	50 (100)	0
<b>Klass 5</b>			
Explosion (> 180 kPa)	Byggnaden förutsätts inte kunna ge nämnvärt skydd mot kraftiga explosioner.	0	0
Explosion (> 20 kPa)	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot mindre kraftiga explosioner.	50	0
Brand	Byggnaden förväntas erbjuda visst skydd mot brand.	50 (100)	0



## Bilaga F. Referenser

- [1] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 2006b.
- [2] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen," 2006.
- [3] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplaneprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [4] Krook & Tjäder, "Gestaltningprogram Rådstugan 2," Krook & Tjäder, Alingsås, 2022.
- [5] F. Larsson, "Övergripande riskbedömning för detaljplan," WSP Sverige AB, Karlskrona, 2016.
- [6] Structor, "Översiktlig miljöteknisk markundersökning - Rådstugan 2," 2015-10-15.
- [7] Alingsås kommun, "Plankarta," 1984-03-20.
- [8] Trafikverket, 01 01 2019. [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>. [Använd 19 11 2022].
- [9] Trafikverket, "Nationell vägdatas," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 19 11 2022].
- [10] MSB, "Farligt gods - statistik avseende vägtransporter," 11 04 2016. [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Transport-av-farligt-gods/Statistik/Vag/>.
- [11] MSB, "Hantering av brandfarliga vätskor och gaser på bensinstationer," 2015.
- [12] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [13] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hannalds län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [14] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [15] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [16] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [17] BBR, Boverket, 2006.
- [18] Länsstyrelsen Stockholm, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*, 2016.
- [19] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [20] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [21] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [22] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [23] Räddningsverket, *Handbok för riskanalys*, Karlstad: Räddningsverket, 2003.

- [24] J. Nilsson, *Introduktion till riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
- [25] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [26] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [27] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [28] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [29] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [30] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [31] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [32] SIKÅ, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [33] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [34] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [35] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [36] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [37] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [38] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [39] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [40] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [41] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [42] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [43] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [44] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [45] 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.
- [46] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [47] T. Gammelgård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.

- [48] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [49] 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.
- [50] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [51] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [52] R. Forsén, FOI, 2009.
- [53] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [54] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [55] V. Babrauskas och D. Leggett, "Thermal decomposition of ammonium nitrate," *Fire and Materials* 2019;1-19, 2019.
- [56] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [57] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [58] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [59] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [60] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.



UPPDRAGSNUMMER  
**10312611**

DATUM  
**2023-01-11**

UPPDRAGSNAMN  
**Riskbedömning för detaljplan**

FÖRFATTARE  
**Anton Petersson**

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande rådgivande konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen. Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden. **wsp.com**

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00

[wsp.com](https://www.wsp.com)

