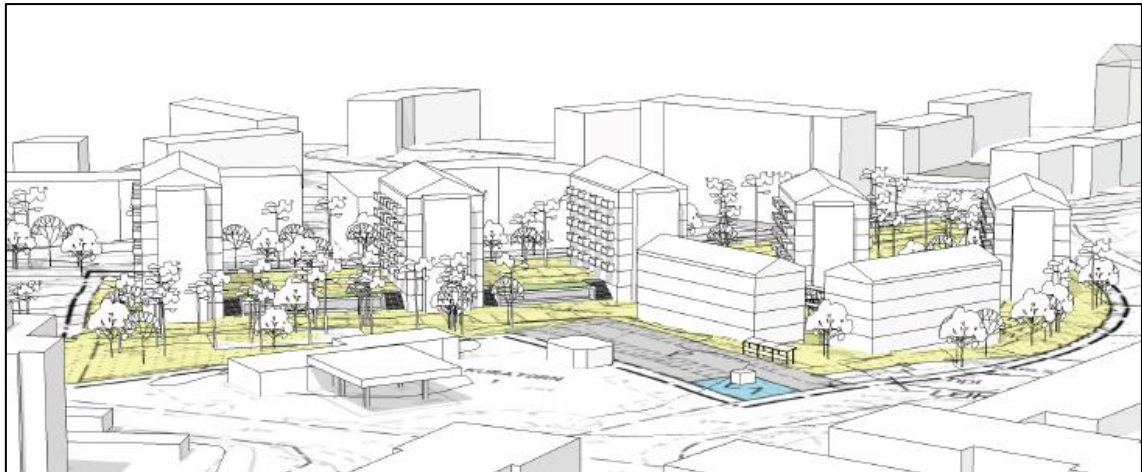


## Studentbostäder i Sverige AB

### RISKBEDÖMNING FÖR NY DETALJPLAN, KURATORN 2



#### Slutgiltig handling

#### Trollhättan

Uppdragsansvarig: Lars Strömdahl

Författare: Sofia Wennerbeck & Jesper Svensson

Dokumentgranskare: Robin Zetterlund

Datum: 2020-08-20

## SAMMANFATTNING

Studentbostäder i Sverige AB planerar att bygga nya byggnader med studentbostäder på fastigheten Kuratorn 2 i Trollhättan. En ny detaljplan krävs för området för vilken en riskbedömning ska bifogas som underlag.

Det aktuella planområdet, Kuratorn 2, ligger i området Hjortmossen i Trollhättan. På fastigheten finns redan befintlig bebyggelse. Den planerade nya bebyggelsen består av sju flerbostadshus på mellan fyra och åtta våningar. Antal bostäder planeras till 370 stycken.

Riskerna som utreds i riskbedömningen är olyckor med farligt gods på väg E45 samt en drivmedelsstation. Avstånd till väg E45 uppgår till ca 135 meter och avståndet till drivmedelsstationen uppgår till drygt 60 meter.

Individrisknivån inom området ligger under det lägre acceptanskriteriet och hamnar därför inom acceptabla nivåer.

Samhällsrisknivån ligger lågt inom ALARP-området, med undantag för olyckor med brandfarliga vätskor på väg E45 som ligger högre inom ALARP-området. Avståndet till vägen från olycksplatsen innebär att en sådan olycka inte kommer påverka området och inga riskreducerande åtgärder för scenariot pölbrand krävs därför inom planområdet. Övriga scenarier som ger en förhöjd samhällsrisk är utsläpp av brandfarlig gas. Den planerade bebyggelsen i planområdet ger endast ett marginellt bidrag till samhällsrisknivån och inga riskreducerande åtgärder kan därför rekommenderas för olyckor som härrör till denna ämnesklass.

En deterministisk analys har gjorts med avseende på drivmedelsstationen, vilken visar att konsekvensavståndet uppgår till 38 meter. På grund av att skyddsavståndet uppgår till drygt 60 meter bedöms risken vara hanterad. Utöver detta finns byggnader och vegetation mellan drivmedelsstationen och planområdet som utgör partiella barriärer.

Den samlade bedömningen är att risknivåerna för det aktuella planområdet är låga och att inga riskreducerande åtgärder därför behöver vidtas.

## Innehållsförteckning

<b>I</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>4</b>
1.1	Syfte och mål.....	4
1.2	Avgränsningar .....	4
1.3	Underlag.....	4
1.4	Kravbild .....	4
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING OCH PLANERAD BEBYGGELSE.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK.....</b>	<b>9</b>
3.1	Omfattning av riskhantering.....	9
3.2	Metodik för riskidentifiering .....	9
3.3	Metodik för riskanalys .....	10
3.4	Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder .....	10
<b>4</b>	<b>RISKIDENTIFIERING .....</b>	<b>11</b>
4.1	Skyddsvärden .....	11
4.2	Riskkällor .....	11
4.3	Olycksscenarier.....	12
<b>5</b>	<b>RISKANALYS .....</b>	<b>14</b>
5.1	Analys avseende farligt gods .....	14
5.2	Analys avseende drivmedelsstation.....	17
<b>6</b>	<b>RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>21</b>

## I INLEDNING

Studentbostäder i Sverige AB planerar att bygga nya byggnader med studentbostäder på fastigheten Kuratorn 2 i Trollhättan. Byggnaderna ska ersätta befintliga tvåvåningshus och uppföras i 4 och 6 våningar och därmed möjliggöra fler bostäder. För detta krävs en ny detaljplan för området, där aktuell riskbedömning ska bifogas som underlag. De aktuella näraliggande riskerna som ska utredas är en drivmedelsstation samt en rekommenderad primär transportled för farligt gods (E45).

### 1.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt enligt kraven i Plan- och bygglagen [1] samt Miljöbalken [2].

Målet är att beskriva och bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet ur ett olycksriskperspektiv och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som kan bli aktuella att vidta i detta avseende. Målet är även att hantering av riskerna inom detaljplanen ska medföra en acceptabel risknivå samtidigt som kommunens och fastighetsägarens ambitioner uppnås.

### 1.2 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker<sup>1</sup>, med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Naturolyckor<sup>2</sup> och sociala olyckor<sup>3</sup> behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte.

Horisontår för riskbedömningen är år 2040.

### 1.3 Underlag

Primärt underlag för handlingen är: *Presentation nya studentbostäder*, Studentbostäder i Sverige AB. Trollhättan (2019).

### 1.4 Kravbild

Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i Plan- och bygglagen [1] och Miljöbalken [2]. Bland annat innebär kraven att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Bebyggelsen ska även utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt

---

<sup>1</sup> Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

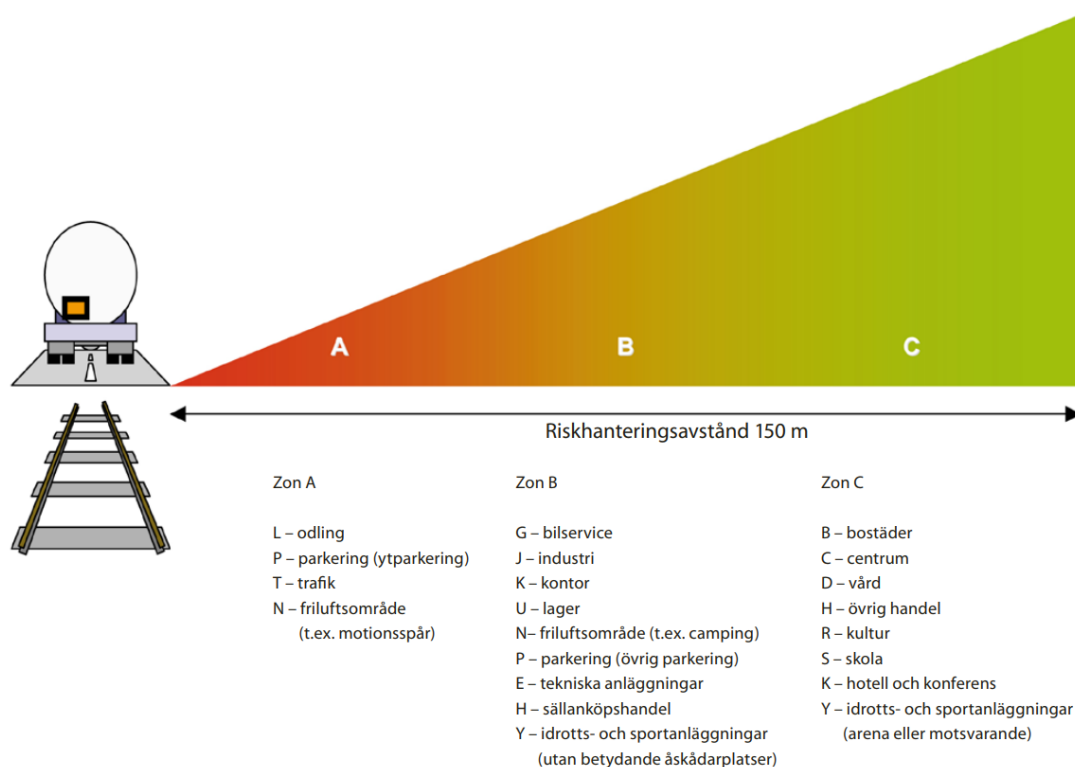
<sup>2</sup> Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

<sup>3</sup> Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

Slutgiltig handling

med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

Faktabladet *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [3] utgör en riskpolicy, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspelar i detaljplaner nära farligt godsleder. Policyn avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I policyn anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods. I figuren nedan illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods.



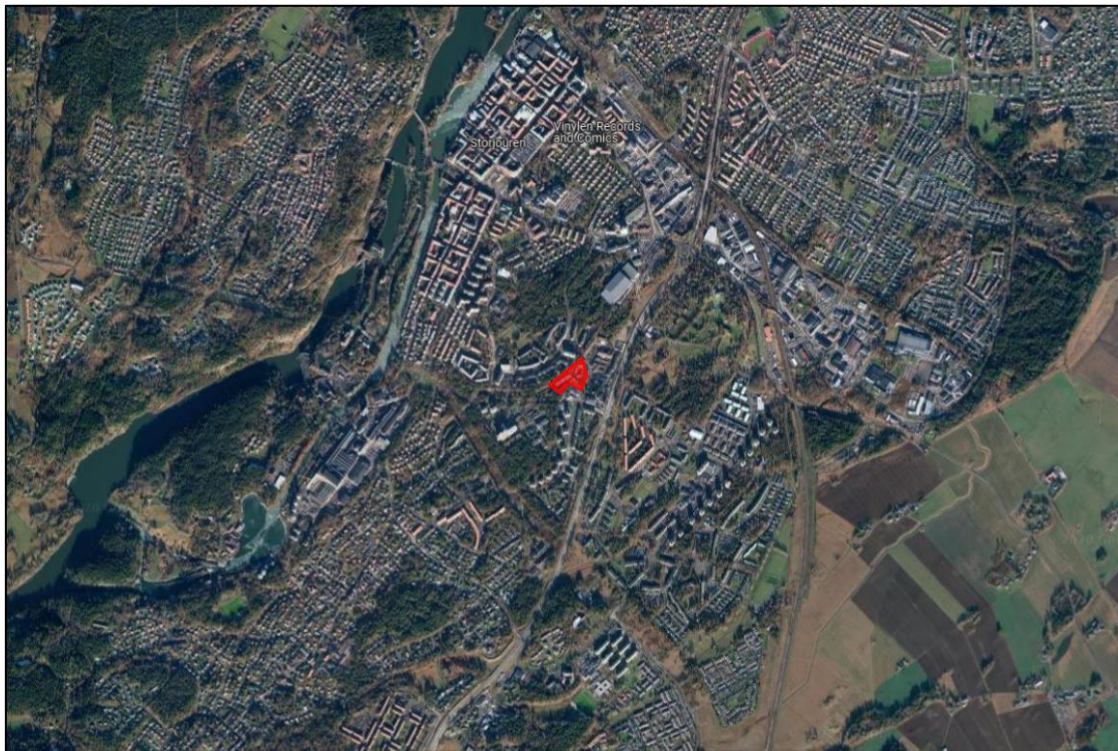
Figur 1-1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].

Länsstyrelsen i Stockholms län har givit ut rapporten *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. I denna rapport framgår det att riskbedömningar skall beakta drivmedelsstationer som är lokaliserade inom det aktuella området eller inom 100 meter från det aktuella området [4].

Slutgiltig handling

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING OCH PLANERAD BEBYGGELSE

Trollhättan är en tätort som ligger längs Göta Kanal, nära Vänern, och är omgiven av både odlingsåkrar och skog. Den aktuella fastigheten, Kuratorn 2, ligger i området Hjortmossen i Trollhättan, se Figur 2-1 nedan.

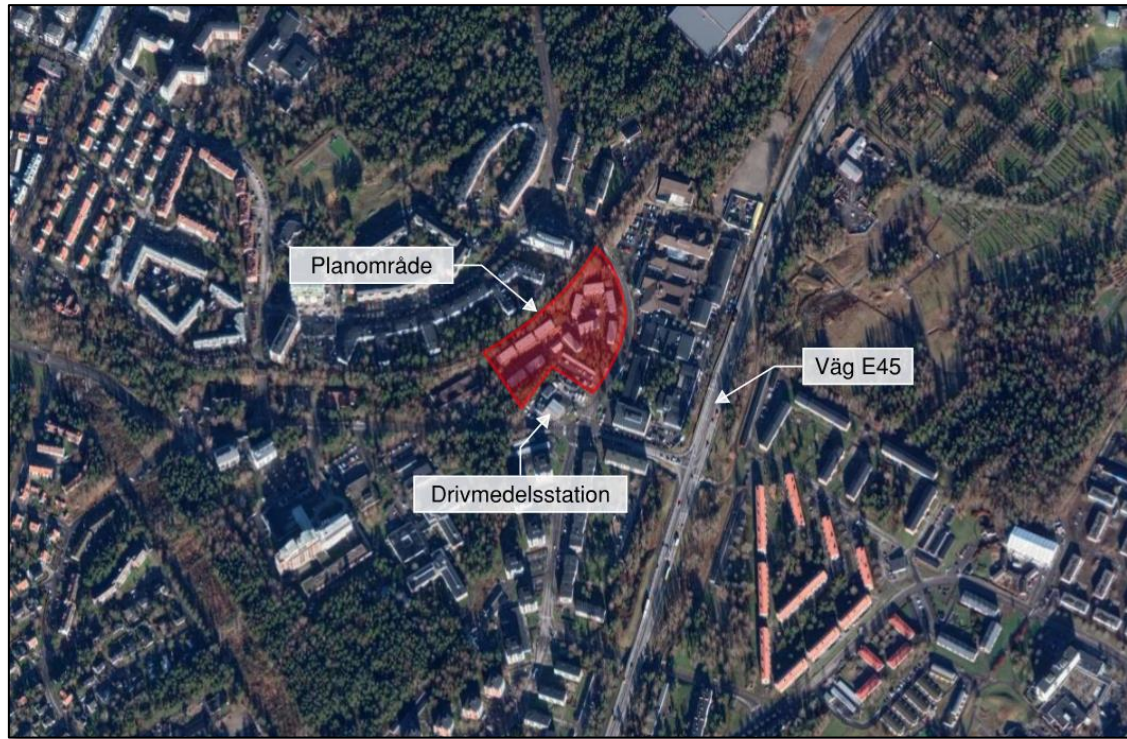


Figur 2-1. Planområdets placering i Trollhättan (röd markering).

Omkring fastigheten finns ett antal bostadsområden med flerbostadshus, flera parker och tre gymnasier. Öster om området går väg E45 och söder om området ligger en drivmedelsstation.

Områdets utbredning presenteras i Figur 2-2 nedan.

Slutgiltig handling



Figur 2-2. Planområdet med näraliggande riskkällor.

Planerad bebyggelse består av sju flerbostadshus med ett våningsantal mellan fyra och åtta. Byggnaderna med fyra våningar (hus 6-7) ska placeras i vinkel och ha en gemensam hiss och trappa. Övriga byggnader med sex (hus 4-5), sju (hus 2-3) eller åtta (hus 1) våningar, ska ha ett utanpåliggande entrétrapphus med hiss på den södra kortändan ut mot gatan som går genom området, och utrymningstrappa på den norra kortändan.

Planerad bebyggelse presenteras i Figur 2-3 nedan.

Slutgiltig handling



Figur 2-3. Planerad bebyggelse samt antal våningar per huskropp (IV-VIII)

Området förväntas inrymma 370 bostäder jämfört med dagslägets 144. Balkonger planeras på den väst/sydvästra sidan av hus 1-5 och på den nordost/nordvästliga sidan av hus 6 och 7.

Bebyggelsen är placerad på ett avstånd från väg E45 om som minst cirka 135 meter och från drivmedelsstationen om ca 60 meter.

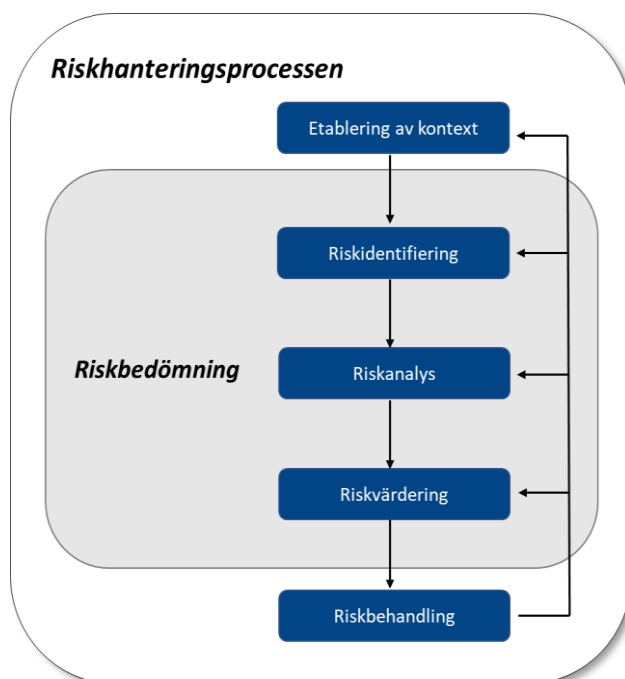


## 3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

I aktuellt kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering och vald metodik.

### 3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 [5], se Figur 3-1. I nedanstående sektioner presenteras metodiken för var och ett av de tre stegen som utgör riskbedömningen.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.

### 3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen utgår från geografiska avstånd mellan planområdet och verksamheter som kan utgöra en risk. Baserat på avgränsningarna som presenteras ovan har nedanstående riskkällor beaktats i riskidentifieringen.

- Rekommenderade transportleder för farligt gods. Beaktas inom 150 meter från planområdet.
- Riskfylld verksamhet: Omfattar farliga verksamheter enligt LSO 2 kap. 4 §, drivmedelsstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Bensin- och drivmedelsstationer beaktas inom 100 meter och övriga inom 500 meter.

### 3.3 Metodik för riskanalys

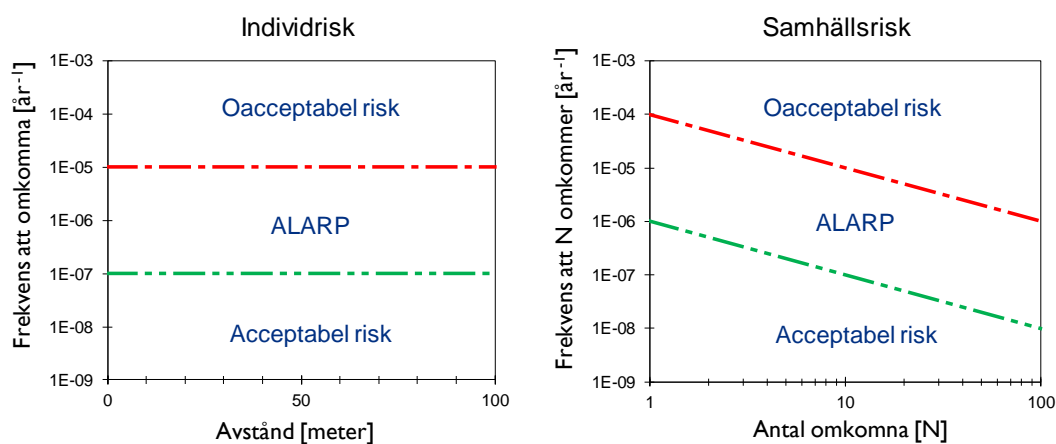
Riskanalysen avseende transporter med farligt gods genomförs med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman till olika riskmått:

- *Individrisk* definieras som sannolikheten för en individ att omkomma på ett år, givet att individen vistas på samma plats. Notera att det är ett mått, och inte den verkliga sannolikheten att omkomma. Individrisken är oberoende av antal personer i området.
- *Samhällsrisk* tar hänsyn till persontäthet inom ett givet område. Konsekvensernas storlek beaktas med avseende på antalet personer som påverkas vid ett olycksscenario. Hänsyn tas till eventuella tidsvariationer, exempelvis att persontätheten kan vara hög på en viss tid på dygnet men låg under en annan. Samhällsrisk redovisas i ett F/N-diagram (Frequency/Number) där den totala sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer illustreras.

Risker kopplade till drivmedelsstationer behandlas i första hand med ett kvalitativt resonemang och i andra hand med en deterministisk analys med strålningsberäkningar.

### 3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Riskvärdering för transporter med farligt gods sker genom jämförelse av beräknade risknivåer och acceptanskriterier samt principer i rapporten *Värdering av risk* [6], se Figur 3-2 nedan.



Figur 3-2. Acceptanskriterier anpassade utifrån DNV [6].

Om risker överskrider det övre acceptanskriteriet ska riskåtgärder vidtas. Om risker underskrider det lägre acceptanskriteriet anses risknivåerna vara acceptabla utan vidare åtgärder. Området mellan acceptanskriterierna benämns som *ALARP-området*. Riskerna kan anses acceptabla inom detta område om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i detta område tolereras om åtgärder för riskreduktion är praktiskt ogenomförbara, om kostnaderna är oproportionerliga alternativt om kostnaderna för riskreduktion överstiger nyttan. Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [7].

## 4 RISKIDENTIFIERING

I aktuellt kapitel redovisas skyddsvärden samt identifierade riskkällor och olycksscenarier som kan åsamka skada på dessa skyddsvärden.

### 4.1 Skyddsvärden

Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är människors hälsa och säkerhet. Således är skyddsvärdet de personer som kommer att befinna sig inom det aktuella området.

### 4.2 Riskkällor

Identifierade riskkällor i närheten av aktuellt område utgörs av väg E45 som är en rekommenderad primär väg för transport av farligt gods samt en drivmedelsstation med tillfart direkt från väg E45.

Slättbergshallen som är belägen längre bort använder ammoniak som köldmedium, men på grund av att avståndet överstiger 300 meter till planområdet bedöms ett utsläpp inte kunna leda till dödsfall inom det nya planområdet utan i värsta fall irritation i luftvägar och slemhinnor. Riskkällan behandlas på grund av avståndet inte vidare i denna handling.

De identifierade riskkällorna som behandlas vidare beskrivs närmare i avsnitten nedan.

#### 4.2.1 Farligt gods på E45

Väg E45 går genom Trollhättan och förbi planområdet på som minst ca 130 meters avstånd. Vägen i Sverige går från Göteborg i söder till Karesuando i norr. E45 är en rekommenderad primär farligt gods-led vilket innebär att stora mängder farligt gods kan transporteras där, i båda riktningar. Hastigheten på vägsträckan som går förbi planområdet är 70 km/h.

ÅDT för sträckan förbi planområdet är i dagsläget ca 11 300 fordon totalt, varav 940 tunga fordon. Av dessa är 2,64%, ca 25 stycken, transporter med farligt gods.

Uppräknat till år 2040 blir ÅDT för farligt gods på vägen 36 stycken. Beräkningen baseras på en ökning med 1,91% per år, vilket är en prognos från Trafikverket [8]. Se bilaga A för detaljer kring hur ÅTD räknas upp.

## 4.2.2 Drivmedelsstation

Den byggnad som planeras närmst drivmedelsstationen som ligger söder om planområdet kommer uppföras på ett avstånd om ungefär 60 meter därifrån. På drivmedelsstationen finns etanol, diesel och bensin och leveranser sker via Lasarettvägen som går direkt från E45 till drivmedelsstationen (Figur 4-1). Drivmedelsstationen är bemannad med öppettider mellan 06.00-22.00 på vardagar och 08.00-22.00 på helger.



Figur 4-1 Drivmedelsstation och Lasarettvägen i förhållande till planområdet

Mellan drivmedelsstationen och närmsta planerade byggnad inom planområdet ligger en snabbmatsrestaurang och en parkering. Mellan drivmedelsstationen och de nya byggnaderna som planeras nord/nordväst om den ligger en skogsdunge som ska vara kvar enligt detaljplan.

## 4.3 Olycksscenarier

De olycksscenarier som kan skada aktuellt skyddsvärde kan delas in i olycka med farligt gods på väg och olycka på drivmedelsstation som leder till brand.

### 4.3.1 Olycka med farligt gods

Produkter som har potentiella egenskaper att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka går under begreppet farligt gods. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet. Klassindelningen baseras på den dominerande risken som

Slutgiltig handling

sammankopplas med ämnens egenskaper. Beroende på vilken typ av ämne som släpps ut kan det ge konsekvenser på olika långa avstånd.

Farligt gods som kan ge konsekvenser på aktuella avstånd från vägen är bland annat explosiva varor samt brandfarliga och giftiga gaser (se Bilaga A för sammanfattande tabell över olika typer av ämnen). I beräkningarna av samhällsrisker har dock alla ämnesklasser inkluderats.

#### 4.3.2 Olycka på drivmedelsstation

Det dimensionerande scenariot för drivmedelsstationen är överspolning av drivmedel med antändning som följd. Scenariot innebär att drivmedel läcker ut och bildar en pöl och antänds. Strålning från en sådan brand kan innebära dödsfall för människor som befinner sig i närheten.

Slutgiltig handling

## 5 RISKANALYS

Riskanalysen med avseende på transporter med farligt gods har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarioer har vägts samman till riskmåten individrisk och samhällrisk.

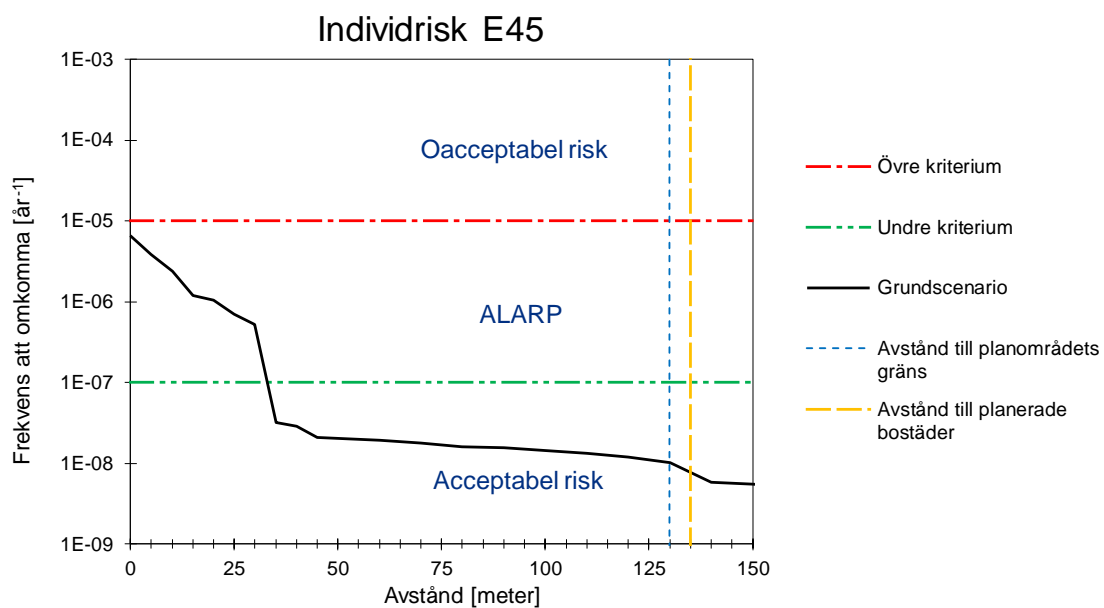
I aktuellt kapitel presenteras även en osäkerhets- och känslighetsanalys.

Frekvensberäkningar och konsekvensberäkningar för väg E45 presenteras i Bilagorna A och B. Riskberäkningar presenteras i Bilaga C. Deterministisk analys av drivmedelsstationen presenteras i Bilaga D.

### 5.1 Analys avseende farligt gods

#### 5.1.1 Individrisk

Individrisknivå samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-1 nedan.

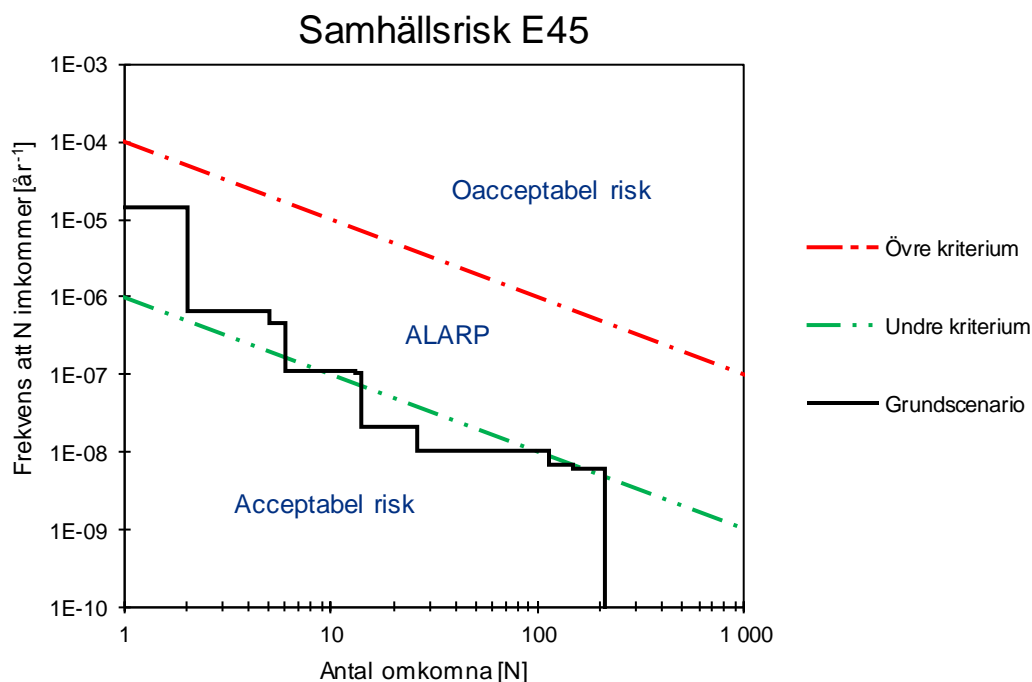


Figur 5-1. Individrisknivå inom planområdet med avseende på transporter av farligt gods på väg E45

Individrisknivå ligger under det lägre acceptanskriteriet från och med ca 35 meter från väg E45, varför planområdet har en acceptabel individrisknivå.

### 5.1.2 Samhällsrisk

Samhällsriskenivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-2 nedan.



Figur 5-2. Samhällsriskenivå med avseende på transporter av farligt gods på E45.

Samhällsriskenivån överskrider det lägre acceptanskriteriet för flera scenarier och hamnar företrädesvis lågt inom ALARP-området. Att riskenivån hamnar inom ALARP-området innebär att riskenivån anses vara acceptabel om rimliga åtgärder vidtas.

### 5.1.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskbedömningar av detta slag är förknippade med osäkerheter. Statistik och framtagna litteratur inom området har använts för att minimera dessa osäkerheter så långt det varit möjligt. I de fall det inte varit möjligt att ta fram tillförlitliga värden har osäkerheter i olika parametrar hanterats med hjälp av konservativa antaganden och säkerhetsmarginaler. Syftet är att osäkerheterna ska leda till överskattningar snarare än underskattningar av riskenivån för att säkerställa robustheten i resultatet. Utöver detta sker nedan en känslighetsanalys av särskilt betydande parametrar. De största identifierade osäkerheterna i denna riskbedömning utgörs av följande.

- Persontäthet längs aktuell vägsträcka
- Antal transporter med farligt gods

Slutgiltig handling

## PERSONTÄTHET

Persontäthet är en parameter som har stor påverkan på samhällsriskberäkningarna då det påverkar antalet personer som förväntas omkomma vid respektive scenario. Osäkerheten har hanterats genom att persontätheten har beräknats konservativt. Detta har gjorts genom skattningar av antalet personer i det aktuella planområdet, för den befintliga bebyggelsen på respektive sida om E45.

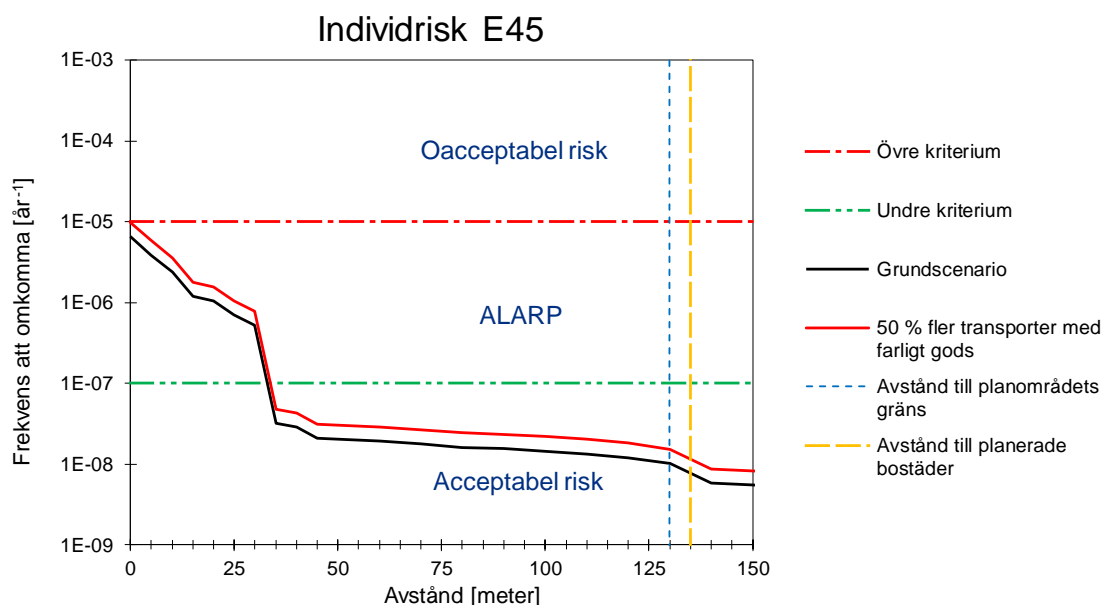
Sammantaget bedöms de antagna persontätheterna och avstånden till vägen utgöra ett övre troligt värde med den specificering som görs för den aktuella detaljplanen i nuläget. Parametern genomgår en känslighetsanalys för att undersöka robustheten i resultatet vid en ökning med en 25 % av persontätheten på bägge sidor av E45. Se Bilaga C för mer information om samhällsriskberäkningar.

## ANTAL TRANSPORTER AV FARLIGT GODS

I riskanalysen görs en beräkning för individ- och samhällsrisk för 50 % ökat antal transporter med farligt gods för att undersöka robustheten i resultaten.

## RESULTAT AV KÄNSLIGHETSANALYS

I Figur 5-3 illustreras individrisknivåerna för grundscenariot respektive de två känslighetsanalyserna.

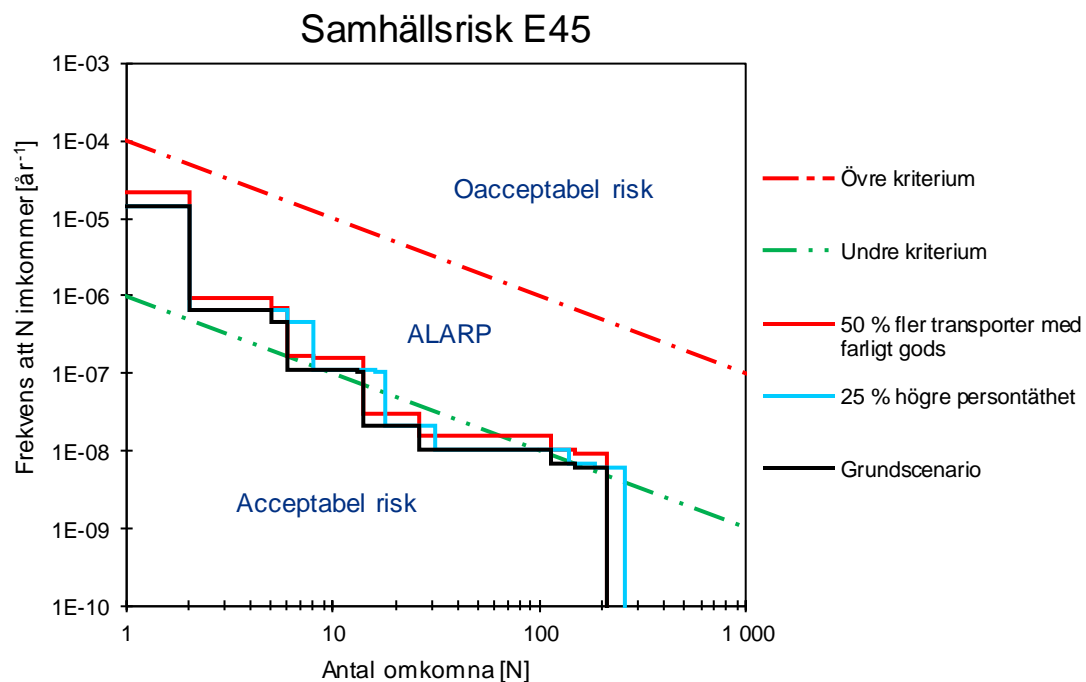


Figur 5-3. Individrisk med avseende på fler transporter med farligt gods på E45.

Individrisknivån vid avståndet till planerad kvartersmark befinner sig fortsatt under ALARP-området.



I Figur 5-4 illustreras samhällsrisknivåerna för grundscenariot respektive de två känslighetsanalyserna 50 % fler transporter med farligt gods och 25 % ökning av persontäthet.



Figur 5-4. Samhällsrisk med avseende på ökat antal transporter med farligt gods och ökad persontäthet.

Samhällsrisknivån har förskjutits uppåt i grafen för känslighetsanalysen avseende fler antal transporter med farligt gods och högerut i grafen för känslighetsanalysen avseende ökad persontäthet.

## 5.2 Analys avseende drivmedelsstation

Analysen med avseende på drivmedelsstationer sker med en deterministisk analys. Det aktuella scenariot är överspolning av drivmedel med antändning som följd (se Bilaga D). Scenariot innebär att drivmedel läcker ut och bildar en pöl som uppgår till 300 m<sup>2</sup> för ett stort utsläpp i enlighet med publikation av Länsstyrelsen i Stockholm län [4]. Detta bedöms vara ett osannolikt scenario.

Scenariot utgår från att endast bensin är bränslet som läcker ut och förbränns. Detta ses som ett konservativt antagande eftersom andra drivmedel som ger mindre omfattande konsekvenser finns på drivmedelsstationen.

Slutgiltig handling

En pöl med area på 300 m<sup>2</sup> motsvarar en radie om 10 meter. Värmestrålning från en sådan pölbrand med dessa förutsättningar motsvarar ett sammanlagt konsekvensavstånd om ca 38 meter. Eftersom avståndet mellan drivmedelsstationen och den planerade bebyggelsen är mer än 60 meter krävs inga riskreducerande åtgärder.

Transporter till drivmedelsstationen sker via Lasarettvägen som ligger söder om drivmedelsstationen. Scenarier på denna väg kommer inte ge upphov till större konsekvensavstånd än det som beräknats för drivmedelsstationen och inga riskreducerande åtgärder i förhållande till vägen krävs därför.

## 6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Resultaten från analysen visar att risknivåerna generellt ligger under eller lågt inom ALARP-området.

Individrisknivån i planområdet är under ALARP-gränsen och därmed acceptabel utan några riskreducerande åtgärder.

Samhällsriskerna är något förhöjd, men ligger lågt inom ALARP-området, med undantag för olyckor med brandfarliga vätskor på väg E45. En olycka med brandfarlig vätska (ämnesklass 3) kan resultera i en pölbrand, vars konsekvensområde som längst når ca 38 meter från olycksplatsen. Anledningen till att samhällsrisknivån är förhöjd i närområdet är att det ligger en gymnasieskola ca 22 meter från väg E45. Det avstånd som föreligger mellan väg E45 och planområdet innebär att olyckor med brandfarliga vätskor inte kommer att påverka planområdet i händelse av en olycka. En ökning av antal personer inom planområdet kommer således inte påverka samhällsriskerna och inga riskreducerande åtgärder kan vidtas inom planområdet för att reducera risknivån när det gäller denna ämnesklass och scenariot pölbrand.

Övriga scenarier som ger ett betydande bidrag till att lyfta samhällsriskerna till strax ovanför ALARP-området är utsläpp av brandfarlig gas (ämnesklass 2.1). Olyckor som härrör till denna ämnesklass kan få långa konsekvensavstånd. För att reducera risknivån med avseende på dessa scenarier är det bland annat möjligt att upprätta barriärer mellan riskkällan och skyddsvärdet. I nuläget finns redan flertalet byggnader mellan väg E45 och planområdet som kan ses som sådana barriärer som reducerar risknivåerna med avseende på olyckor med denna ämnesklass.

Känslighetsanalysen visar att resultatet är robust med avseende både på antal transporter med farligt gods och persontäthet. Beräkningarna i grundscenariot är gjorda med konservativa antaganden och känslighetsanalyserna är gjorda med 50% fler farligt gods-transporter och med 25% högre persontäthet. Dessa visar att risknivåerna endast påverkas i mindre omfattning och endast höjs marginellt inom det lägre ALARP-området.

För att utvärdera rimligheten av åtgärder kan ett nollalternativ beaktas. I detta nollalternativ genomförs inte detaljplanen och de befintliga bostäderna behålls. Detta innebär en halvering av persontätheten inom en liten andel av beräkningsområdet i jämförelse med ifall detaljplanen genomförs. Reduktionen i samhällsriskerna av detta nollalternativ blir marginellt och risknivåerna befinner sig alltså på likartade nivåer i såväl nollalternativet som i utredningsalternativet (där planen genomförs). Att bygga de planerade bostäderna bidrar därför endast en marginell ökning av samhällsriskerna jämfört med scenariot där de inte byggs. Detta beror i stor utsträckning på att detaljplanen medför en begränsad mängd ökad persontäthet som är belägen på ett långt avstånd från riskkällan (fem av de sju huskropparna är belägna utanför riskhanteringsavståndet 150 meter som normalt anses ge tillräcklig riskreduktion).

Slutgiltig handling

Riskreducerande åtgärder väljs i första hand för att skydda mot potentiella olyckor med de ämnesklasser som står för det största riskbidraget. I aktuellt fall är det inte möjligt att påverka risknivån från brandfarliga vätskor som är det scenariot som bidrar till den största förhöjningen av risknivå. Inga rimliga åtgärder kan heller rekommenderas avseende brandfarliga gaser. Detta beror på att samhällsrisknivåerna endast är på marginellt lägre nivåer (ovanför nedre ALARP-gränsen) för nollalternativet där detaljplanen inte genomförs.

Beräknade risknivåer och avståndet mellan riskkällor och planområde innebär att inga riskreducerande åtgärder för planområdet behöver vidtas. Det långa skyddsavståndet och att det finns barriärer i form av byggnader mellan E45 och planområdet innebär att de lokala förutsättningarna reducerar risknivån ytterligare. Dessa förutsättningar innebär att risknivåerna för det aktuella planområdet bedöms vara låga.

## 7 SLUTSATSER

Bengt Dahlgren AB bedömer att risknivåerna inom planområdet är låga. Den deterministiska analysen av drivmedelsstationen visar att konsekvensavstånd inte når aktuellt planområdet. Utöver detta finns partiella barriärer mellan drivmedelsstation och planområde som reducerar risknivån ytterligare. Individrisknivån avseende E45 är låg och samhällsrisknivåer för E45 i första hand kan hänföras till transporter av brandfarlig vätska (ämnesklass 3) och i andra hand brandfarlig gas (ämnesklass 2.1), vilket har varit grunden för den riskvärdering som gjorts för området.

Individrisknivån är låg på grund av det långa avstånd som råder mellan E45 och planområdet. Samhällsrisknivån är något förhöjd och ligger delvis inom ALARP-området. Dock uppkommer de högsta samhällsrisknivåerna till följd av olycksscenarier med brandfarlig vätska, vilka inte når det aktuella planområdet och vars konsekvenser därför inte kan reduceras med åtgärder inom det aktuella planområdet. Övriga olycksscenarier som höjer samhällsrisknivån strax över ALARP-gränsen hänförs till brandfarlig gas. Beräkningarna visar dock att inga åtgärder kan reducera dessa risknivåer på grund av att samhällsrisk i nollalternativet endast ligger på marginellt lägre nivåer. Utöver det stora avståndet mellan väg E45 och planområdet finns lokala förutsättningar som ytterligare reducerar risknivåerna för det aktuella planområdet i form av byggnader som utgör barriärer mellan riskkälla och planområde.

Den samlade bedömningen är att risknivån för planområdet är låg och att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

## REFERENSER

- [1] "Plan- och bygglag," SFS 2010:900.
- [2] "Miljöbalk," SFS 1998:808.
- [3] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [4] Länsstyrelsen i Stockholms län, Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000.
- [5] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering - Principer och riktlinjer, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2010.
- [6] Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., *Värdering av risk - FoU Rapport*, Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (f.d. Räddningsverket), 1997.
- [7] "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner," Boverket och MSB, 2006.
- [8] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2040 - Trafikverkets Basprognoser 2016," Trafikverket, 2016.
- [9] Statens väg- och transportforskningsinstitut, "Farligt gods - riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [10] Trafikanalys, "Lastbilstrafik - statistik för år 2014-2018," <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>, 2018.
- [11] Trafikverket, "Kartor med trafikflöden," <https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/Kartor-med-trafikfloden/>.
- [12] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2016," Trafikanalys, 2017:14.
- [13] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2017," Trafikanalys, 2018:13.
- [14] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2018," Trafikanalys, 2019:13.
- [15] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "Kartläggning av farligt godstransporter," Räddningsverket, Karlstad, September 2006.
- [16] Health and safety commission, "Major hazard aspects of the transport of dangerous substances," H.M.S.O, 1991.

- [17] A. Sarrack, "Assessment of Risk due to Vehicle accident for the Plutonium solution transfer from H-area to F-area," Westinghouse Savannah River Company, beställd av The U.S Department of Energy, South Carolina, 1996.
- [18] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5," 1997.
- [19] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg," VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.
- [20] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail," *Journal of Hazardous material*, vol. 33, pp. 229-259, 1993.
- [21] MSB, "Explosionsrisker med mineralgödsel," 2017. [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Brandfarligt--explosivt/Brandreaktiva-varor/Explosionsrisker-med-mineralgods/>. [Använd 31 10 2017].
- [22] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, 1998.
- [23] Center for Chemical Process safety of the American Institute of Chemical Engineers, *CCPS Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, 2000.
- [24] Statistiska centralbyrån, SCB, *Väder - Statistisk årsbok 2011*, 2011.
- [25] Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap, *RIB sök - propan, hämtad: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1> [2017-05-29]*.
- [26] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, 2007.
- [27] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.
- [28] Statistiska centralbyrån (SCB), "Antal personer per hushåll efter region och boendeform. År 2012-2017," [Online]. Available: [www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/HushallT29](http://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/HushallT29). [Använd 18 februari 2019].
- [29] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Guidelines for quantitative risk assessment CPR 18E (the 'Purple Book')," 1999.
- [30] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Methods for the determination of possible damage CPR 16E (the 'Green Book')," 1990.

## BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: VÄG

I denna bilaga beskrivs metodik, indata och antaganden för att beräkna frekvensen av olycksscenarioer till följd av olycka vid transport av farligt gods. Beräkningen utgörs av två steg. Det första steget utgörs av att beräkna frekvensen för olycka med en transport av farligt gods. Det andra steget utgörs av att beräkna sannolikheten för att en olycka med respektive ämnesklass ska leda till ett givet olycksscenario.

I Tabell A-1 nedan återges en beskrivning av respektive ämnesklass, potentiella konsekvenser vid olycka samt om ämnets egenskaper och antal transporter förbi området medför att denna studeras vidare i riskbedömningen.

Tabell A-1. Sammanfattning av respektive ämnesklass av farligt gods med tillhörande konsekvens.

Klass	Ämnen	Exempel	Konsekvenser	Studeras vidare i riskbedömningen
1	Explosiva varor	Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc.	Detonation som leder till tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 meter. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd.	Ja
2	Gaser			
2.1	Brandfarliga gaser (kondenserade)	Gasol, vätgas, etc.	Potentiella olycksscenarioer utgörs av jetflammor, BLEVE, gasmolnexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning.	Ja
2.2	Ikke brandfarliga, icke giftiga gaser	Inerta gaser, t.ex. kväve	Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet.	Nej
2.3	Kondenserad giftig gas	Klor, ammoniak, etc.	Utsläpp och spridning i luft som kan ge dödlig påverkan.	Ja
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja	Värmestrålning vid antändning.	Ja
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid etc.	Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxid, etc.	Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp.	Ja
6	Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med benägenhet att orsaka infektioner	Arsenik-, bly och kvicksilveralter, dimetylsulfat, cyanider etc.	Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 meter.	Nej, avstånd längre än 20 meter
7	Radioaktiva ämnen		Akut skada uppkommer ej vid olycka.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc.	Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter.	Nej, avstånd längre än 20 meter



Slutgiltig handling

9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Asbest, gödningsämnen, etc.	Ingen risk för livshotande personskada	Nej
---	----------------------------------------------	-----------------------------	----------------------------------------	-----

## Frekvens av olyckor vid transport av farligt gods

Frekvens av olyckor med transporter av farligt gods beräknas enligt VTI-metoden vilken beskrivs i rapporten *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Indata och valda parametrar i beräkningarna hämtas från denna rapport [9]. Nedanstående indata ligger till grund för beräkningarna. Längst ned återges resulterande frekvens av olycka vid transport av farligt gods Tabell A- 2.

Tabell A- 2. Indata och resulterande frekvens av olycka vid transport av farligt gods.

Variabel	Grundscenario E45 (nationell statistik TRAFAs [10])	Känslighetsanalys E45 (uppräkningsanalys transport FG)
Studerad sträckas längd [9]	1 km	1 km
ÅDT år 2040 [fordon/dygn]	11 300	16 500
ÅDT tung trafik [fordon/dygn] [11]	940	1 400
ÅDT fordon med farligt gods [fordon/dygn]	36	54
Hastighetsbegränsning [km/h]	70	70
Bebyggelsemiljö	Tätort	Tätort
Gatu-/vägtyp	Motorväg	Motorväg
Olyckskvot	0,6	0,6
Andel singelolyckor	0,3	0,3
Index för olycka med farligt gods	0,13	0,13
Frekvens av olycka med farligt gods	$1,35 \cdot 10^{-2}$	$2,02 \cdot 10^{-2}$

Vid uppräkningsanalys av antalet transporter i grundscenariot förutsätts antalet transport med farligt gods öka med samma takt som övrig trafik på Europavägar Västra Götalands län, 1,91 % [8]. Detta medför en ökning om cirka 46 %. Enligt nationell statistik från Trafikanalys (TRAFAs) utgör andelen transporter med farligt gods cirka 2,64 % av den tunga trafiken baserat på antal transportkilometer under åren 2014-2018 [10]. Antal transporter med farligt gods beräknas baserat på ÅDT för tung trafik enligt aktuella trafiknivåer. Detta motiveras av att statistik från TRAFAs för åren 2000-2018 visar på oförändrat transportarbete av farligt gods [12], [13], [14].

Vid känslighetsanalys avseende antal transporter med farligt gods genomförs en uppräkningsanalys av antal transporter med farligt gods motsvarande 50 %.

Frekvensen av olyckor med farligt gods där det sker ett utsläpp beräknas som produkten av frekvensen för en olycka med farligt gods och indexet för farligt gods-olycka. Vid olyckor där det sker utsläpp av ämne som transporteras i tjockväggig tank reduceras frekvensen med 1/30-del [9].

## FÖRDELNING AV ÄMNESKLASSER (ADR-S)

I grundscenariot fördelas ämnesklasserna baserat på statistik över antal körda kilometer från TRAFAs under åren 2014-2018 [10]. I statistiken återges antal körda kilometer samlat för ämnesklass 2. Andelen av respektive underklass 2.1, 2.2 respektive 2.3 baseras på statistiken av transporterade mängder enligt statistik från mätningar under år 2006 [15].

I Tabell A-3 nedan presenteras en sammanställning av andel och resulterande antal transporter av respektive ämnesklass per år.

Tabell A-3. Andel transporter av respektive ADR-S klass.

ADR-klass	Grundscenario Statistik TRAFAs
1 Explosiva ämnen och föremål	0,52 %
2.1 Brandfarliga gaser	6,97 %
2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas	22,46 %
2.3 Giftiga gaser	0,05 %
3 Brandfarliga vätskor	45,79 %
4 Brandfarliga fasta ämnen	1,99 %
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,39 %
6 Giftiga och smittfarliga ämnen	5,96 %
7 Radioaktiva ämnen	0,00 %
8 Frätande ämnen	10,74 %
9 Övriga farliga ämnen	3,14 %

## Händelseträdsmetodik – olyckor på väg

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik vid olyckor på väg. Händelseträden ser olika ut för respektive ADR-klass och redovisas nedan tillsammans med tillhörande antaganden och förutsättningar.

### ADR-S klass 1- Explosiva ämnen och föremål

En explosion av klass 1 förväntas kunna uppstå till följd av stötinitiering samt att en brand uppkommer och sprids till lasten. Det är främst ämnesklass 1.1 som utgörs av ämnen som kan leda till massexlosion där hela lasten exploderar i princip samtidigt. Det finns begränsat med statistik över hur mycket av klass 1 som utgörs av klass 1.1, därför görs det konservativa antagandet att samtliga ämnen inom ämnesklass 1 kan leda till massexlosion.

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt H.M.S.O kan en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka ske med en sannolikhet av 0,2 % [16].

Slutgiltig handling

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i fordonet som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för att en brand uppstår i fordonet ansätts till 2 % [17]. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten ansätts till 50 % [18].

Den maximalt tillåtna transportmängden av explosiva ämnen i EX III-klassade fordon på väg är 16 ton. Det bedöms däremot vara osannolikt med så stora mängder i en transport av både säkerhetsskäl samt att det sällan finns skäl att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transportererna förväntas endast inrymma några hundra kilo vilket särskilt gäller transporter med ämnesklass 1.1. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexplosion utgörs av nedanstående.

Tabell A-4. Fördelning explosionslast vid olycka med ADR-S-klass 1.

Explosionslast	Väg	Sannolikhet
Litet	500 kg	60 %
Medelstort	1 ton	39 %
Stort	16 ton	1 %

## ADR-S klass 2 - Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Tryckkondenserade gaser transporteras i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet.

Sannolikheten för ett utsläpp är likt beskrivet ovan 1/30 av sannolikheten för utsläpp vid olycka med tunnväggig tank [9].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage till följd av olycka ansätts enligt Tabell A-5 nedan [9]. I tabellen framgår även de ansatta sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar vid utsläpp av brandfarlig eller giftig gas. Beräkningarna görs för två värdetyper: neutral stabilitetsklass (D) och 5 m/s samt måttligt instabil stabilitetsklass (B) och 2 m/s. Stabilitetsklass D förväntas 80 % av tiden och stabilitetsklass B förväntas 20 % av tiden [19].

Tabell A-5. Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med ADR-S-klass 2.1 och 2.3

Utsläppsstorlek	Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas	Sannolikhet	Värdertyp och sannolikhet
Litet	1 cm	62,5 %	2 m/s, Stabilitetsklass B, 20 %
			5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 %
Medelstort	3 cm	20,8 %	2 m/s, Stabilitetsklass B, 20 %
			5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 %
Stort	11 cm	16,7 %	2 m/s, Stabilitetsklass B, 20 %
			5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 %

Slutgiltig handling

### KLASS 2.1 BRÄNNBARA GASER

För klass 2.1 *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en intilliggande vagn.

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 50 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på väg. Motsvarande värden är 20 respektive 80 % för utsläpp av mer än 1500 kg [20]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

Tabell A-6. Sannolikhet för olika olycksscenarier vid olycka med ADR-S klass 2.1.

Utsläppsstorlek	Olycksscenario	Sannolikhet
Litet	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	65 %
	Ingen antändning	20 %
Medelstort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	65 %
	Ingen antändning	20 %
Stort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	65 %
	Ingen antändning	20 %

En BLEVE antas kunna inträffa om en jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Sannolikheten för att en jetflamma leder till en BLEVE bedöms vara mycket liten och antas konservativt vara 1 %.

### ADR-S klass 3 - Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor. Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Slutgiltig handling

Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [19]. Sannolikheten för utsläppsstorlek baseras på ett antagande om att transportererna sker med tankbilar med släp. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [16].

Tabell A-7. Utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar vid olycka med ADR-S klass 3.

Utsläppsstorlek	Storlek	Sannolikhet	Sannolikhet för antändning
Litet	50 m <sup>2</sup>	25 %	3,3 %
Medelstort	200 m <sup>2</sup>	25 %	3,3 %
Stort	400 m <sup>2</sup>	50 %	3,3 %

## ADR-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand eller vara självantändande. Vid blandning med organiskt material kan ett explosionsartat brandförlopp ske. För att en blandning mellan oxiderande ämne och organiskt bränsle ska detonera krävs en homogen blandning med tillförsel av tillräckligt stor energi. Explosion kan även ske om ämnet utsätts för en kraftig brand.

Representativt ämne utgörs av ammoniumnitrat som kan transporteras i såväl fast som flytande form.

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensen) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [21]. Sannolikheten för ett utsläpp givet olycka beräknas med index för farligt godsolycka. Sannolikheten för ett samtida läckage av fordonets drivmedel och en att ämnena blandas antas grovt uppgå till 10 %. Sannolikheten för en efterföljande antändning antas till 3,3 % [16] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår i samband med olyckan som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [17], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1%.

### TRANSPORTERAD MÄNGD

Maximal mängd i en transport förutsätts vara 16 ton. Det antas däremot vara osannolikt att en så pass stor mängd bildar en explosiv blandning med organiskt material alternativt att påverkan från en intelligande brand leder till att hela lasten exploderar.

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [18]. Med antagandet att 400 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 3 ton. Det förutsätts konservativt att detta motsvarar en explosionslast om 3 ton TNT.

Slutgiltig handling

Tabell A-8. Fördelning explosionslast vid olycka med ADR-S klass 5.

<i>Storlek</i>	<i>Mängd</i>	<i>Sannolikhet</i>
Litet	3 000 kg	99 %
Stort	16 000 kg	1 %

### ADRS-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Vid olyckor med ämnesklass 6 och 8 förutsätts olyckor endast kunna leda till dödliga konsekvenser i olyckans direkta närhet.

Sannolikheten för att godset ska kunna påverka människor antas bero av läckage eller utsläpp från lasten, vilket skattas med index för farligt godsolycka. Sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar förutsätts uppgå till 62,5 % för litet utsläpp, 20,8 % för mellan utsläpp och 16,7 % för stort utsläpp.

## BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: VÄG

I denna bilaga redovisas de konsekvensberäkningar som ligger till grund för riskanalysen. Konsekvens definieras i form av ett konsekvensavstånd inom vilket de människor som befinner sig utomhus kan förväntas omkomma. För olycksscenarioer vars utredning inte är cirkulär återges även den vinkel/andel av cirkeln som krävs för att beräkna konsekvensområdet för respektive scenario.

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar vid väggkant närmast området.

### ADR-S klass I

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstöt vågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstöt vågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [22].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1% dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [22]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20–40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [18].

För att ta hänsyn till såväl de direkta som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa.

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [23]. I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT. Nedan presenteras de beräknade konsekvensavstånden.

Tabell B-1. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 1.

Scenario	Explosionslast	Avstånd [meter]
Litet	500 kg	25
Medelstort	1 ton	35
Stort	16 ton	80

Slutgiltig handling

## ADR-S klass 2

ADR-S klass 2 delas upp i två klasser: ADR-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och ADR-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass (D) och 5 m/s samt måttligt instabil stabilitetsklass (B) och 2 m/s.

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7°C [24].

### ADR-S KLAS 2.1

Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier har använts vid beräkningarna och utgör kriteriet för när 50 % av individerna kan antas omkomma [22], [25]:

- Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m<sup>2</sup> för varaktighet 1 minut.
- Gasmolnsexplosion: koncentration på 2,3 vol.-% vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.
- BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m<sup>2</sup> för varaktigheten ca 12 sekunder.

Tabell B-2. Indata till konsekvensberäkningar vid olycka med ADR-S-klass 2.1.

	Parameter	Värde
Omgivning	Vindriktning	Mot området
	Vädertyp	Stabilitetsklass D, 5 m/s Stabilitetsklass B, 2 m/s
	Ytråhet	Stad eller skog
Källa	Ämne	Propan (tryckkondenserad)
	Tankdiameter	2 meter
	Tanklängd	18 meter
	Lagringstemperatur	7 °C
	Mängd ämne i tank	Väg: 20 ton

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd samt den vinkel som motsvarar jetflammans utbredning i sidled.

Tabell B-3. Konsekvensavstånd jetflamma vid olycka med ADR-S-klass 2.1.

Scenario	Hålstorlek	Konsekvensavstånd	Vinkel (utbredning)
Litet	1 cm	10 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind)	45 grader
Medelstort	3 cm	25 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind)	45 grader
Stort	11 cm	70 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind)	45 grader



Slutgiltig handling

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd vid gasmolnexplosion. Spridningsvinkeln som symboliserar gasmolnets utbredning i sidled uppgår i genomsnitt till 40 grader.

Tabell B-4. Konsekvensavstånd gasmolnexplosion vid olycka med ADR-S-klass 2.1.

Utsläppsstorlek	Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas	Vädertyp	Konsekvensavstånd [meter]
Litet	1 cm	2 m/s, Stabilitetsklass B	15
		5 m/s, Stabilitetsklass D	10
Medelstort	3 cm	2 m/s, Stabilitetsklass B	45
		5 m/s, Stabilitetsklass D	35
Stort	11 cm	2 m/s, Stabilitetsklass B	200
		5 m/s, Stabilitetsklass D	140

Beräknat konsekvensavstånd för BLEVE uppgår till 225 meter med cirkulär utbredning.

### ADR-S KLASS 2.3 – GIFTIG GAS

Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [26].

Tabell B-5. Indata till konsekvensberäkningar för ADR-S-klass 2.3.

	Parameter	Värde
Omgivning	Vindriktning	Mot området
	Vädertyp	Stabilitetsklass D, 5 m/s
		Stabilitetsklass B, 2 m/s
	Yträhet	Stad eller skog
Källa	Ämne	Svaveldioxid (tryckkondenserad)
	Tankdiameter	2 m
	Tanklängd	18 m
	Mängd i tanken	Väg: 25 ton
	Lagringstemperatur	7 °C

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd och spridningsvinkeln uppgår till cirka 45 grader vid 2 m/s och 17 grader vid 5 m/s i samtliga fall. Vilket ger ett medelvärde om cirka 22 grader.

Tabell B-6. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 2.3.

Utsläppsstorlek	Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas	Vädertyp	Konsekvensavstånd [meter]
Litet	1 cm	2 m/s, Stabilitetsklass B	70

Slutgiltig handling

Utsläppsstorlek	Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas	Vädertyp	Konsekvensavstånd [meter]
		5 m/s, Stabilitetsklass D	70
Medelstort	3 cm	2 m/s, Stabilitetsklass B	220
		5 m/s, Stabilitetsklass D	200
Stort	11 cm	2 m/s, Stabilitetsklass B	800
		5 m/s, Stabilitetsklass D	750

### ADR-S klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [27].

Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för Klass 3.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> för varaktighet 1 minut [22]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oaktat exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m<sup>2</sup> förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut.

Beräknade konsekvensavstånd återges nedan.

Tabell B-7. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 3.

Utsläppsstorlek	Storlek	Konsekvensavstånd [meter]
Litet	50 m <sup>2</sup>	10
Medelstort	200 m <sup>2</sup>	25
Stort	400 m <sup>2</sup>	35

### ADR-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar och skadekriterier ansätts likt för ADR-S klass 1-Explosiva ämnen ovan.

Beräknade konsekvensavstånd återges nedan.

Slutgiltig handling

Tabell B-8. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 5.

<i>Scenario</i>	<i>Explosionslast</i>	<i>Konsekvensavstånd [meter]</i>
Litet	3 000 kg	45
Stort	16 000 kg	80

### ADR-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Några konsekvenser utanför olyckans direkta närhet bedöms inte kunna förekomma.

Konsekvensavstånd uppgår till

Tabell B-9. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 6 och 8.

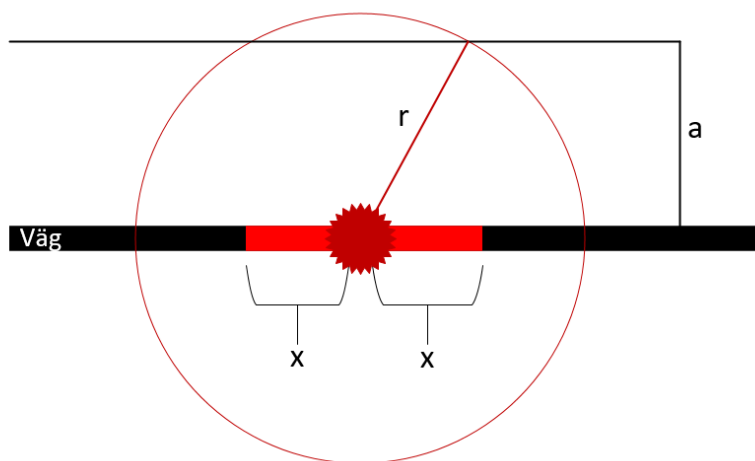
<i>Utsläppsstorlek</i>	<i>Sannolikhet</i>	<i>Konsekvensavstånd [meter]</i>
Litet	62,5 %	5
Medelstort	20,8 %	10
Stort	16,7 %	15

## BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR

I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk har genomförts.

### Individrisk

Frekvens av en olycka med farligt gods beräknas längs en sträcka om 1 kilometer som i de flesta fall är längre än olycksscenariernas konsekvensavstånd. Frekvensen för respektive olycksscenario måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur E-0-1 och Ekvation 1.



Figur E-0-1. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.

$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{r^2 - a^2}}{L}$$

Ekvation 1

Variabel	Förklaring
$IR_{x,y,i}$	Individrisk för olycksscenario.
$f_i$	Frekvens för olycksscenario (justerad för spridningsvinkel).
$L$	Längden på vägsträckan (vanligtvis 1 000 meter).
$r$	Konsekvensavstånd.
$a$	Avståndet från utsläppskällan.
$x(\sqrt{r^2 - a^2})$	Del av vägsträcka som olyckan sker på och påverkar individen på visst avstånd från transportled.

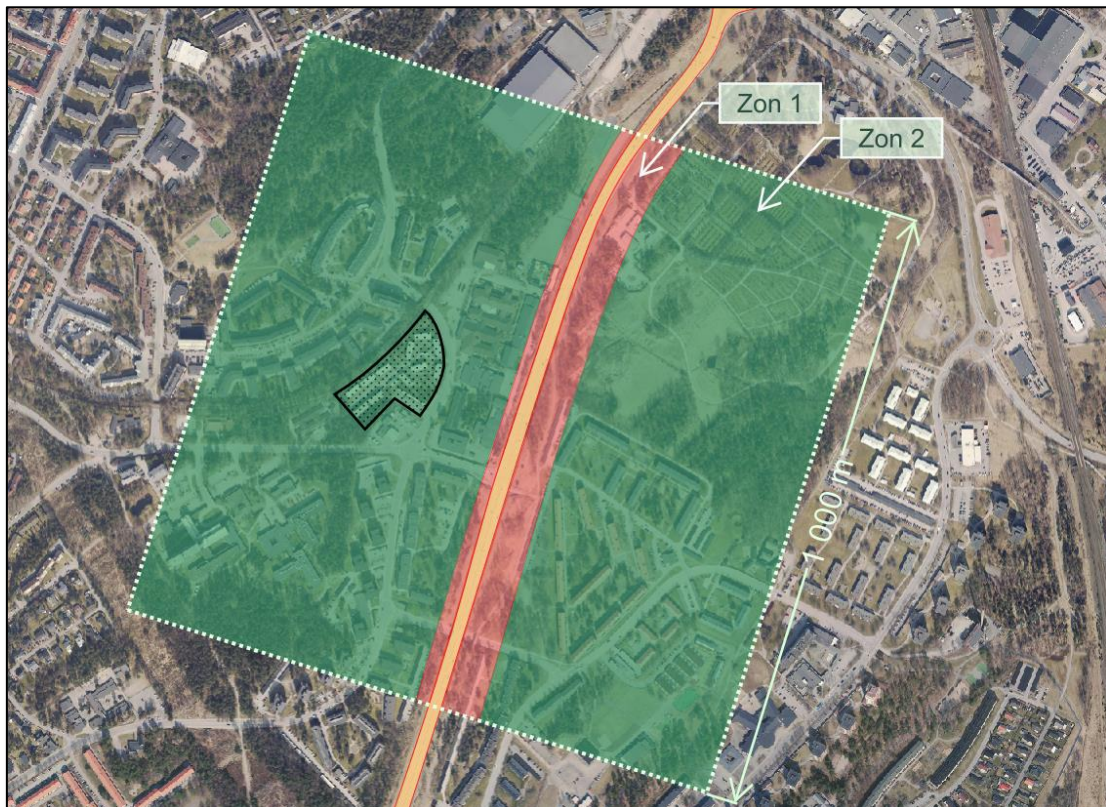
Slutgiltig handling

### Samhällsrisk

I detta avsnitt återges indata för beräkning av samhällsrisknivån. Vid beräkningar av samhällsrisknivåer har en vägsträcka om 1 kilometer förbi planområdet studerats [9].

### Befolkning och zonindelning

Persontätheterna längs den 1 kilometer långa sträckningen ansätts i två zoner på vardera sida om E45 enligt Figur C-1 nedan.



Figur C-1. Zonindelning längs den 1 kilometer långa sträckningen förbi planområdet.

Den bebyggda delen av områdena väster och öster om E45 består främst av flerbostadshus. Västerut finns även gymnasier, där det närmsta (Magnus Åbergsgymnasiet) är beläget ca 22 meter från väggkant och inhyser ca 750 personer. De områden som är belägna inom kvadratkilometern är Karlstorp, Kronogården och Hjortmossen. Inget av områdena inryms helt inom kvadratkilometern.

Väster om E45 antas 50 % (1 400 st.) av det totala antalet personer i Karlstorp (2 800 st.) befinna sig, medan den del av Karlstorp som är belägen öster om E45 utgörs av kyrkogård och är bebyggelsefri. I den nordvästra delen av kvadratkilometern finns en del av Hjortmossen som helt utgörs av ett parkområde och är bebyggelsefritt. Konservativt antas 5 % (160 st.) av Hjortmossens totala antal personer (3 200 st.) befinna sig inom detta område. Tillskottet av den

Slutgiltig handling

nya detaljplanen Kuratorn 2 antas vara ca 450 personer (differens mellan 370 bostäder i framtiden och 144 bostäder i dagsläget, där 2 personer per lägenhet antas, hyresrätt [28]).

Öster om E45 finns förutom den oobebyggda delen av Karlstorp även området Kronogården. Detta område är i sin tur uppdelat i Kronogården N, V och S. Inom kvadratkilometern inryms endast delar av Kronogården N och V (som tillsammans antas utgöra hälften av befolkningen i hela Kronogården). Ca hälften av invånarna i Kronogården N och en tredjedel av Kronogården V antas befinna sig inom kvadratkilometern, vilket tillsammans utgör ca 500 av Kronogårdens totala befolkning på 5 800 personer.

Samtliga områden som nämnts ovan och som ingår i kvadratkilometern skrivs fram med 10 % för att göra antagandena mer konservativa samt för att spegla en befolkningstillväxt till horisontåret i riskbedömningen. Magnus Åbergsgymnasiet ingår inte i framskrivningen då området utan anses vara exploaterad och utbyggd redan. Detsamma gäller i känslighetsanalysen då en ytterligare framskrivning/multiplikation görs med 25 % (se kapitel *Riskanalys*).

Strax norr om planområdet har en detaljplan med syfte att uppföra två nya flerbostadshus med ca 50 lägenheter antagits av kommunstyrelsen. Beslutet har dock ej vunnit laga kraft utan har överklagats till mark- och miljödomstolen. Det tillskott av personer i området som kan komma att uppstå till följd av att detaljplanen godkänns beaktas därför ej i denna utredning.

I Tabell C-1 nedan sammanställs de persontätheter som ansätts i respektive zon.

Tabell C-1. Persontätheter i respektive zon längs E45.

	Väst	Öst
<b>Zon 1</b>	<b>0-22 meter</b>	<b>0-62 meter</b>
Karaktär	Företrädesvis bebyggelsefritt	Företrädesvis bebyggelsefritt
Persontäthet	5 pers/km <sup>2</sup>	5 pers/km <sup>2</sup>
<b>Zon 2</b>	<b>Bortom 22 meter</b>	<b>Bortom 62 meter</b>
Karaktär	Gymnasium Flerbostadshus Idrottshall Handel Park	Flerbostadshus Kyrkogård
Persontäthet	3 700 pers/km <sup>2</sup>	900 pers/km <sup>2</sup>

### Viktning av persontäthet

Personer som bor och/eller arbetar inom ett område befinner sig inte konstant inom detta område. Detta har beaktats i den kvantitativa bedömningen. Av boende antas 100 % av personer befinna sig i området mellan kl. 17-07 och 20 % mellan kl. 07-17. Detta medför en genomsnittlig närvaro om 67 % över tid. I kontor, gymnasieskolor och förskolor antas att 100 % av personerna är närvarande mellan kl. 8-17 under vardagar och att lokalerna är tomma resterande delar av dygnet och under helger. Det medför en genomsnittlig närvaro om cirka 25 % över tid.

Slutgiltig handling

### *Personer inomhus respektive utomhus*

Personer som befinner sig i den studerande kvadratkilometern är antingen helt oskyddade mot olyckor som kan ske på de studerade riskkällorna eller skyddade i olika utsträckning. Detta beror på hurvida personerna som riskerar att påverkas är fritt exponerade för potentiella konsekvenser som kan inträffa eller ifall det finns någon form av barriär mellan olycksplatsen och personerna. Beroende på vilken olycka som inträffar kan konsekvenser variera kraftigt [29]. På grund av detta varierar även effekten av barriärer beroende på vilken typ av olycka som inträffar.

En typ av barriär som kan skydda personer i det studerade området är fysiska barriärer. För en person som är utomhus kan t.ex. en byggnad utgöra en fysisk barriär som reducerar konsekvensens påverkan. En byggnad kan också fungera som en fysisk barriär för personer som befinner sig inuti byggnaden [29].

I händelse av en olycka kommer en viss andel av personerna i konsekvensområdet att befinna sig inomhus, medan andra befinner sig utomhus. Av personerna som befinner sig utomhus är en andel delvis skyddade av fysiska barriärer som beskrivits ovan, medan andra är fritt exponerade. I denna riskbedömning har hänsyn tagits till den skyddande effekt som uppkommer av att personer som befinner sig inomhus när det gäller brandfarliga och giftiga gaser (ämnesklass 2.1 och 2.3) för det undersökta området.

I beräkningarna förutsätts att olyckor som härrör från gaser påverkar personer som befinner sig inomhus med 10 % av den konsekvens som påverkar personer som befinner sig fritt exponerade utomhus [29]. Om friskluftsintag placeras högt eller på skyddat läge från riskkällorna ökar den riskreducerande effekten av att befinna sig inomhus [30]. I beräkningarna har ingen annan hänsyn tagits till att personer befinner sig inomhus och samtliga inom det studerade området antas således befinna sig utomhus, fritt exponerade för olyckor inom övriga ämnesklasser.

Slutgiltig handling

## BILAGA D - DETERMINISTISK ANALYS DRIVMEDELSSTATION

I denna bilaga redogörs för olycksscenario för drivmedelsstationen som ligger ca 60 meter från aktuellt område samt beräkning av konsekvensavstånd för detta scenario.

### Olycksscenario

Ett olycksscenario som är tänkbart för drivmedelsstationen är ett större utsläpp av drivmedel i samband med påfyllning följt av antändning. Utsläppet leder till pölbildning och antändning leder till en pölbrand med värmestrålning som följd. Strålningen från denna brand kan innebära dödsfall för människor i närheten.

### Beräkning av konsekvensavstånd

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [27].

Bensin är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för drivmedelsstationerna, vilket ses som ett konservativt antagande.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbranden.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar inte strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> för varaktighet 1 minut [22]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m<sup>2</sup> förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga personer få 2:a gradens brännskador, men alla som får 2:a gradens brännskador omkommer inte.

Förbränningsvärme ansätts till 44,7 MJ/kg och massavbrinningshastighet ansätts till 0,048 kg/m<sup>2</sup>s. Pöldiametern ansätts till 300 m<sup>2</sup> vilket genererar en pölradie på ca 9,8 meter. Avgiven effekt av sådan brand uppgår till ca 644 MW med en avgiven effekt i form av strålning på ca 193 MW. Riskavståndet från flamfronten resulterar i ca 28,3 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till ca 38,0 meter