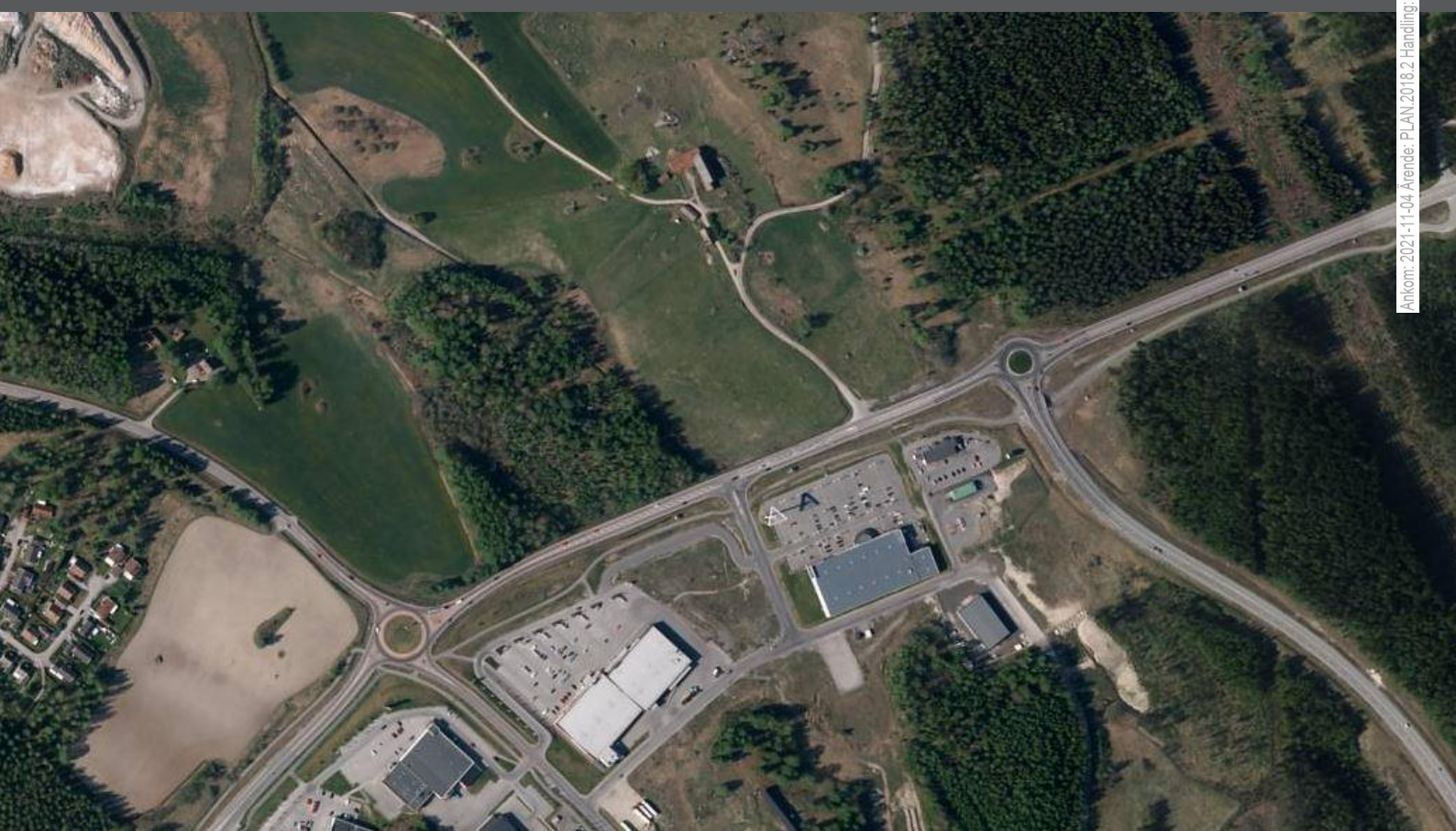


# Riskbedömning

Detaljplan för del av fastigheten Lövåsen 3:1 – Katrineholm  
SLUTGILTIG HANDLING



Ankom: 2021-11-04 Arende: PLAN.2018.2 Handling: 663091

## DOKUMENTINFORMATION

Beställare: Katrineholms kommun, via Structor Nyköping

Kontaktperson: Johan Rodéhn, Structor Nyköping

Uppdragsnamn: Riskbedömning MKB Lövåsen

Uppdragsnummer: 1002-116

Uppdragsledare: Joel Omran



Handläggare: Ludvig Wallmann



Kvalitetsgranskning: Anna-Karin Davidsson



Status: Slutgiltig handling

Datum: 2021-11-04

## SAMMANFATTNING

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Katrineholms kommun, via Structor Nyköping, att genomföra en riskbedömning för detaljplanen Lövåsen-Uppsala som syftar till att möjliggöra för truckstopp, drivmedelsstationer med omkringliggande vägre Restauranger, detaljhandel, kontor, industri samt möjlighet till övernattnng. Detaljplaneområdet ligger inom fastigheten Lövåsen 3:1 längs med väg 57 i Katrineholm.

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag för att i detaljplanen kunna hantera olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods samt andra riskfyllda verksamheter på ett tillfredsställande sätt enligt Plan- och bygglagen. Målet är att bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet genom att beakta riskerna för planområdet och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som rimligen krävs.

Planområdet ligger längs med väg 57 som är en primär transportled för farligt gods, vilket innebär att vägen är en del av huvudvägnätet för farligt godstransporter. Väg 57 bedöms därför vara en riskkälla tillsammans med de tillkommande drivmedelsstationerna och en planerad förbifart genom planområdet till väg 56. Dessa har utretts inom denna riskbedömning.

Resultatet av genomförd riskbedömning avseende risker kopplade till transporter av farligt gods på väg 57 och planerad förbifart till väg 56 ger en individrisk som ligger inom ALARP-området fram till 29 meter från riskkällan. På större avstånd anses risknivån vara acceptabel.

Drivmedelsstationerna bedöms vara möjliga att placera inom planområdet, men behöver följa de lagkrav och riktlinjer som finns inom Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE). Exempelvis måste ett avstånd på 25 meter från väggkant till bebyggelsen inom planområdet finnas. Dessa avstånd hanteras dock inom kommande tillståndsprövning enligt LBE och regleras därmed inte i detaljplanen. Det är dock viktigt att detaljplanen inte omöjliggör att nödvändiga åtgärder uppförs. Vid beräkning av strålningspåverkan vid pölbrand, vilket kan uppstå när exempelvis bensin brinner, bedöms även ett avstånd på 18 meter ifrån påfyllningsanslutningens spillzon vara nödvändigt. Vid eventuell försäljning av fordonsgas kan avstånden behöva bli längre. Samhällrisken för området ligger inom den lägre delen av ALARP, vilket innebär att åtgärd ska övervägas. De riskkällor som bidrar till samhällsrisken är transport av farligt gods på väg 57 och befintligt väg 56 samt på framtida förbifart genom planområdet till väg 56.

För att höja säkerheten inom planområdet har flertalet riskreducerande åtgärder identifierats. För planområdet i sin helhet ska följande åtgärder övervägas:

- Utforma planområdet så att stadigvarande vistelse utomhus undviks inom 29 meter från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart väg 56.
- Entréer och utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från väg 57 och planerad förbifart till väg 56.

- Friskluftsintag placeras på tak och riktas bort ifrån väg 57, planerad förbifart till väg 56 och drivmedelsstationer.

Därutöver gäller följande åtgärder ifall bebyggelse uppförs inom de avstånd som nämns ovan för väg 57 och planerad förbifart till väg 56 genom planområdet, samt från påfyllnadsanslutning vid drivmedelstationen:

- Fasader inom 20 till 29 meter från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart till väg 56 utförs i obrännbart material alternativt ska ha lägst brandteknisk klass EI30 och fönster utförs ej öppningsbara samt har lägst brandteknisk klass EW30. Inga fasader rekommenderas inom 20 meter från dikeskanten närmast planområdet.
- Fasader inom 18 meter från påfyllnadsstationens spillzon utförs i obrännbart material alternativt har lägst brandteknisk klass EI30 och fönster är ej öppningsbara samt har lägst brandteknisk klass EW30.

## INNEHÅLL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Inledning.....</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1. Syfte och mål.....  | 6         |
| 1.2. Avgränsningar .....   | 6         |
| 1.3. Underlagsmaterial .....   | 6         |
| 1.4. Disposition .....   | 6         |
| <b>2. Förutsättningar .....</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1. Områdesbeskrivning .....  | 8         |
| 2.2. Planområde och planerad markanvändning .....  | 9         |
| <b>3. Omfattning av riskhantering .....</b>  | <b>11</b> |
| 3.1. Kravbild.....   | 11        |
| 3.2. Metod och genomförande .....  | 14        |
| 3.3. Åtgärder.....   | 16        |
| <b>4. Riskidentifiering .....</b>  | <b>17</b> |
| 4.1. Transporter av farligt gods på väg 57 .....   | 17        |
| 4.2. Transporter av farligt gods på ny förbifart till väg 56.....  | 18        |
| 4.3. Drivmedelsstationer.....  | 18        |
| <b>5. Riskanalys och riskvärdering .....</b>   | <b>21</b> |
| 5.1. Transporter av farligt gods på väg 57 och förbifart till väg 56 .....                               | 21        |
| 5.2. Drivmedelsstationer.....  | 23        |
| 5.3. Osäkerheter och känslighetsanalys .....   | 26        |
| 5.4. Riskvärdering .....   | 29        |
| <b>6. Åtgärder och kommande riskhantering .....</b>  | <b>31</b> |
| 6.1. Riskreducerande åtgärder som hanteras inom detaljplanen .....                                       | 31        |
| 6.2. Övriga riskreducerande åtgärder .....   | 32        |
| 6.3. Effekt av åtgärder .....  | 32        |
| <b>7. Slutsatser .....</b>   | <b>33</b> |
| <b>Referenser .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>Bilaga A Olycksscenarier för olycka med transport av farligt gods .....</b>                           | <b>1</b>  |
| <b>Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Indata och metod .....</b>    | <b>2</b>  |
| <b>Bilaga C Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Händelseträdsmetodik.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods .....</b>                     | <b>10</b> |
| <b>Bilaga E Riskuppskattningar för pölbrand.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>Bilaga F Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods.....</b>                    | <b>23</b> |
| <b>Bilaga G Referenslista Bilaga A-E.....</b>  | <b>31</b> |

## 1. INLEDNING

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Katrineholms kommun, via Structor Nyköping, att ta fram beslutsunderlag för att hantera aspekter kopplade till risk och säkerhet i pågående detaljplanearbete. Nedan ges en kortfattad introduktion till uppdraget och dess avgränsningar.

### 1.1. Syfte och mål

Riskbedömningen ska utgöra ett tillfredsställande och heltäckande beslutsunderlag avseende olycksrisker för att möjliggöra att hänsyn tas till de krav som Plan- och bygglagen<sup>1</sup> ställer i planprocessen på att bebyggelse ska lokaliseras och utformas så att den blir lämplig med hänsyn till människors hälsa och säkerhet.

Syftet med uppdraget är att kartlägga och beskriva hur risksituationen kommer att påverkas av planförslaget, med hänsyn till vissa tekniska olycksrisker. Målet med uppdraget är att analysera olycksrisker för att, baserat på konsekvenserna av den förändrade risksituationen som planförslaget innebär, bedöma behovet av riskreducerande åtgärder.

### 1.2. Avgränsningar

Uppdraget är avgränsat till att behandla tekniska olycksrisker med en direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Eventuella hälsoeffekter till följd av långvarig exponering behandlas inte (till exempel buller, elektromagnetisk strålning och avgaser). Hänsyn tas inte heller till suicidrisk, sociala risker eller klimatrelaterade risker.

### 1.3. Underlagsmaterial

Vid genomförandet av denna riskbedömning har följande underlagsmaterial funnits tillgängligt:

- Plankarta för planområdet, arbetsmaterial<sup>2</sup>.
- Planbeskrivning, arbetshandling<sup>3</sup>.

Övriga underlagsmaterial som använts vid riskbedömningen refereras till löpande i texten.

### 1.4. Disposition

Riskbedömningen har lagts upp enligt följande:

- Kapitel 1 omfattar bakgrund och introduktion till uppdraget.
- Kapitel 2 ger en beskrivning av detaljplanen och dess omgivning. Detta ger en bild av planerad markanvändning samt fungerar som underlag till riskidentifieringen.

- Kapitel 3 beskriver uppdragets omfattning av riskhantering samt vilket metodval som gjorts.
- Kapitel 4–6 omfattar en riskidentifiering, riskanalys och värdering av erhållna risknivåer samt en osäkerhetshantering av dessa. Vid behov anges förslag på åtgärder.
- Kapitel 7 redovisar slutsatser.

## 2. FÖRUTSÄTTNINGAR

I detta kapitel beskrivs planområdet samt dess närmaste omgivning.

### 2.1. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet är lokaliserat nordöst om Katrineholms stadskärna längs riksväg 57 som sträcker sig från Katrineholm till Järna och E4:an i öster. Riksväg 57 är en rekommenderad primär transportled för farligt gods<sup>4</sup>. Söder om planområdet finns bebyggelse i form av handel och restauranger såsom Burger King och butikerna Mio, Biltema, MatPiraten och Dollarstore, samt riksväg 56 som också är en rekommenderad primär transportled för farligt gods<sup>17</sup>. På planområdets västra sida finns villaområden på cirka 430 meters avstånd och en återvinningscentral på ett avstånd av cirka 270 meter. Resterande områden runt det aktuella planområdet är främst skog, men även en del åkermark. I anslutning till planområdets norra sida finns gården Uppsala gård, vars bostadshus brann 2011 och har sedan dess inte återuppförts, se Figur 1.



Figur 1. Karta över det aktuella planområdet med planområdet markerat i blått. (karta från eniro.se)



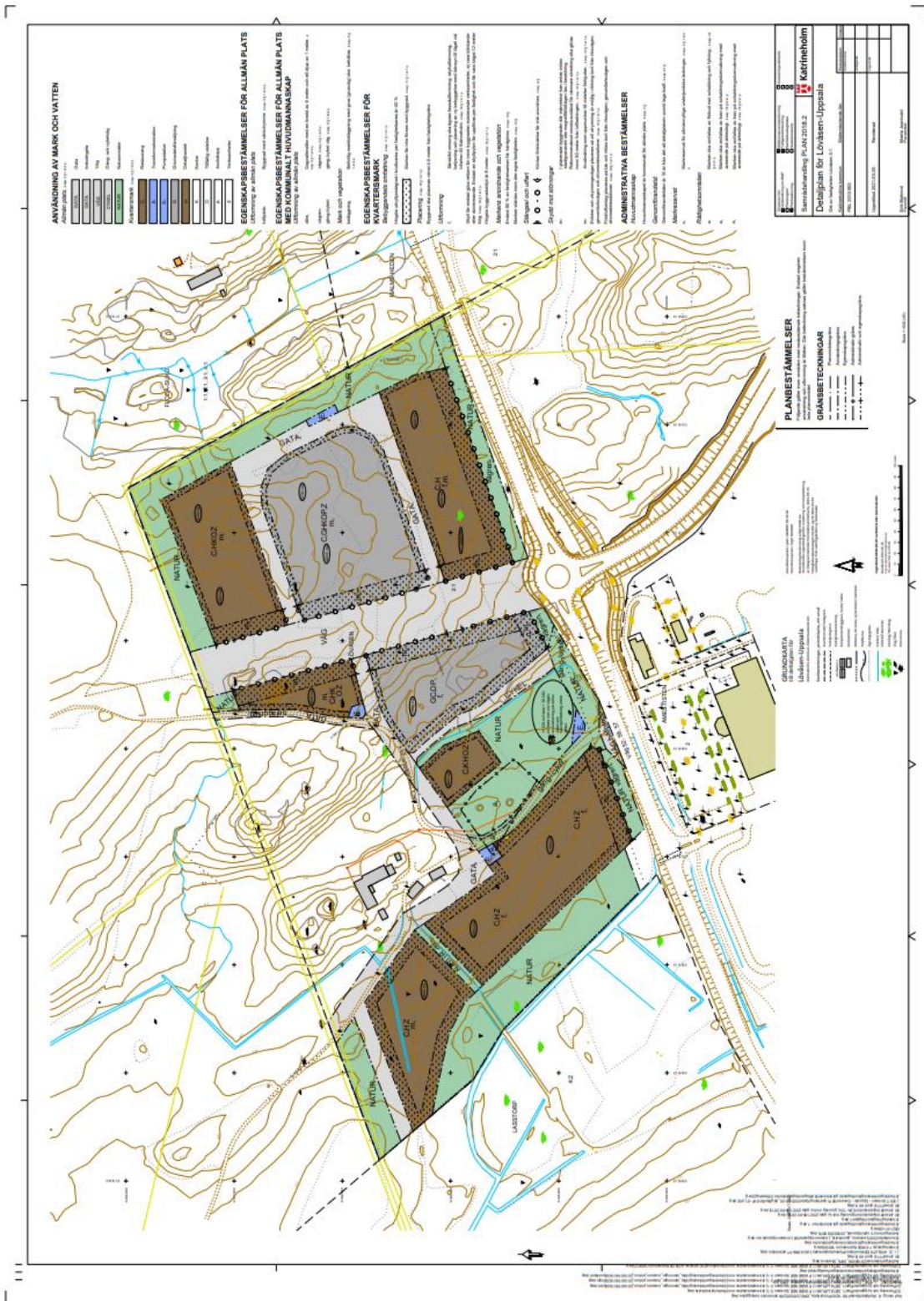
## 2.2. Planområde och planerad markanvändning

Detaljplanen syftar till att på fastigheten Lövåsen 3:1 möjliggöra truckstopp, drivmedelsstationer med omkringliggande vägre Restauranger, detaljhandel, kontor, industri samt möjlighet till övernattnig, se Figur 3. Detta på grund av att det bedöms vara brist på etableringsbar mark för verksamheter så som bilservice och drivmedelsförsäljning<sup>3</sup>. Med möjlighet till övernattnig menas dels att truckstopp är organiserad tillfällig övernattnig för långtradarchaufförer, dels att ett hotell eller vandrarhem eventuellt kommer uppföras. Måtten för bebyggelsen ska överensstämma med handelsbebyggelsen på väg 57 södra sida. Högsta byggnadshöjd är 9 meter. Pyloner är tillåtet upp till 27 meter, men kommer enligt planförslaget att bli lägre.

Planområdet sträcker sig längs med väg 57 och är planerat med ett bebyggelsefritt avstånd på cirka 29 meter från riskkällan<sup>3</sup>. Längs med väg 57 finns i dagsläget ett dike, se Figur 2. Genom planområdet är en vägkorridor planerad som start för en framtida förbifart till väg 56.



Figur 2. Vy över planområdet längs med väg 57. (bild från Google Maps).



Figur 3. Plankarta för planområdet.<sup>2</sup>

## 3. OMFATTNING AV RISKHANTERING

I detta kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering i förhållande till gällande kravbild. Likaså beskrivs genomförandet och vilken metodik som används.

### 3.1. Kravbild

Att beakta olycksrisker i de avvägningar som görs vid fysisk planering bottnar i krav i Plan- och bygglagen<sup>1</sup>. Kraven innebär att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion.

Vid beaktande av olycksrisker kopplade till verksamheter så som drivmedelsstationer, ställs krav enligt Lagen om brandfarliga och explosiva varor<sup>5</sup> (LBE). Kraven syftar till att hindra, förebygga och begränsa olyckor med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet.

Andra riskkällor kan även behöva beaktas, men dessa finns det inte några riktlinjer för. Behöver dessa analyseras görs det med metodval anpassade till respektive riskkälla. I detta avsnitt redovisas riktlinjer och krav kopplat till transporter med farligt gods och verksamheter som hanterar brandfarliga och explosiva varor.

#### 3.1.1. Riktlinjer för transporter av farligt gods

Riskbedömningen med hänsyn till transporter av farligt gods avser att uppfylla de krav på riskhantering som Länsstyrelsen Södermanlands län ställer i sin vägledning<sup>6</sup>. Länsstyrelsen rekommenderar ett riskhanteringsavstånd på 150 meter, vilket delas in i tre zoner med olika skyddsbehov, se Figur 4. Inom den mittersta zonen på ett avstånd på 30–70 meter rekommenderas drivmedelsförsörjning, mindre industri och sällanvaruhandel. Vidare rekommenderas på 70–150 meters avstånd mindre bostäder, kontor och detaljhandel. Utanför de rekommenderade avståndet på 150 meter bedöms i princip alla typer av markanvändning vara lämplig. Om planområdet inte följer de rekommenderade skyddsavstånden behöver behovet av skyddsåtgärder bedömas genom en riskanalys.



**Figur 4. Skyddsavstånd för olika markanvändningar enligt Länsstyrelsen Södermanlands län vägledning för bebyggelse vid transportleder för farligt gods.<sup>6</sup>**

För att undersöka om ett avsteg från rekommendationerna kan motiveras genomförs en kvantitativ riskbedömning.

### 3.1.2. Krav enligt lag om brandfarliga och explosiva varor

Drivmedelsstationerna kommer att omfattas av lag om brandfarliga och explosiva varor (LBE) samt tillhörande förordningar och föreskrifter, vilken ställer krav på de verksamheter som hanterar brandfarliga varor. Den som bedriver tillståndspliktig verksamhet enligt LBE ska se till att det finns tillfredsställande utredning om riskerna för olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av brandfarliga eller explosiva varor samt om konsekvenserna av sådana händelser.

I LBE ställs bland annat krav på placering av byggnader och andra anläggningar där brandfarliga varor hanteras. Konsekvenser från anläggningen på dess omgivning och vice versa ska beaktas. Bland annat ska byggnader och andra anläggningar där brandfarliga eller explosiva varor hanteras samt anordningar för hantering av sådana varor vara inrättade på ett betryggande sätt med hänsyn till brand- och explosionsrisken samt konsekvenserna av en brand eller en explosion. De ska också vara placerade så att motsvarande krav uppfylls i förhållande till omgivningen. Det är därmed upp till verksamhetsutövaren att utifrån verksamhetens specifika riskbild planera byggnader och anläggningar med beaktande av påverkan på omgivningen.

I Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB) handbok<sup>7</sup> för applicering av lagen och föreskrifter på bensinstationer sammanfattas avstånd mellan olika riskkällor och områden/objekt i omgivningen. Några exempel på avstånd som anses relevanta för det aktuella planområdet kan ses i Tabell 1. För komplett tabell hänvisas till MSB:s handbok.

**Tabell 1. Avstånd på bensinstationer för drivmedel med flampunkt på högst 30 °C<sup>7</sup>. Enhet är meter.**

| Objekt/Riskkälla   | Påfyllnings-<br>anslutning till<br>cistern | Mätar-<br>skåp | Pejlförskruv-<br>ning | Cisternavluft-<br>ningens myn-<br>ning |
|--|--|----------------|-----------------------|--|
| Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gaturök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer | 25*  | 18             | 6                     | 12                                     |
| Stationsbyggnad  | 12   | 6              | 3                     | 6                                      |
| Starkt trafikerad väg eller gata   | 3  | 3              | 3                     | 3                                      |
| Parkeringsplatser  | 6  | 3              | 3                     | 6                                      |

\* Avståndet kan halveras om vägg mot spillzon är av obrännbart material och lägst i brandteknisk klass EI 60 utan ventilationsöppningar och brandtekniskt oklassade fönster. Hela avståndet gäller dock för in- och utgångar.

Vidare i MSB:s handbok ställs krav på spillzon vid påfyllningsanslutningen. Det anses att en spillzon på 64 m<sup>2</sup> (16x4 meter) är tillräcklig för lossning från bil med släp. Spillzonen behöver ha en helt tät ytbeläggning.

Observera att krav och ovan nämnda avstånd syftar på drivmedel inom klass 3; bensin, diesel och etanol. Om gas kommer att hanteras på de tillkommande drivmedelsstationerna finns ytterligare krav som behöver beaktas utifrån LBE. Bland annat ändras behovet av skyddsavstånd intill väg 57 och planerad förbifart för väg 56, då det intill en väg med maximal hastighet på 60 km/h rekommenderas ett avstånd på 15 meter vid gashantering, vilket kan jämföras med tre meter om enbart brandfarlig vätska hanteras. Vägledning för kraven finns bland annat i MSB:s vägledning vid tillståndsprövning för tankstationer för metangasdrivna fordon<sup>8</sup>. Några exempel på avstånd till byggnader eller verksamheter utanför anläggningen som anses relevanta för det aktuella planområdet sammanfattas i Tabell 2.

**Tabell 2. Avstånd mellan gaslager och byggnader och verksamhet utanför stationsområdet.**

| Byggnad/del av stationen   | Gaslager (liter) |                 |               | Dispenser |
|--|------------------|-----------------|---------------|-----------|
|  | V > 4000         | 1000 < V ≤ 4000 | 60 < V ≤ 1000 |           |
| Byggnad i allmänhet, antändbart material eller brandfarlig verksamhet                        | 25*              | 6*              | 3**           | 6*        |
| Material med stor brandbelastning (t.ex. cistern för brandfarlig vätska eller gas ovan mark) | 50*              | 25*             | 25**          | 25*       |

\* Avståndet får halveras med brandteknisk avskiljning EI 60.

\*\*Inget avstånd krävs med brandteknisk avskiljning EI 60

Vidare gäller enligt MSB:s vägledning<sup>8</sup> att avstånd på 100 meter till utgång från svårutrymd lokal, till exempel skola, sjukhus, daghem eller lokal avsedd att inrymma en publik behöver upprätthållas. Därtill ska ett avstånd på upp till 60 meter mellan klassat

område (område med explosiv atmosfär) och elledning upprätthållas. Dessa avstånd bedöms inte vara relevanta för planområdet utifrån planförslagets förutsättningar. Detta på grund av att planförslaget inte omfattar sådana svårutrymda lokaler och då lokalisering av ytor för drivmedelsstationer i det preliminära planförslaget skett med beaktande av befintliga elledningar.

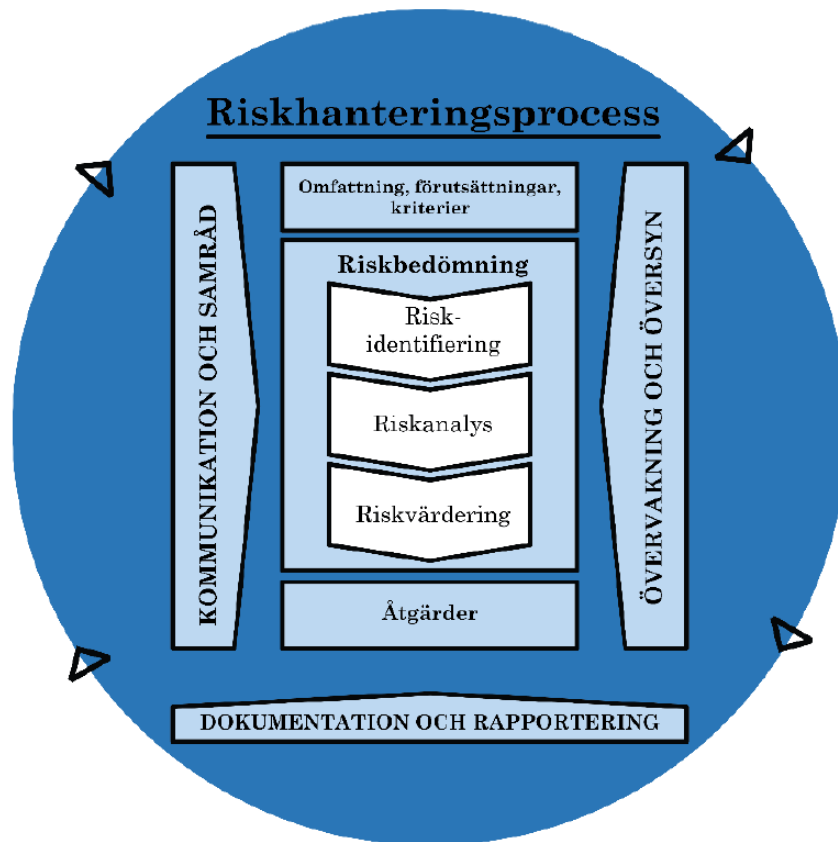
Ytterligare avstånd att beakta mellan tankstationens delar redovisas i ovan nämnda vägledning. Därtill gäller att mellan tankstation och väg med hastighetsbegränsning 60 km/h ska avståndet vara minst 15 meter. Vägräcken kan efter utredning innebära att kortare avstånd kan tillåtas.

Ytterligare avstånd behöver beaktas avseende tankstationens olika delar, vilket inkluderar avstånd som är en flöjd av samhantering av brandfarliga vätskor och brandfarliga gaser. Avstånd mellan anläggningsdel för gashantering och anläggningsdel för hantering av brandfarlig vätska uppgår som mest till 25 meter. detta avstånd, liksom flera av de specificerade avstånden, får halveras med brandteknisk avskiljning EI 60.

### 3.2. Metod och genomförande

Riskbedömningen genomförs med en i huvudsak kvantitativ analys. Delar av analysen görs kvalitativt. Hur de olika stegen i riskhanteringsprocessen har hanterats beskrivs nedan.

För att undersöka om ett avsteg från rekommendationerna kan motiveras genomförs i detta uppdrag en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000<sup>9</sup>, se Figur 5. Riskbehandlingen (det sista steget i processen) kräver ett aktivt beslutsfattande. Detta åligger kommunen genom fastställande av detaljplanen och dess planbestämmelser.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000<sup>9</sup>. Denna rapport hanterar de delar som benämns "Riskbedömning".

### 3.2.1. Riskidentifiering

Riskidentifieringen omfattar en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen görs med utgångspunkt i faktiska avstånd respektive rekommenderade skyddsavstånd mellan de olika riskkällorna och planområdet. Vid definiering av uppdraget beslutades att denna riskanalys enbart kommer utreda de tidigare identifierade riskkällorna; väg 57 som är en rekommenderad transportled för farligt gods, den planerade förbifarten till 56 genom planområdet (som antas ska bli en rekommenderad transportled för farligt gods) och drivmedelsstationer inom planområdet.

### 3.2.2. Riskanalys och riskvärdering

Riskbilden kopplad till transporter av farligt gods analyseras vanligtvis kvantitativt genom att uppskatta individ- och samhällsrisk för området, vilket innebär att både händelsers frekvens och konsekvens beaktas. I denna riskanalys beräknas både individ- och samhällsrisk och värdering sker gentemot DNV:s kriterier<sup>10</sup>.

### Individrisk

Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvens per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och

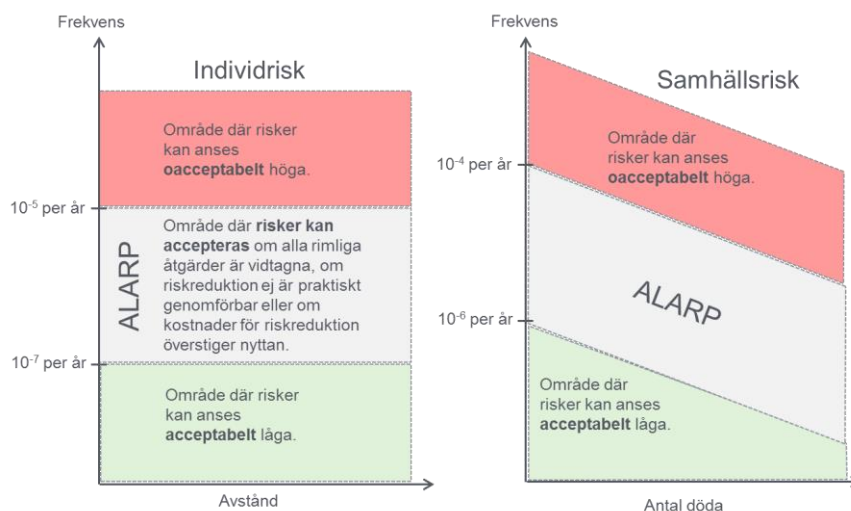
tar ingen hänsyn till hur många personer som kan komma att påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmättet är att tillse att enskilda individer inte utsätts för ej tolerabla risker.

För riskvärderingens jämförelse med riskkriterier kommer de nivåer och principer som föreslås av DNV<sup>10</sup> att användas, se Figur 6. Denna är tillämpbar för riskmättet individrisk.

### Samhällsrisk

Samhällsrisk utgörs av sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka. Samhällsriskmättet tar hänsyn till befolkningstäthet och studeras över ett område som normalt är en kvadratkilometer stort. Risken redovisas ofta som en F/N-kurva som visar den ackumulerande frekvensen (per år) för ett visst utfall mätt i antal döda.

Vid riskvärderingen kommer individ- och samhällsriskberäkningarna jämföras mot de nivåer och principer som föreslås i DNV:s<sup>10</sup> riskkriterier att tillämpas, se Figur 6.



Figur 6. Riskvärderingskriterier för individ- respektive samhällsrisk anpassade utifrån DNV<sup>10</sup>. ALARP-området definieras på samma sätt för både individ- och samhällsrisk.

### 3.3. Åtgärder

Som utgångspunkt för identifiering och bedömning av riskreducerande åtgärder används *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*<sup>11</sup> och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*<sup>12</sup>.



## 4. RISKIDENTIFIERING

I detta avsnitt presenteras de riskkällor som har identifierats och vad som definieras som skyddsvärt. Dessutom anges vilka möjliga händelser eller olycksscenarioer som kan uppstå samt om händelserna kommer att beaktas vidare i analysen.

### 4.1. Transporter av farligt gods på väg 57

Längs med planområdet går väg 57 som är klassad som en primär transportled för farligt gods<sup>4</sup>, vilket innebär att vägen är en del av huvudvägnätet för farligt godstransporter. Det innebär även att alla typer av farligt gods, så kallade ADR-S-klasser, kan förväntas transporteras. De olycksscenarioer som kan uppstå vid olyckor som involverar dessa typer av farligt gods kan ge upphov till påverkan på människor främst i form av värmestrålning, tryck, splitter och toxisk påverkan. Olika klasser av farligt gods ger upphov till påverkan på olika långa avstånd.

Som underlag för antal transporter med farligt gods på väg 57 nyttjas indata kring ÅDT för den totala trafiken och för lastbilar för den aktuella sträckan. ÅDT för år 2019, 11 910 fordon per dygn och 1 490 lastbilar<sup>13</sup>. För prognosår 2040 antas en ökning på 1,8 % per år för samtliga fordon och för lastbilar 1,9 % per år, enligt Trafikverkets prognoser<sup>14, 15</sup>. Resultatet av beräkningen kan ses i Tabell 3. Hastighetsgränsen på väg 57 förbi planområdet är 60 km/h.

Tabell 3. Antal fordon och lastbilar på väg 57 under 2019 samt beräknat antal för prognosår 2040.

| ÅDT             | 2019   | 2040   |
|-----------------|--------|--------|
| Samtliga fordon | 11 610 | 16 886 |
| Lastbilar       | 1 490  | 2 212  |

Fördelningen av farligt gods utifrån dess ADR-S klass antas följa det nationella snittet vilket ges av sammanställning av data från TRAFKA, se Tabell 4. Fördelningen är ett snitt för åren 2013–2018 och antas vara samma vid prognosår 2040.

Tabell 4. Nationella snittet för farligt gods fördelat på ADR-S klasser.

| Klass (ADR-S)                         | Fördelning (%) |
|---------------------------------------|----------------|
| 1 Explosiva ämnen och föremål         | 0,6            |
| 2.1 Brandfarliga gaser                | 7,2            |
| 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas | 23,2           |
| 2.3 Giftiga gaser                     | 0,05           |
| 3 Brandfarliga vätskor                | 45,6           |
| 4 Brandfarliga fasta ämnen            | 1,7            |
| 5 Oxiderade ämnen                     | 2,5            |
| 6 Giftiga ämnen                       | 5,2            |
| 7 Radioaktiva ämnen                   | -              |
| 8 Frätande ämnen                      | 10,8           |
| 9 Övriga farliga ämnen och föremål    | 3,1            |

Väg 57 beaktas vidare i riskanalysen, se avsnitt 5.1.

## 4.2. Transporter av farligt gods på ny förbifart till väg 56

Genom planområdet planeras en ny förbifart till väg 56, vilken antas ska vara klassad som en primär transportled för farligt gods. Det innebär att vägen kommer att vara en del av huvudvägnätet för farligt godstransporter och att alla typer av farligt gods, så kallade ADR-S-klasser, kan förväntas transporteras där. De olycksscenarioer som kan uppstå vid olyckor som involverar dessa typer av farligt gods kan ge upphov till påverkan på människor främst i form av värmestrålning, tryck, splitter och toxisk påverkan. Olika klasser av farligt gods ger upphov till påverkan på olika långa avstånd.

Som underlag för antal transporter med farligt gods på den nya förbifarten till väg 56 nyttjas indata kring ÅDT för den totala trafiken och för lastbilar för väg 56 söder om planområdet. ÅDT för år 2019 är 5 360 fordon per dygn och 1 340 lastbilar<sup>16</sup>. För prognosår 2040 antas en ökning på 1,8 % per år för samtliga fordon och för lastbilar 1,9 % per år, enligt Trafikverkets prognoser<sup>14, 15</sup>. Resultatet av beräkningen kan ses i Tabell 5. Hastighetsgränsen på väg 56 söder om planområdet är 60 km/h de närmaste cirka 150 meterna mot väg 57 och därefter 100 km/h<sup>17</sup>. Hastighetsgränsen för den nya förbifarten genom planområdet (cirka 300 meter) antas vara 60 km/h med hänsyn till planerade verksamheter.

**Tabell 5. Antal fordon och lastbilar på väg 56 under 2019 samt beräknat antal för prognosår 2040.**

| ÅDT             | 2019  | 2040 |
|-----------------|-------|------|
| Samtliga fordon | 5 360 | 7796 |
| Lastbilar       | 1 340 | 1990 |

Fördelningen av farligt gods utifrån dess ADR-S-klass antas följa det nationella snittet, vilket ges av sammanställning av data från TRAFSA, se Tabell 5 och Tabell 4. Fördelningen är ett snitt för åren 2013–2018 och antas vara samma vid prognosår 2040.

**Tabell 6. Nationella snittet för farligt gods fördelat på ADR-S klasser.**

| Klass (ADR-S)                         | Fördelning (%) |
|---------------------------------------|----------------|
| 1 Explosiva ämnen och föremål         | 0,6            |
| 2.1 Brandfarliga gaser                | 7,2            |
| 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas | 23,2           |
| 2.3 Giftiga gaser                     | 0,05           |
| 3 Brandfarliga vätskor                | 45,6           |
| 4 Brandfarliga fasta ämnen            | 1,7            |
| 5 Oxiderade ämnen                     | 2,5            |
| 6 Giftiga ämnen                       | 5,2            |
| 7 Radioaktiva ämnen                   | -              |
| 8 Frätande ämnen                      | 10,8           |
| 9 Övriga farliga ämnen och föremål    | 3,1            |

Förbifarten genom planområdet till väg 56 beaktas vidare i riskanalysen, se avsnitt 5.1.

## 4.3. Drivmedelsstationer

Två områden inom planområdet är planerade för bland annat drivmedelsförsäljning och truckstopp. I nuläget är inte exakt placering av verksamheter och anläggningsdelar inom

dessa områden fastställd. Det är inte heller beslutat vilken omsättning eller typ av bränsle som ska säljas och därav finns ej någon prognos på vilka transporter som kommer att genereras. Ytorna i plankartan som är utmärkta för placering av drivmedelsstationer är 18 700 m<sup>2</sup> och 11 300 m<sup>2</sup>, öster respektive väster om vägkorridoren inom planområdet (framtida förbifart till väg 56). I anslutning till drivmedelsstationen kommer truckstopp, vägre Restaurang och eventuellt hotell eller vandrarhem finnas. Vidare i riskanalysen kommer drivmedelsstationerna antas sälja bensin, diesel och etanol, dvs. ADR-S-klass 3 brandfarliga vätskor. Då det finns få tillförlitliga siffror på felfrekvenser för händelser inom drivmedelsstationer, sker diskussion och bedömning av åtgärder utifrån möjliga konsekvensavstånd av olyckor kopplat till de tillkommande drivmedelsstationerna. Den dimensionerande händelsen för diskussion av konsekvensavstånd kommer vara pölbrand då detta är den största olycksrisken kopplat till hantering av bränsle av ADR-S-klass 3. Drivmedelsstationerna beaktas vidare i riskanalysen, se avsnitt 5.2.



**Figur 7. Karta över planområdet och dess omgivning med automatstationen Din-X markerad med röd cirkel. (bild från Eniro)**

Eventuell försäljning av fordonsgas hanteras som en känslighetsanalys, se avsnitt 5.2.1, då det i nuläget är oklart om fordonsgas kommer att hanteras samt i vilken omfattning. Det är ej heller klarlagt hur eventuella gasleveranser kommer att ske. Ofta levereras fordonsgas via mobila gaslager med tryck upp till 250 bar övertryck. Ett sådant gaslager kan ha en behållarvolym på runt 10 000 liter. Gasen kan även levereras direkt via ledning.<sup>8</sup>

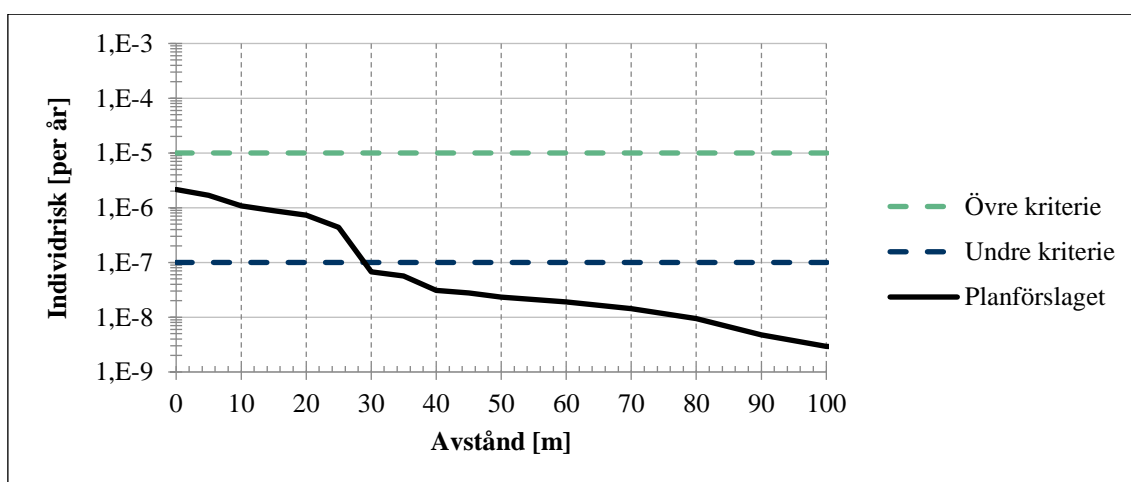
Utöver de tillkommande drivmedelsstationerna har ytterligare en automatstation med drivmedel identifierats (Din-X) 115 meter från planområdet, se Figur 7. Då automatstationen är liten, endast säljer bensin och är på ett så stort avstånd att en olycka inte innebär några större konsekvenser för planområdet så antas riskbidraget från Din-X vara försumbart.

## 5. RISKANALYS OCH RISKVÄRDERING

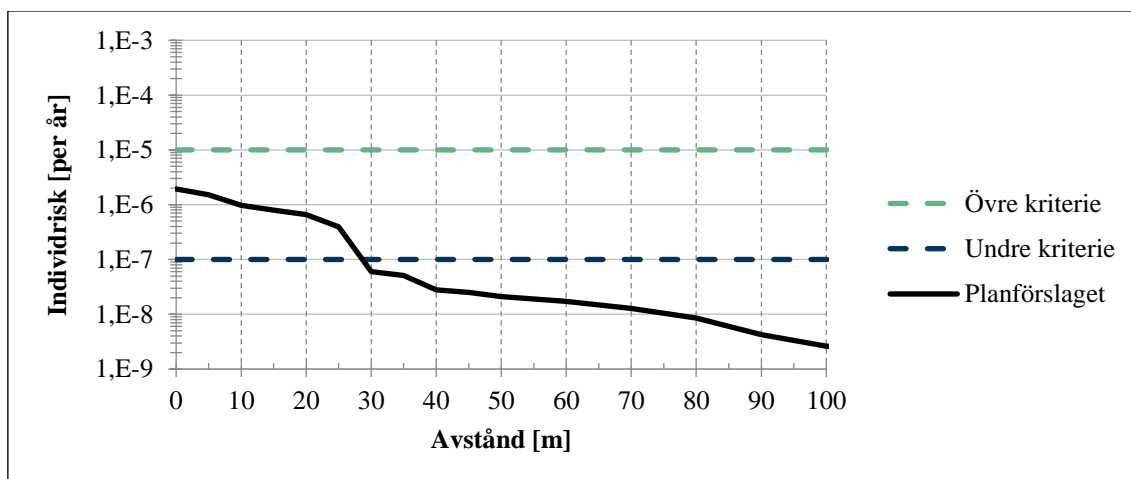
I detta kapitel redovisas resultat av genomförd riskanalys.

### 5.1. Transporter av farligt gods på väg 57 och förbifart till väg 56 Individrisk

I Figur 8 och Figur 9 presenteras resultatet för individriskberäkningen för planområdet utifrån riskbidraget från väg 57 respektive planerad förbifart till väg 56. Notera att skalan på y-axeln är logaritmisk.



Figur 8. Individrisken längs med väg 57 i det studerade området, för prognosår 2040.



Figur 9. Individrisken längs med planerad förbifart till väg 56 i det studerade området, för prognosår 2040.

Resultatet visar att individrisken är inom ALARP-området upp till cirka 29 meter från riskkällan, vilket innebär att risken kan tolereras om alla rimliga åtgärder vidtas. Det som bidrar mest till individrisken inom ALARP-området är risken för pölbrand från den

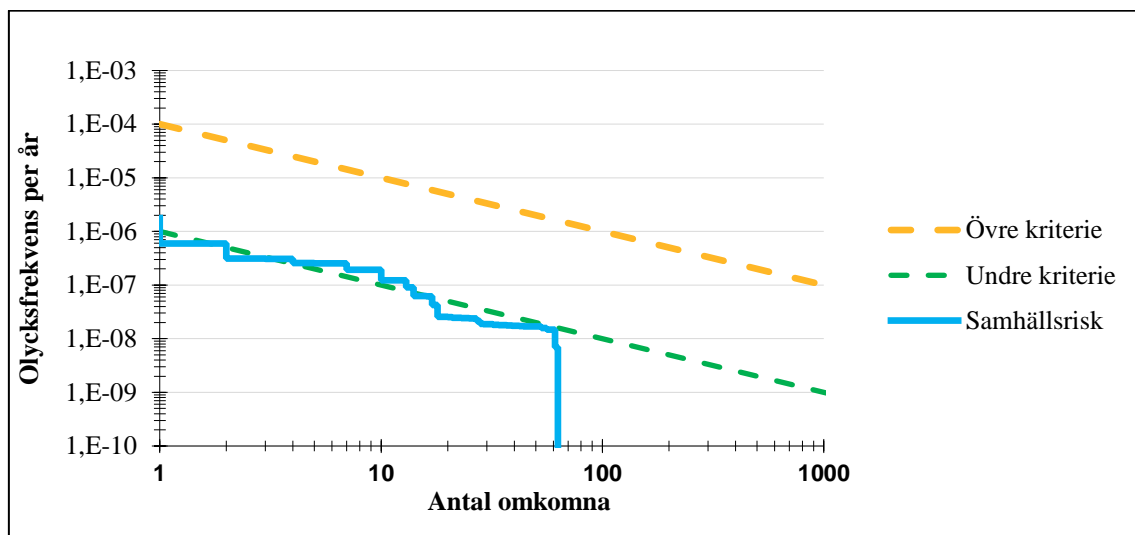
stora mängden ADR-S-klass 3 som antas transporteras på vägen. En pölbrand kan ge konsekvenser på upp till cirka 29 meter, vilket även påverkar planområdet. Risken är beräknad från väg, men det bör noteras att vid olycka med brandfarlig vätska (ADR-S-klass 3) såsom pölbrand är det troligt att vätskan sprider sig och ansamlar i intilliggande lågpunkter, i det här fallet till de närliggande diken. Vid bedömning av behov av risk-reducerande åtgärder behöver därför möjligheter till spridning beaktas, och individris-kanständerna kan behöva justeras beroende på platsens specifika förutsättningar. På ett avstånd på 29 meters från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart till väg 56 anses risken utifrån den beräknade individrisken vara acceptabel.

Notera att avståndet på 29 meter är samma för väg 57 och planerad förbifart till väg 56 trots att trafikmängden är den dubbla för den tidigare. Detta beror på att andelen tung trafik är mer eller mindre densamma för de båda vägarna, samt antagen fördelning för transporter med farligt gods.

### Samhällsrisk

Utöver individrisk har även samhällsrisk beräknats. Samhällsrisk är beräknad utifrån ett antal zoner, inom vilka människor antas vara jämnt fördelade. Zonindelningen baseras bland annat på konsekvensavstånden för de klasser av farligt gods som dominerar riskbilden och beskrivs vidare i Bilaga F.

I Figur 10 presenteras resultatet från samhällsriskberäkningarna för planområdet 2040.



Figur 10. Samhällsrisk för aktuell kvadratkilometer.

Resultatet visar att samhällsrisk är i den nedre delen av ALARP-området, vilket innebär att risknivån kan tolereras förutsatt att alla rimliga åtgärder vidtas. Det huvudsakliga bidraget till den förhöjda risknivån är olycka med explosiva ämnen och inte transporten av brandfarlig vätska då ett skyddsavstånd (29 meter) har antagits i beräkningarna. Skyddsavståndet baseras på resultatet av genomförda beräkningar av individrisken för

aktuell plan och uppskattade avstånd i lagakraftvunna detaljplaner till planerad och befintlig bebyggelse.

## 5.2. Drivmedelsstationer

Beroende på drivmedelsstationernas placering i planområdet kommer riskbilden se olika ut. De avstånd som främst behöver tas hänsyn till är de avstånd som är listade i MSB:s handbok<sup>7</sup> samt de konsekvensavstånd som kan komma att uppstå vid händelse av en pölbrand i samband med lossning.

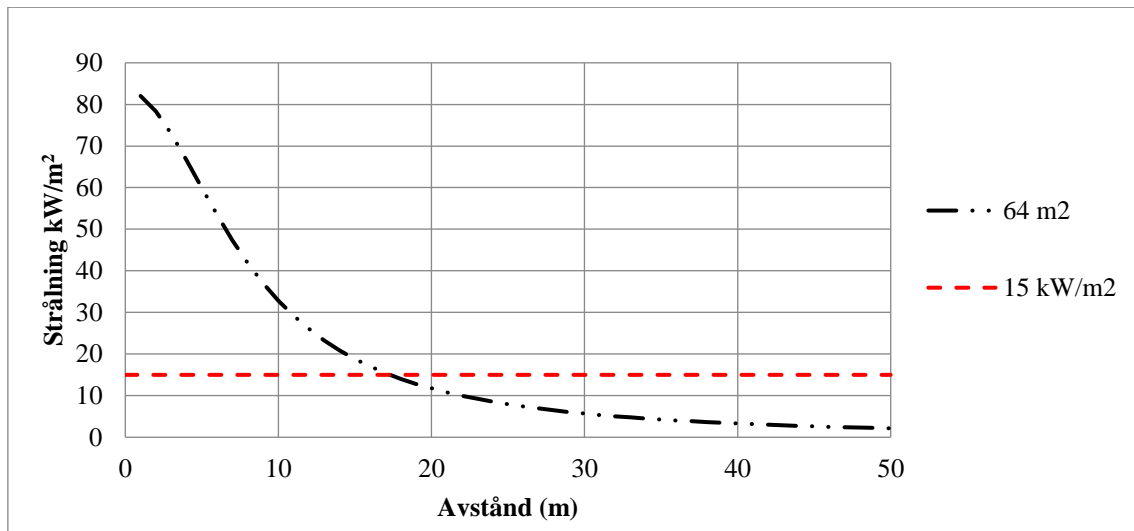
### Avstånd enligt LBE-regelverket

Utifrån MSB:s handbok<sup>7</sup> är det största avståndet som behöver tas hänsyn till 25 meter från påfyllnadsstationen till markanvändning så som bostad, kontor, gatukök, servering och butik. Detta avstånd bedöms även relevant att beakta vad gäller hotell, vandrarhem och uppställningsplatser för lastbilar, där övernattning kan komma att ske. Om vägg mot spillzon är av obrännbart material och lägst i brandteknisk klass EI60 kan avståndet på 25 meter halveras, dock ej för in- och utgångar.

Vidare behövs även tre meters avstånd från väg likt den utbyggda vägkorridoren. Det planerade avståndet mellan stationsområdet och väg 57 och den planerade förbifarten till väg 56 överskrider detta avstånd med god marginal. Stationsbyggnad ska vara på ett avstånd på 12 meter och parkeringsplatser på 6 meter. Samtliga avstånd är ifrån påfyllnadsanslutningarna.

### Konsekvensavstånd vid en olycka

En spillzon vid en påfyllnadsanslutning ska vara 64 m<sup>2</sup> (16x4 meter)<sup>5</sup>. Vid eventuellt spill som resulterar i en pölbrand kan konsekvenser uppstå på ytterligare avstånd från spillzonens kant. En strålningsnivå på 15kW/m<sup>2</sup> (kritisk nivå för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar<sup>18</sup>) kan för en spillzon på 64 m<sup>2</sup> uppstå cirka 18 meter från spillzonens kant, se Figur 11. Ett skyddsavstånd på 18 meter är därmed lämpligt i alla riktningar runt spillzonen. Beroende på påfyllnadsstationens placering i förhållande till spillzonen kan detta avstånd täckas in av de 25 metrar som LBE-regelverket kräver.



Figur 11. Strålning från pölbrand på olika avstånd från en pölbrand motsvarande storleken på en spillzon (64 m<sup>2</sup>).

Skyddsavståndet från beräkningarna för strålning från pölbrand inom spillzonen är konservativa då beräkningarna antar att pölbranden uppstår på hela spillzonens yta. Dock överensstämmer de beräknade skyddsavståndet från en påfyllnadsstation förhållandevis väl med de avstånd som krävs enligt MSB:s handbok. Dessa avstånd sammanfaller till stor del men till vilken utsträckning varierar beroende på påfyllnadsstationens placering i relation till spillzonen. Beroende på hur väl de sammanfaller varierar avståndet med ett fåtal meter. Båda avstånden bör beaktas vid planering av placering. Hänsyn behöver även tas till övriga avstånd enligt MSB:s handbok. Dessa avstånd ska hanteras inom tillståndsprövningen för LBE-verksamhet och bör därför inte regleras i detaljplanen. Utifrån nuvarande planritning bör placering av en drivmedelsstation vara möjligt i båda områdena som är föreslagna för dess placering.

### 5.2.1. Hantering av fordonsgas

Det är som tidigare nämnts inte fastställt vilka typer av bränslen som kommer att säljas vid den planerade drivmedelsstationerna. Det kan därmed inte uteslutas att hantering av fordonsgas, som är en brandfarlig gas, kommer att ske. I detta avsnitt analyseras hantering av fordonsgas ur ett riskperspektiv primärt utifrån de skyddsavstånd som LBE-regelverket innebär.

Om det beslutas att gas ska hanteras vid en eller båda drivmedelsstationerna behöver en verksamhetsanpassad och platsspecifik bedömning av risken göras. Inför en sådan bedömning behöver exempelvis lagringsvolym och leveranssätt för fordonsgasen att fastställas.

#### Avstånd enligt LBE-regelverket

LBE-regelverket innebär på motsvarande sätt som för brandfarliga vätskor ett antal skyddsavstånd mellan olika anläggningsdelar som behöver upprätthållas, se avsnitt



3.1.2. De avstånd som bedömts vara mest relevanta att lyfta i detta skede av planprocessen sammanfattas och diskuteras nedan.

Avstånd mellan gaslager och byggnader och verksamhet utanför stationsområdet beror på gaslagrets volym. För den största hanterade volymen, minst 4 000 liter, uppgår avståndet mellan gaslagret och material med stor brandbelastning till som mest 50 meter. För byggnader i allmänhet (utanför stationsområdet) är motsvarande avstånd 25 meter. Avstånden kan dock halveras med brandteknisk avskiljning. Även fortsättningsvis förs resonemangen om avstånd utifrån en lagringsvolym på minst 4 000 liter.

Inom de delar av planområdet där drivmedelsstationer är planerade finns önskemål om att etablera truckstopp (med möjlig övernattnings) samt uppförande av hotell eller vandrarhem. Ett avstånd på minst 25 meter bör upprätthållas till dessa platser, vid kortare avstånd krävs brandtekniska åtgärder. Då brandtekniska åtgärder inte är möjligt vad gäller truckstoppet krävs att minst 25 meter mellan gaslager och uppställningsplatser för lastbilar upprätthålls.<sup>8</sup>

Det minsta avståndet från stationsområdet till möjlig bebyggelse i angränsande delar av planområdet uppgår enligt preliminär plankarta till minst 20 meter, vid beaktande av prickmark som inte får förses med byggnad. Ett minsta avstånd på 25 meter till gaslager bedöms utifrån detta avstånd vara rimligt att upprätthålla. Om behov finns att bebygga på ett kortare avstånd från gaslager är detta möjligt med brandteknisk avskiljning EI 60. Om någon av de planerade verksamheterna kommer att hantera material med stor brandbelastning bör dessa inte förläggas närmast stationsområdet utan placeras minst 50 meters från gaslager samt 25 meter från dispenser. Även i detta fall kan avståndet halveras med brandteknisk avskiljning EI 60.<sup>8</sup>

Enligt krav ska avståndet mellan tankstation för fordonsgas och väg med hastighetsbegränsning 60 km/h vara minst 15 meter. Vägräcken kan efter utredning innebära att kortare avstånd kan tillåtas, men detta bedöms ur detta avseende inte vara nödvändigt eftersom avståndet mellan väg och den del av stationsområdet där bebyggelse tillåts är längre än 15 meter.

Uppfyllande av ytterligare avstånd, exempelvis inom stationsområdet, hanteras inom kommande tillståndprocesser enligt LBE-regelverket och bör därmed inte regleras i detaljplanen.

#### Konsekvensavstånd vid en olycka

En olycka med brandfarlig gas kan ge upphov till konsekvenser på större avstånd än brandfarlig vätska. Möjliga konsekvensavstånd vid tankstation med gas har utretts inom ett tidigare genomfört uppdrag<sup>19</sup>, vilket sammanfattas nedan.

Om en fordonsbrand skulle uppstå precis intill ett gaslager skulle detta kunna leda till en kärlsprängning av en tryckbehållare med konsekvenser i form av splitter på flera hundra meters avstånd. En sådan händelse är dock mycket osannolik och kan anses vara ett worst case scenario.

Mer rimliga scenarier att beakta är bland annat gasläckage vid dispenser eller vid gasflaskor i lagret. Gasläckage vid gasflaskor i gaslagret har bedömts kunna ge upphov till konsekvenser på 30–40 meters avstånd, medan andra rimliga scenarier har bedömts innebära konsekvenser på kortare avstånd. Det bör tilläggas att det finns flertalet säkerhetssystem för att undvika att läckage sker. Vid inkoppling av gastankar finns till exempel en säkerhetslösning som innebär att tankarna enbart kan öppnas om kopplingen är fastsatt. Mest troligt är därför att ett läckage uppstår i samband med tryckavlastning och då via behållarens säkerhetsventil läckage som antänds ger upphov till en jetflamma.

### 5.3. Osäkerheter och känslighetsanalys

Resultaten i riskbedömningar bör alltid beaktas med vetskap om de osäkerheter som finns i de många antaganden och ingångsvärden som använts vid analysen. Osäkerheter kan bland annat finnas i form av stokastisk osäkerhet, även kallad variabilitet, vilket innebär att det finns naturlig variation i de data som används, vilken inte kan påverkas. En annan typ av osäkerhet är epidemisk osäkerhet, vilken ofta benämns kunskapsosäkerhet. Denna typ av osäkerheter innebär en bristande kunskap om systemet och kan åtgärdas rent teoretiskt, men inte alltid i praktiken.

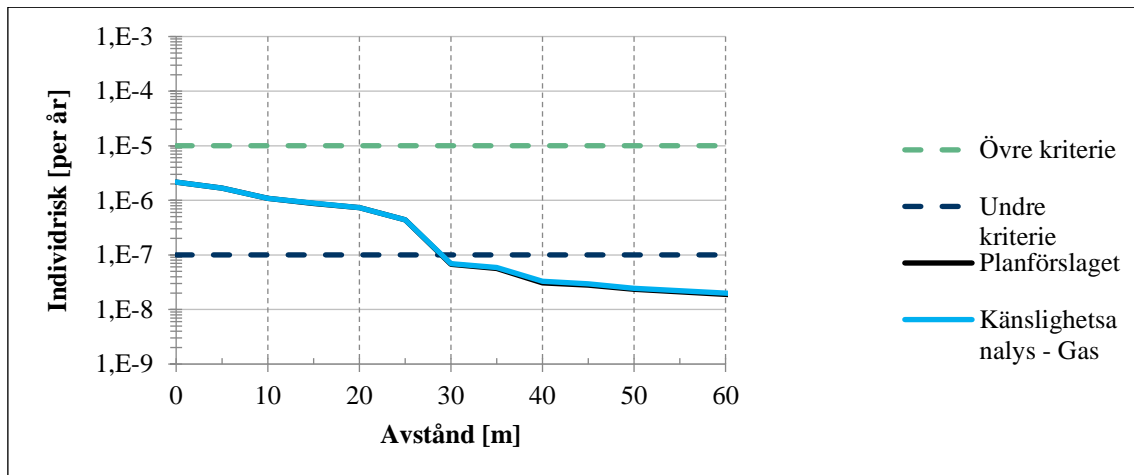
Variabler som bedöms ha betydande påverkan på resultatet är vilka bränslen som kommer säljas på de tillkommande drivmedelsstationerna och mängden farligt gods för prognosåret. Indata och antaganden för dessa är förknippade med osäkerheter. För att undvika att riskerna underskattas har en ansats gjorts till att göra konservativa, men rimliga antaganden avseende dessa parametrar. Två kvantitativa känslighetsanalyser genomförs för att undersöka effekterna av att även gas (ADR-S klass 2.1) säljs på de tillkommande drivmedelsstationerna samt om antalet transporter av farligt gods antas öka mer än beräknat för prognosåret.

I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd känslighetsanalys på utbyggnadsalternativet för år 2040. Resultatet presenteras utifrån beräknad individrisk.

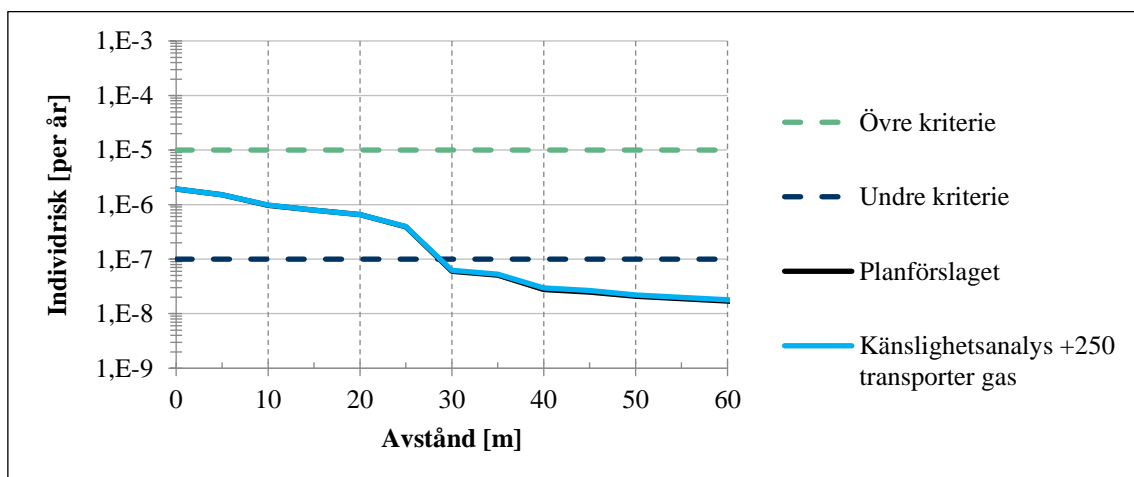
#### 5.3.1. Känslighetsanalys – försäljning av gas

I och med att det ej är beslutat vilka drivmedel som ska säljas på de tillkommande drivmedelsstationerna genomförs en känslighetsanalys för om även gas kommer att säljas. Antalet tillkommande transporter av ADR-S klass 2.1 antas utifrån information ifrån Eon inom ett tidigare uppdrag<sup>20</sup>. Där antas 250 gastransporter per år till en generell tankstation med fordonsgas. I beräkningarna adderas dessa på antalet från den tidigare fördelningen, se Bilaga F.

I Figur 12 och Figur 13 presenteras resultatet av känslighetsanalysen tillsammans med resultatet för planförslaget.



Figur 12. Resultat av känslighetsanalysen med 250 tillkomna gastransporter på väg 57. Individrisken för planförslaget och för känslighetsanalysen.



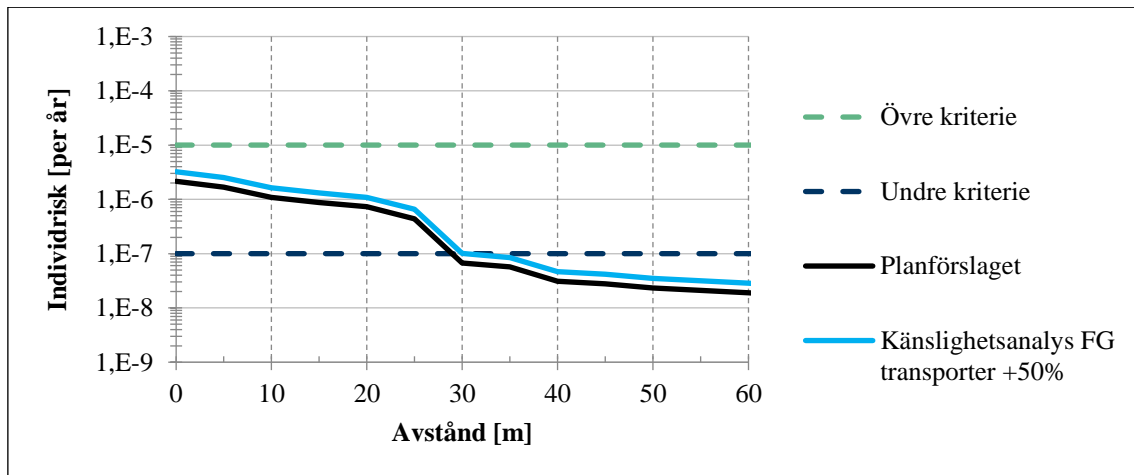
Figur 13. Resultat av känslighetsanalysen med 250 tillkomna gastransporter på planerad förbifart till väg 56. Individrisken för planförslaget och för känslighetsanalysen.

Utifrån resultatet kan utläsas att tillkommande försäljning av gas vid en av drivmedelsstationerna inte har någon betydande påverkan på riskbilden kopplat till transporter på väg 57 och planerad förbifart till väg 56.

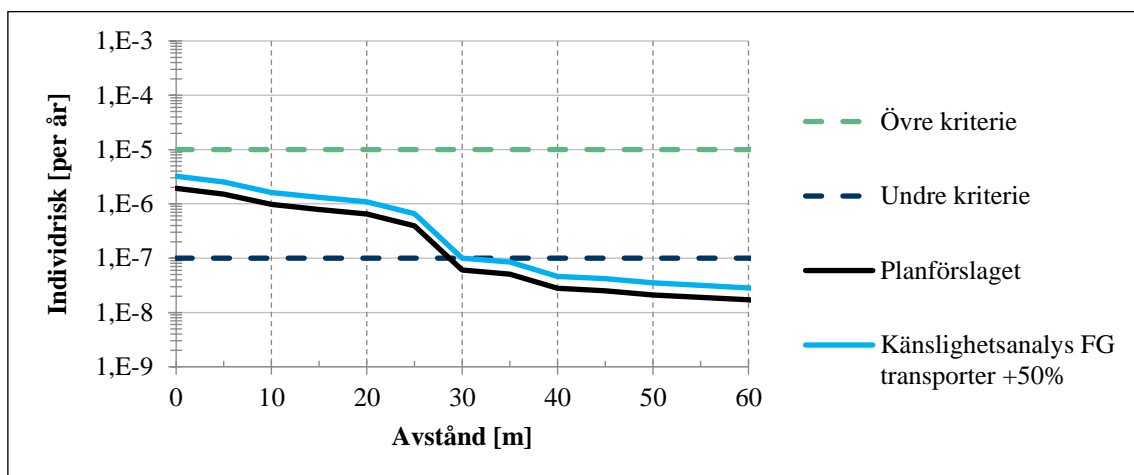
### 5.3.2. Känslighetsanalys – ökat antal transporter med farligt gods

För att undersöka hur riskbilden beror av de beräknad antalet transporter av farligt gods för prognosår 2040 genomförs en känslighetsanalys med antagande om 50 % fler transporter. Antagandet är detsamma för samtliga ADR-S klasser.

I Figur 14 och Figur 15 presenteras resultatet av känslighetsanalysen jämfört mot resultatet av planförslaget.



Figur 14. Resultat av känslighetsanalysen med 50% ökning av antalet transporter med farligt gods på väg 57. Individriska risker för planförslaget och för känslighetsanalysen.

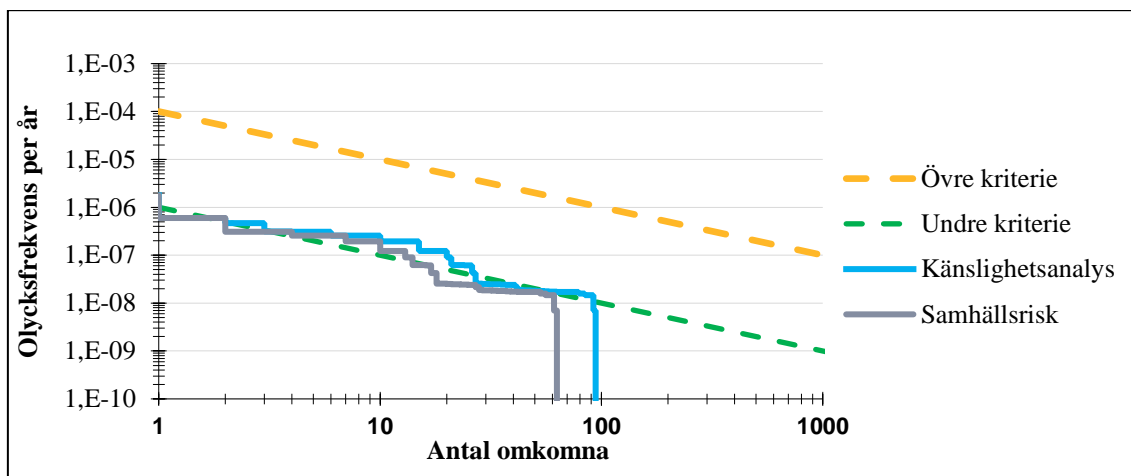


Figur 15. Resultat av känslighetsanalysen med 50% ökning av antalet transporter med farligt gods på planerad förbifart till väg 56. Individriska risker för planförslaget och för känslighetsanalysen.

Känslighetsanalysen visar att vid en ökning på 50 % av transportererna med farligt gods ökar riskbilden. Individriska risker är fortsatt inom ALARP området, men blir inte oacceptabelt hög. Individriska risker bedöms acceptabel vid 30 meters avstånd från väg 57 och väg 56, vilket är en ökning med 1 meter jämfört med utbyggnadsalternativet.

### 5.3.3. Känslighetsanalys - ökad befolkningstäthet

För att undersöka hur riskbilden beror av antalet personer som befinner sig inom aktuell kvadratkilometer genomförs en känslighetsanalys med antagande om en ökad befolkningstäthet på 50 %. Det innebär högre samhällsrisknivåer till följd av att fler personer kommer att påverkas av de olyckor som bedöms kunna inträffa. I Figur 16 presenteras resultatet av genomförd känslighetsanalys.



Figur 16. Resultat av känslighetsanalysen med ökad befolkningstäthet på 50 %. Samhällsrisk för aktuell kvadratkilometer.

Resultatet av känslighetsanalysen visar att samhällsrisk är i den nedre delen av ALARP-området, vilket innebär att risknivån kan tolereras förutsatt att alla rimliga åtgärder vidtas. Det huvudsakliga bidraget till den förhöjda risknivån är olycka med explosiva ämnen och inte transporten av brandfarlig vätska då ett skyddsavstånd (29 meter) har antagits i beräkningarna. Skyddsavståndet baseras på resultatet av genomförda beräkningar av individrisken för aktuell plan och uppskattade avstånd i lagakraftvunna detaljplaner till planerad och befintlig bebyggelse.

Sammanfattningsvis är både känslighetsanalys och utredningsalternativet inom den lägre delen av ALARP-området, där risknivån kan tolereras förutsatt att alla rimliga åtgärder vidtas.

## 5.4. Riskvärdering

Utifrån känslighetsanalysen bedöms de beräkningar som genomförts för planförslaget vara robusta. Att öka antalet transporter av gas (ADR-S klass 2.1) resulterade inte i någon ökad risk. Vid en 50 % ökning av farligt gods ökade avståndet för acceptabel risk med 1 meter och vid en ökning befolkningstätheten med 50 % ökade risknivån endast marginellt. Detta medför att de antaganden som gjorts utifrån dessa parametrar kan anses vara robusta.

De presenterade resultaten av individ- och samhällsrisk är kopplat till riskkällorna väg 57 och planerad förbifart till väg 56. För de tillkommande drivmedelsstationerna kommer ytterligare utmaningar utöver transporter på de båda vägarna. Dessa måste hanteras utifrån de lagkrav (LBE) som berörs. Bland annat måste hänsyn tas till de 25 meters avstånd från påfyllnadsstationer vid placering av drivmedelsstationer.

Det bedöms utifrån beaktade skydds- och konsekvensavstånd vara möjligt att inrymma drivmedelsstationer med försäljning av brandfarlig vätska, restaurang, truckstopp samt hotell eller vandrarhem inom de två områden som är planerade för dessa verksamheter. Hantering av fordonsgas innebär ytterligare riskkällor inom planområdet och potentiellt

större konsekvenser vid en olycka, jämfört med vad en olycka med brandfarlig vätska kan medföra. De områden där drivmedelsförsörjning med flera verksamheter är planerad är dock så pass omfattande att det bedöms vara möjligt att upprätthålla nödvändiga avstånd mellan riskkällor och skyddsvärden, både kopplat till brandfarliga vätskor och brandfarlig gas. Om fordonsgas hanteras utöver bensin, diesel och etanol, kommer detta att kräva en större del av ytan, vilket innebär mindre tillgänglig yta för övriga verksamheter. De avstånd som behöver upprätthållas kommer därmed troligtvis innebära begränsningar vad gäller placering och utformning av truckstopp, restauranger och hotell eller vandrarhem.

## 6. ÅTGÄRDER OCH KOMMANDE RISKHANTERING

I detta kapitel presenteras åtgärdsförslag utifrån platsens specifika förutsättningar samt konsekvenserna av planförslaget.

### 6.1. Riskreducerande åtgärder som hanteras inom detaljplanen

Resultatet från genomförda beräkningar visar att individ- och samhällsriskbidraget från väg 57 och planerad förbifart till väg 56 är inom ALARP-området, vilket innebär att risken kan tolereras om alla rimliga åtgärder vidtas. Dominerande för riskbilden är händelser som involverar brandfarlig vätska, vilka innebär att pölbrand uppstår.

I och med att ett dike går längs med väg 57 kan detta motverka spridning av brandfarlig vätska mot planområdet. Detta dike kommer att kvarstå och kommer även fortsättningsvis kunna tillgodoräknas som spridningsbarriär. Baserat på den beräknade individrisknivån bör 29 meters skyddsavstånd mellan dikeskanten närmast planområdet och fasader i tillkommande bebyggelse upprätthållas. Även för den planerade förbifarten genom planområdet till väg 56, bör 29 meters skyddsavstånd mellan framtida dikeskant närmast planområdet och fasader i tillkommande bebyggelse upprätthållas.

För planområdet i sin helhet ska följande åtgärder övervägas:

- Utforma planområdet så att stadigvarande vistelse utomhus undviks inom 29 meter från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart väg 56.
- Entréer och utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från väg 57 och planerad förbifart väg 56.
- Friskluftsintag placeras på tak och riktas bort ifrån väg 57, planerad förbifart till väg 56 och drivmedelsstationer.

Därutöver gäller följande åtgärder ifall bebyggelse uppförs inom de avstånd som nämnts ovan för väg 57 och planerad förbifart genom planområdet till väg 56, samt från påfyllnadsanslutning vid drivmedelstationen:

- Fasader inom 20 till 29 meter från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart till väg 56 utförs i obrännbart material alternativt ska ha lägst brandteknisk klass EI30 och fönster utförs ej öppningsbara samt har lägst brandteknisk klass EW30. Inga fasader rekommenderas inom 20 meter från dikeskanten närmast planområdet.
- Fasader inom 18 meter från påfyllnadsstationers spillzon utförs i obrännbart material alternativt har lägst brandteknisk klass EI30 och fönster är ej öppningsbara samt har lägst brandteknisk klass EW30.

## 6.2. Övriga riskreducerande åtgärder

Ytterligare riskreducerande åtgärder är relevanta att i viss mån beakta, även om det inte regleras i detaljplanen utan hanteras inom lagar och bestämmelser i senare skeden, till exempel vid tillståndsprövning enligt LBE. Detta då detaljplanen inte får omöjliggöra att nödvändiga åtgärder uppförs. Exempel på sådana åtgärder är:

- Stationsområdet bör utformas så att spridningsvägar, det vill säga de vägar som bränslet kan spridas vid utsläpp, mot kringliggande bebyggelse undviks.
- Avstånd till byggnader där människor vanligen vistas, stationsbyggnad och andra objekt inom och utanför planområdet behöver beaktas. De avstånd som bedöms godtagbara enligt LBE-regelverket kan i flera fall förkortas med hjälp av brandtekniska fasadåtgärder.
- MSB:s handbok7 beskriver att trafikplanering inom drivmedelstationer bör planeras så att den som besöker stationen i andra syften än att tanka, till exempel för att besöka en butik eller ett gatukök, inte behöver passera genom spillzoner eller närmare än 12 meter från påfyllningsanslutning till cistern för andra bränslen än diesel.

Inom truckstoppet kommer övernattning ske i enheter/lastbilar som inte är brandtekniskt avskilda från varandra eller mot omgivningen. De övernattande kommer därmed att vara förhållandevis oskyddade. Det är därför viktigt att truckstoppet placeras så att risken för brandspridning från omgivningen samt mellan fordon minimeras. Spridningsvägar för ett eventuellt utsläpp av brandfarlig vätska behöver särskilt beaktas. Dessa frågor kommer behöva hanteras i ett senare skede när området utformas i detalj.

## 6.3. Effekt av åtgärder

Föreslagen markanvändning innebär att främst skapa ytor för tillkommande personer att vistas inomhus. Detta innebär att det finns goda möjligheter att skydda dem med riskreducerande åtgärder som minskar konsekvenserna vid olycka med brandfarlig vätska. Den konsekvensreducerande effekten av föreslagna åtgärder kan därmed antas vara god. Effekten av åtgärder som brandskyddad fasad och brandklassade fönster är att risker kopplade till brandspridning vid pölbrand minskas eller fördröjs samt att värmestrålningen inomhus minskar. Bortvänd och avstängningsbar ventilation skapar robusthet mot olyckor där rökbildning eller gasspridning kan uppstå. Att planlägga robusta åtgärderna skapar en säkerhet mot eventuella framtida förändringar av riskbilden, exempelvis förändringar kring transport av farligt gods på den studerade vägen.



## 7. SLUTSATSER

Resultatet av genomförd riskbedömning avseende risker kopplade till transporter av farligt gods visar på att risknivån inom planområdet för individrisken är inom ALARP fram till 29 meter ifrån dikeskanten närmast planområdet. Därefter anses risknivåerna vara acceptabla utifrån DNV:s kriterier<sup>10</sup>.

Samhällrisken för området ligger inom den lägre delen av ALARP, vilket innebär att åtgärd ska övervägas.

De tillkommande drivmedelsstationerna bedöms möjliga, men kräver avstånd på bland annat minst 25 meter från bebyggelse till påfyllnadsstation, 18 meter från påfyllnadsstationernas spillzoner till bebyggelse och tre meter från väg till påfyllnadsstationen. Dessa avstånd gäller om endast ADR-S-klass 3 säljs, det vill säga bensen, diesel och etanol. Om även gasförsäljning kommer ske behöver ytterligare avstånd beaktas. Drivmedelsstationerna måste uppfylla de krav som finns inom Lagen om brandfarliga och explosiva varor<sup>5</sup>.

För planområdet i sin helhet ska följande åtgärder övervägas:

- Utforma planområdet så att stadigvarande vistelse utomhus undviks inom 29 meter från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart väg 56.
- Entréer och utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från riskkällorna.
- Friskluftsintag placeras på tak och riktas bort ifrån väg 57, planerad förbifart till väg 56 och drivmedelsstationerna.

Därutöver gäller följande åtgärder ifall bebyggelse uppförs inom de avstånd som nämnts ovan för väg 57 och planerad förbifart till väg 56 genom planområdet, samt från påfyllnadsanslutning vid drivmedelstationen:

- Fasader inom 20 till 29 meter från dikeskanten närmast planområdet utmed väg 57 och planerad förbifart till väg 56 utförs i obrännbart material alternativt ska ha lägst brandteknisk klass EI30 och fönster utförs ej öppningsbara samt har lägst brandteknisk klass EW30. Inga fasader rekommenderas inom 20 meter från dikeskanten närmast planområdet.
- Fasader inom 18 meter från påfyllnadsstationernas spillzoner utförs i obrännbart material alternativt har lägst brandteknisk klass EI30 och fönster är ej öppningsbara samt har lägst brandteknisk klass EW30.

Om ovanstående åtgärder vidtas bedöms det finnas utrymme för Katrineholms kommun att acceptera de risker som exploateringen av aktuell detaljplan medför. Beslut om genomförande av riskreducerande åtgärder och acceptans av aktuell risknivån åligger beslutsfattaren.

## REFERENSER

- <sup>1</sup> Plan och Bygglagen (2010:900), Svensk författningssamling.
- <sup>2</sup> Katrineholms kommun (2021). *Plankarta (arbetsmaterial)*. Katrineholm.
- <sup>3</sup> Jaanivald, M. (2021). *Planbeskrivning. Detaljplan för Lövåsen-Uppsala*. Katrineholm: Katrineholms kommun, Samhällsbyggnadsförvaltningen.
- <sup>4</sup> Trafikverket (2019). *NVDB på webb*. <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>  
Hämtad: 2020-06-25
- <sup>5</sup> Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE).
- <sup>6</sup> Länsstyrelsen Södermanlands län (2015). *Farligt gods – hur man kan planera med hänsyn till risk för olyckor intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods*. Nyköping: Länsstyrelsen Södermanlands län
- <sup>7</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2015). *Handbok Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. ISBN: 978-91-7383-545-9. MSB.
- <sup>8</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2011). *Tankstationer för metangasdrivna fordon*. ISBN: 979-91-7383-145-1. MSB.
- <sup>9</sup> SIS (2010). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering – Principer och riktlinjer*. Utgåva 1, ICS: 03.100.01;04.050. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- <sup>10</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890- 82- 1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>11</sup> Boverket & Räddningsverket (2006), *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner-vägledningsrapport*. Karlstad Räddningsverket.
- <sup>12</sup> SKL (2012) *Transporter av farligt gods - Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.
- <sup>13</sup> Trafikverket (2019). *Vägtrafikflödeskarta*. <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation> Hämtad: 2020-06-25
- <sup>14</sup> Trafikverket (2020). *Reviderade prognoser för person-och godstransporter 2040-efter beslutad nationell plan för transportsystemet 2018-2029*. Elektronisk: [https://www.trafikverket.se/contentassets/7e1063efbcfd4b34a4591b0d4e00f855/2018/reviderade\\_prognoser\\_for\\_person\\_godstransporter\\_2040\\_trafikverkets\\_basprognoser\\_20180401\\_ver\\_181115.pdf](https://www.trafikverket.se/contentassets/7e1063efbcfd4b34a4591b0d4e00f855/2018/reviderade_prognoser_for_person_godstransporter_2040_trafikverkets_basprognoser_20180401_ver_181115.pdf). Hämtad 2020-05-14
- <sup>15</sup> Trafikverket (2018), *Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar2014-2040-2060*. 2018-04-01

- <sup>16</sup> Trafikverket (2019). *Vägtrafikflödeskarta*. <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation> Hämtad: 2021-09-20
- <sup>17</sup> Trafikverket (2021). *Nationell vägdatabas*. <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> Hämtad: 2021-09-20
- <sup>18</sup> Lunds universitet et al. (2012). *Brandskyddshandboken*
- <sup>19</sup> Structor Riskbyrå (2018) *Riskhantering i stadsutveckling Norra Sundbyberg – Underlag till strukturplan*, 2018-03-02
- <sup>20</sup> Structor (2018). *Riskbedömning. Detaljplan för del av Sättra 2:1, Mälaräng i Stockholms stad*. 2018-11-19

## Bilaga A Olycksscenarier för olycka med transport av farligt gods

I denna bilaga presenteras de olycksscenarier som kan förekomma i olyckor vid transport av farligt gods i Tabell 5 nedan.

**Tabell 5. Allmänna beskrivningar av olycksscenarier för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur<sup>1, 2, 3</sup>.**

| ADR-S klass   | Beskrivning  |
|---|--|
| <b>1 - Explosiva ämnen och föremål</b>              | Explosioner till följd av olyckor med ADR-S klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.  |
| <b>2 – Gaser</b>                                    | Olycksförloppen vid olyckor med gaser varierar beroende på vilken typ av gas som är inblandad.   |
| <i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>                     | Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgäende uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnexplosion. Gasmolnexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank. |
| <i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>      | Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst kopplad att kraftig uppvärmning kan leda till kärlsprängning samt omkringflygande kärldelar eller splitter.   |
| <i>2.3 – Giftiga gaser</i>                          | En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.  |
| <b>3 – Brandfarliga vätskor</b>                     | Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.   |
| <b>4 – Brandfarliga fasta ämnen</b>                 | Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.   |
| <b>5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider</b> | Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan sträcka sig upp till femtio meter från olyckan.  |
| <b>6 – Giftiga och smittfarliga ämnen</b>           | Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.   |
| <b>7 – Radioaktiva ämnen</b>                        | Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidsbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.  |
| <b>8 – Frätande ämnen</b>                           | Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet   |
| <b>9 – Övriga farliga ämnen</b>                     | Ett vanligt exempel på ADR-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.  |

## Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Indata och metod

I denna bilaga beskrivs inledande metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts. För fortsatt beräkning av frekvenser för möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik, se Bilaga C. Resultaten redovisas i rapportdelen. För beräkningar av hur ofta olyckor med farligt gods förväntas inträffa används den metod som presenteras i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*<sup>4</sup>. För de aktuella vägarna presenteras viktiga indata till beräkningarna som är hämtade från denna rapport.

Viktiga indata till beräkningar för väg 57 och planerad förbifart till väg 56, utöver de som redovisats i rapporten, presenteras i Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Indata till frekvensberäkningar för väg 57 och väg 56.

| Variabel                                       | Väg       |
|--|-----------|
| Hastighet [km/h]                               | 60 km/h   |
| Bebyggelsemiljö <sup>4</sup>                   | Tätort    |
| Gatu-/vägtyp <sup>4</sup>                      | Trafikled |
| Olyckskvot [-] <sup>4</sup>                    | 1,15      |
| Andel singelolyckor [-] <sup>4</sup>           | 0,175     |
| Index för farligt gods olycka [-] <sup>4</sup> | 0,065     |

Utgångspunkt för mängd farligt gods på väg 57 och planerad förbifart till väg 56 har varit ett nationellt genomsnitt för farligt gods på vägarna mellan åren 2013 och 2018<sup>5, 6</sup>. Detta då vägen har genomfartstrafik och relativt höga flöden. Andelen farligt gods på vägarna mellan åren 2013 och 2018 var i snitt 2,62 % av andelen lastbilar. Antal transporter har sedan beräknats utifrån trafikmängder och andel tung trafik. Fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. Det nationella genomsnittet för fördelningen mellan klasserna av farligt gods på vägarna mellan åren 2013 och 2018 redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Fördelning av transporter med farligt gods som används för väg 57 och väg 56.

| ADR-S-klass   | Nationellt snitt. Andel [%] |
|---------------|-----------------------------|
| 1             | 0,6                         |
| 2.1           | 7,2                         |
| 2.2           | 23,2                        |
| 2.3           | 0,05                        |
| 3             | 45,6                        |
| 4             | 1,7                         |
| 5             | 2,5                         |
| 6             | 5,2                         |
| 7             | 0,00                        |
| 8             | 10,8                        |
| 9             | 3,1                         |
| <b>Totalt</b> | <b>100</b>                  |

## Känslighetsanalyser

Två känslighetsanalyser har genomförts per väg. Första känslighetsanalysen genomfördes med 250 tillkommande transporter av gas (ADR-S klass 3). Den andra med ett ökat trafikflöde på 50 % farligt gods. De använda siffrorna i beräkningarna för känslighetsanalyserna kan ses i Tabell 9 och Tabell 10 för väg 57 respektive väg 56. I övrigt har siffror presenterade i tidigare bilagor använts.

**Tabell 9. Underlag för känslighetsanalysberäkningar för väg 57. Enhet antal transporter per år.**

| Klass (ADR-S)                         | Planförslaget | Känslighetsanalys (gas) | Känslighetsanalys (ökad trafik) |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 Explosiva ämnen och föremål         | 198           | 198                     | 298                             |
| 2.1 Brandfarliga gaser                | 1 139         | 1 389                   | 1 798                           |
| 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas | 3 671         | 3 671                   | 5 506                           |
| 2.3 Giftiga gaser                     | 8             | 8                       | 11                              |
| 3 Brandfarliga vätskor                | 4 082         | 4 082                   | 6 122                           |
| 4 Brandfarliga fasta ämnen            | 226           | 226                     | 339                             |
| 5 Oxiderade ämnen                     | 305           | 305                     | 457                             |
| 6 Giftiga ämnen                       | 512           | 512                     | 769                             |
| 7 Radioaktiva ämnen                   | 0             | 0                       | 0                               |
| 8 Frätande ämnen                      | 1 182         | 1 182                   | 1 773                           |
| 9 Övriga farliga ämnen och föremål    | 300           | 300                     | 450                             |

**Tabell 10. Underlag för känslighetsanalysberäkningar för väg 56. Enhet antal transporter per år.**

| Klass (ADR-S)                         | Planförslaget | Känslighetsanalys (gas) | Känslighetsanalys (ökad trafik) |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 Explosiva ämnen och föremål         | 178           | 178                     | 268                             |
| 2.1 Brandfarliga gaser                | 1024          | 1274                    | 1536                            |
| 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas | 3301          | 3301                    | 4952                            |
| 2.3 Giftiga gaser                     | 7             | 7                       | 10                              |
| 3 Brandfarliga vätskor                | 3671          | 3671                    | 5506                            |
| 4 Brandfarliga fasta ämnen            | 203           | 203                     | 305                             |
| 5 Oxiderade ämnen                     | 274           | 274                     | 411                             |
| 6 Giftiga ämnen                       | 461           | 461                     | 691                             |
| 7 Radioaktiva ämnen                   | 0             | 0                       | 0                               |
| 8 Frätande ämnen                      | 1063          | 1063                    | 1594                            |
| 9 Övriga farliga ämnen och föremål    | 270           | 270                     | 405                             |

## Bilaga C Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Händelseträdsmetodik

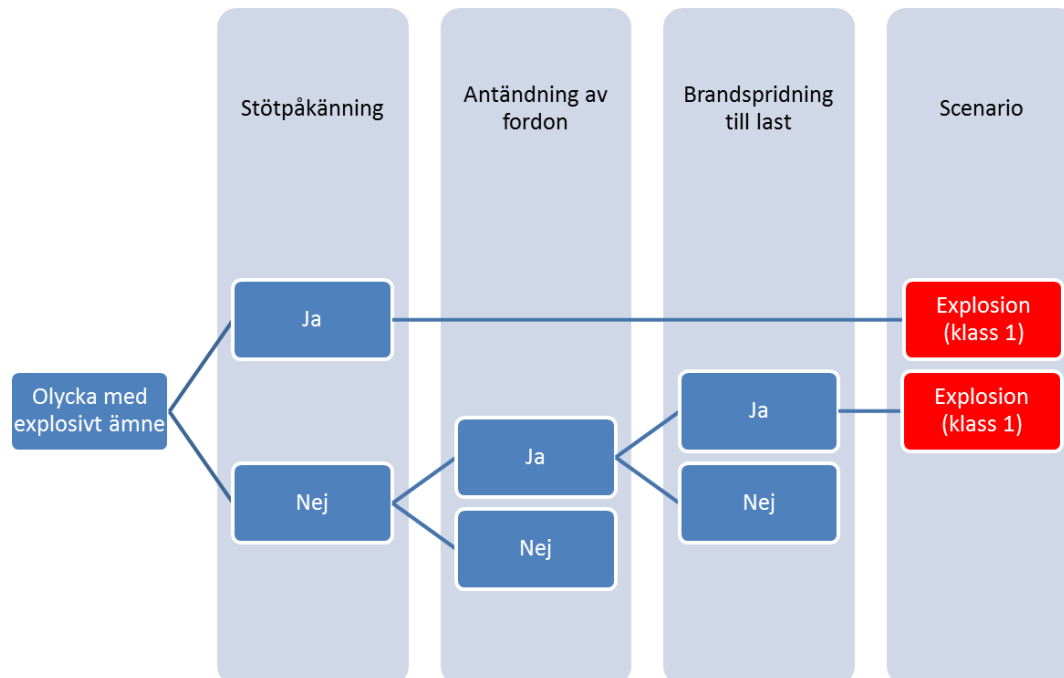
För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarier som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I avsnitten nedan presenteras händelseträd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

### Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)

För att en olycka som involverar explosiva ämnen ska leda till en explosion krävs att det transporterade godset påverkas (genom till exempel en kraftig stöt eller brand).

Ett jämförelsevärde att förhålla sig till gällande stötpåkänning angavs av HMSO<sup>7</sup> baserat på brittiska data från 1950–1990. Där var sannolikheten för en stötinitierad detonation till följd av en kollision mindre än 0,2 %. Med hänsyn till utvecklingen inom trafik-säkerhet och fordonskonstruktion som skett sedan det statistiska underlaget, bedöms det vara konservativt att använda en halverad sannolikhet på 0,1 % för att en kollision leder till en stötinitierad detonation.

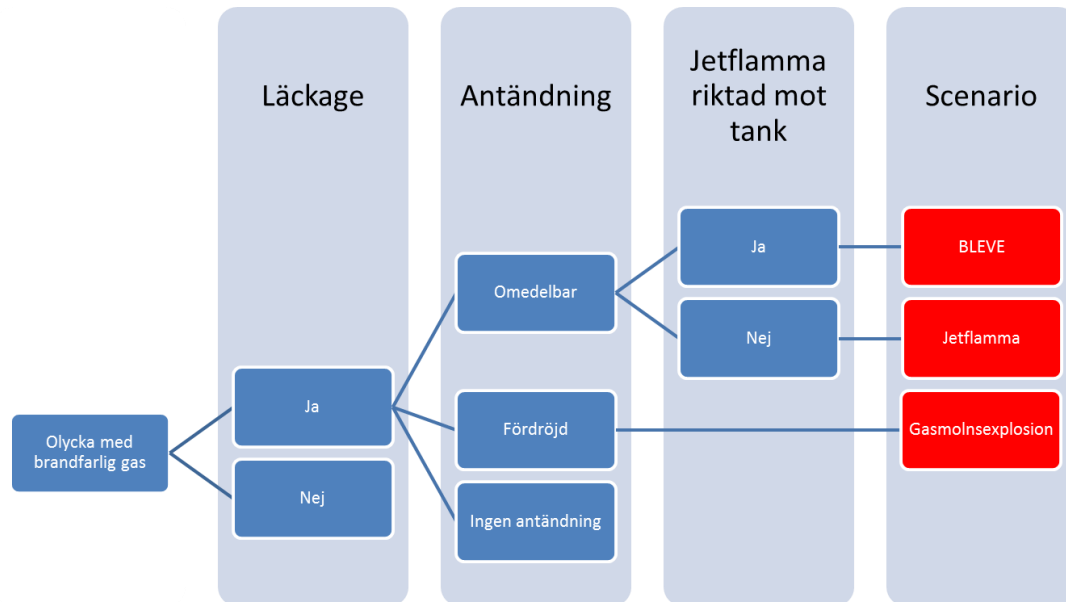
Svensk statistik visar på att sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna är cirka 0,4 %<sup>8</sup>. Vidare antas (som i Göteborgs fördjupade översiktsplan<sup>2</sup>), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.



Figur 17. Händelseträd för olyckor med explosivt ämne.

## Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har identifierats som jetflamma, gasmolnsexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 18.



Figur 18. Händelseträd för olyckor med brandfarlig gas.

Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>4</sup>. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*<sup>9</sup>. Följande sannolikheter är resultatet av en sammanvägning av de två uppsättningar med sannolikheter som presenteras i den rapporten för ”Litet utsläpp” respektive ”Stort utsläpp”:

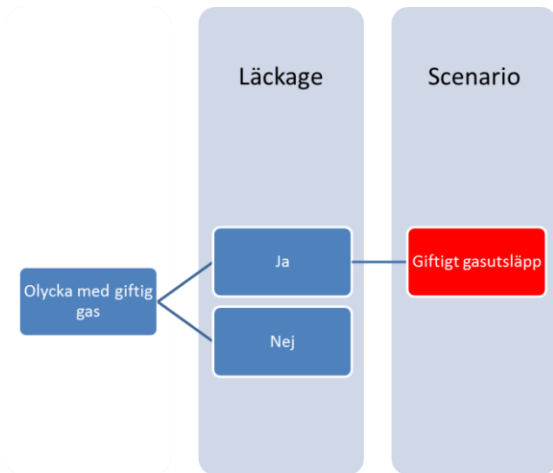
- Omedelbar antändning: 15 %
- Fördröjd antändning: 65 %
- Ingen antändning: 20 %

Vidare antas grovt att en av hundra (1 %) jetflammar är så riktad att den genom kraftig uppvärmning orsakar en BLEVE i en närliggande tank (eller om jetflamman reflekteras, en BLEVE som involverar den aktuella tanken själv).

## Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)

Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet, och hur långt det når, beror bland annat på läckagets storlek och vilket utflöde av gas som uppkommer. Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>4</sup>.

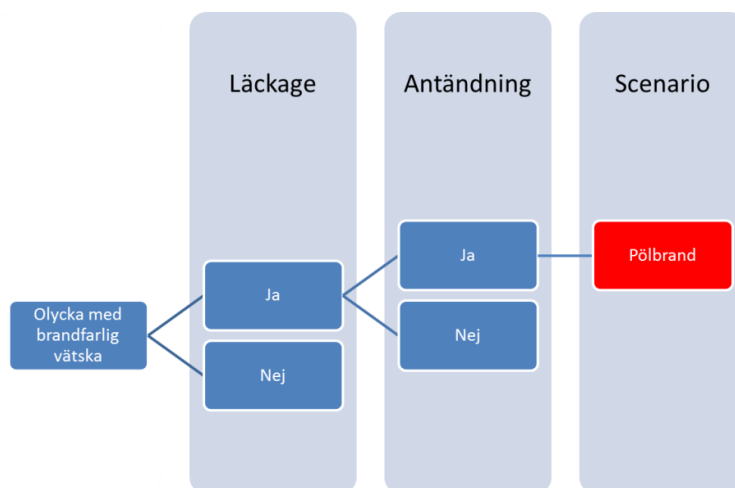




Figur 19. Händelsetråd för olycka med giftig gas.

## Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

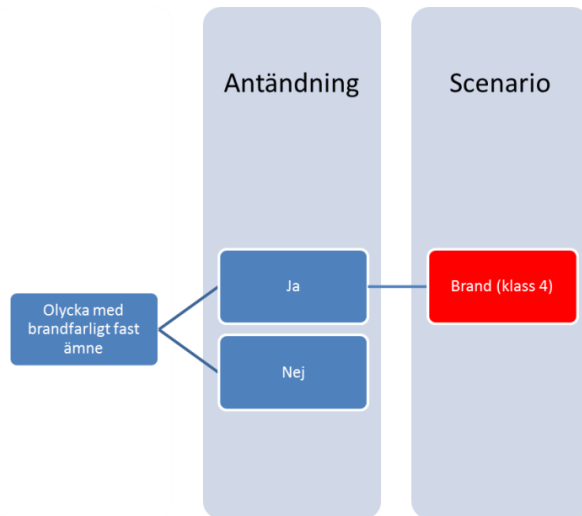
Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 7 och Figur 20). Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %)<sup>7</sup>. Händelseträdet i Figur 20 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 20. Händelsetråd för olyckor med brandfarlig vätska.

## Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Olyckor med brandfarliga fasta ämnen kan påverka omgivningen om det sker en antändning, vilket kan resultera i en kraftig brand även om inget läckage uppstått. Sannolikheten för antändning, givet att en olycka skett antas likt tidigare utifrån svensk statistik vara 0,4 %<sup>8</sup>. Förenklat antas alla sådana bränder leda till att de transporterade brandfarliga fasta ämnena deltar i branden.



Figur 21. Händelsesträd för olycka med brandfarligt fast ämne.

## Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

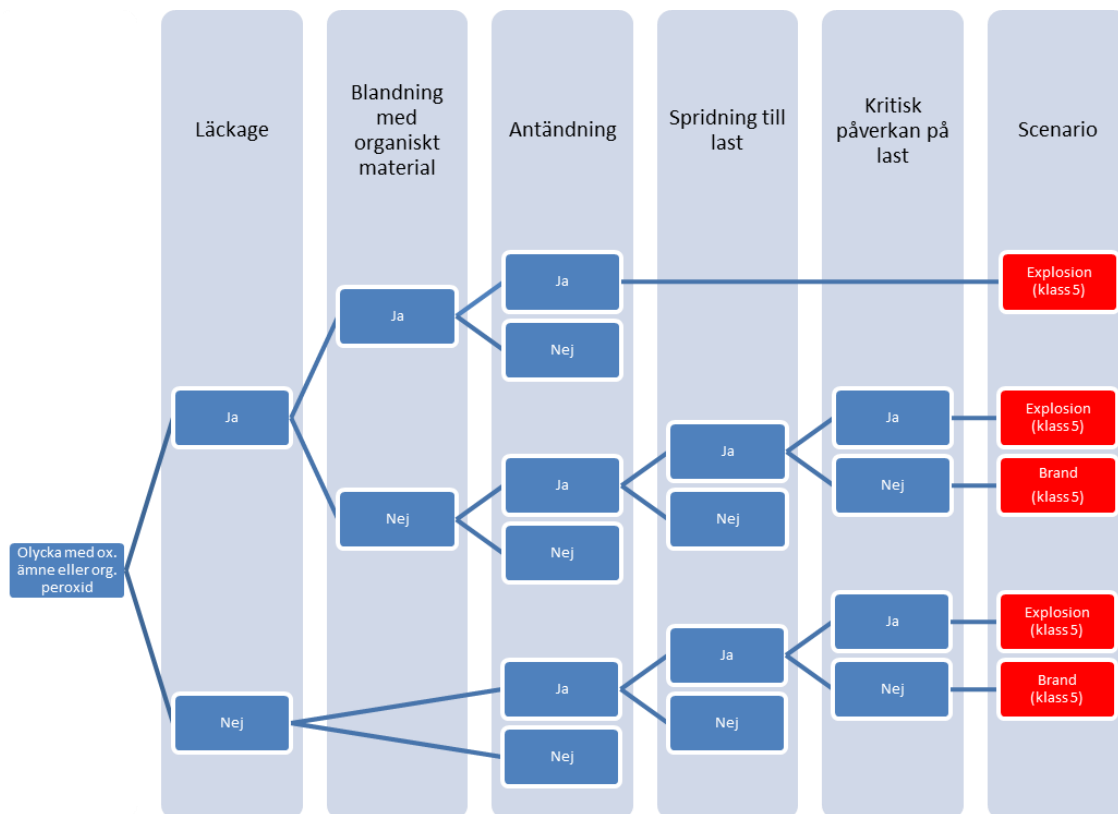
Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande ämne. Blandningen som bildas utgör då ett kraftfullt sprängämne. Vidare kan en explosion uppkomma efter kraftig brandpåverkan även om någon blandning med organiskt material inte skett.

Ammoniumnitrat är vid transport uppvärmt till cirka 135°C, då ämnet är flytande med relativt hög densitet (27 m<sup>3</sup> väger cirka 40 ton).

Sannolikheten för läckage antas vara samma som för gastankar enligt ovan (1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>4</sup>). Sannolikheten för att det i samband med utsläppet av ADR-S klass 5 också förekommer ett utsläpp av exempelvis ADR-S klass 3 (flytande organiskt material), och att blandning mellan dem kan ske uppskattas till 50 %<sup>10</sup>. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas vara jämförbar med sannolikheten för antändning av ett utsläpp av brandfarlig vätska (3,3 %<sup>7</sup>). En sådan antändning antas resultera i en explosion.

Sannolikheten för antändning som följer en olycka med läckage men utan blandning uppskattas på samma sätt som för antändning av fordon ovan till 0,4 %<sup>8</sup>. Sannolikheten för att den då uppkomna branden ska sprida sig till att påverka lasten uppskattas grovt till 50 %<sup>7</sup>. För att en brand som spridit sig och påverkar lasten ska leda till en explosion krävs att temperaturen överstiger 190°C under en längre tidsperiod. Det eventuella sönnerfallet avstannar ofta om värmekällan avlägsnas<sup>11</sup>. Olycksstatistik för olyckor med ADR-S klass 5 visar också på att det är relativt långa olycksförlopp med brinntider på 1–16 timmar innan detonation. Grovt antas hälften av dessa bränder leda till en sådan kraftig påverkan att en detonation (explosion) uppkommer (50 %). Detta gäller för de fall där ett utsläpp av ADR-S klass 5 också inträffat och en kraftig brand antas uppstå

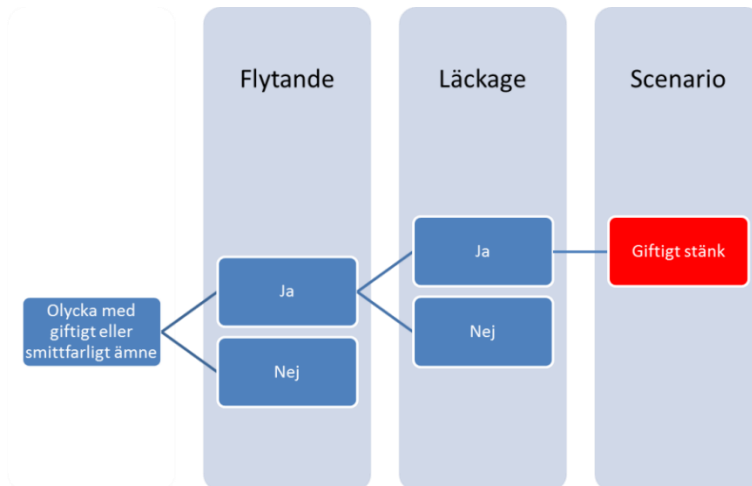
kring lastbilen. I de fall något utsläpp inte inträffat bedöms det grovt vara hälften så sannolikt att en brandpåverkan skulle leda till en explosion (25 %). De bränder som inte leder till någon explosion antas i modellen ändå påverka omgivningen med värmestrålning och brandgaser i en omfattning som är jämförbar med en pölbrand (ADR-S klass 3).



Figur 22. Händelse-träd för olycka med oxiderande ämne eller organisk peroxid.

## Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

Skador på människor till följd av olyckor med giftiga eller smittfarliga ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk från ämnet hamnar. Det innebär att det endast är i flytande form som ämnena kan medföra en akut påverkan på människor i omgivningen. Uppgifter<sup>10</sup> gör gällande att omkring 23 % av den transporterade mängden ADR-S klass 6 utgörs av flytande ämnen. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 7 och Figur 23).



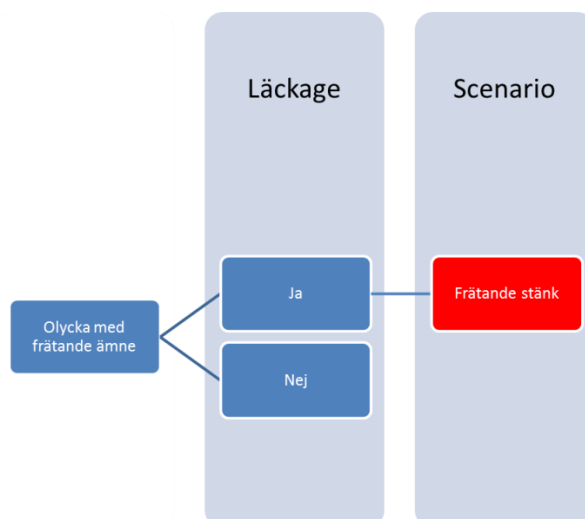
Figur 23. Händelsetråd för olycka med giftigt eller smittfarligt ämne.

## Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen beaktas enligt ovan (Tabell 5.) inte i denna riskbedömning.

## Frätande ämnen (ADR-S klass 8)

Skador på människor till följd av olyckor med frätande ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk eller iväggkastat ämne hamnar. En förutsättning är därmed att ett läckage uppstår. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 7 och Figur 24).



Figur 24. Händelsetråd för olyckor med frätande ämnen.

## Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

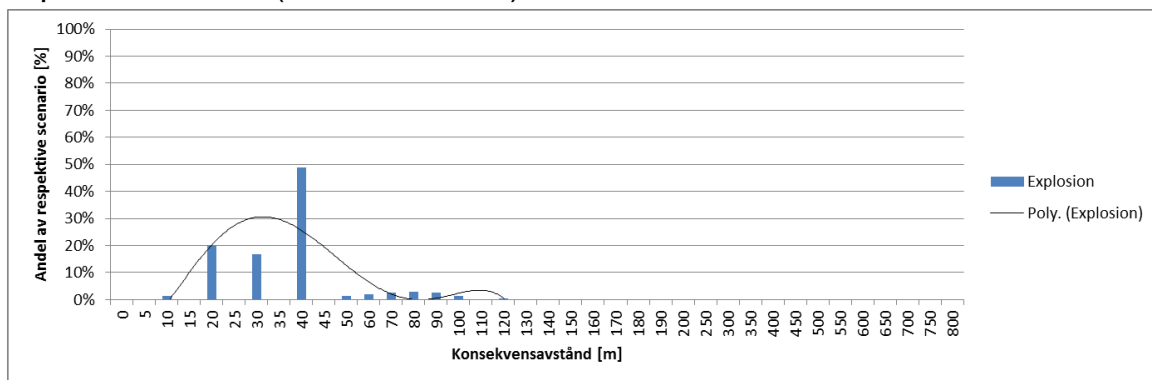
Beaktas (enligt Tabell 5).

## Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods

I denna bilaga beskrivs metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts avseende konsekvenser av de identifierade olycksscenarierna. Resultaten redovisas i rapportdelen.

Konsekvenserna av de identifierade typerna av olycksförlopp har tidigare beräknats bland annat i samband med att Länsstyrelsen i Skåne län upprättade sina *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen<sup>1</sup> (RIKTSAM)*. Nedanstående fördelningar är anpassade utifrån resultaten däri förutom för ADR-S klass 2.1 och ADR-S klass 3. Med konsekvensavstånd menas här det avstånd inom vilket människor förväntas omkomma till följd av påverkan från olycksförloppet (exempelvis genom värmestrålning, tryckpåverkan eller toxicitet – beroende på olyckans karaktär).

### Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)



Figur 25. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för explosion (ADR-S klass 1). Kurvan ”Poly. (Antagen fördelning)” visar en trendlinje som endast inkluderats för visualisering av fördelningen.

### Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

Avseende händelseförloppet jetflamma används de konsekvensberäkningar som gjorts för Förbifart Stockholm i samband med upprättande av Arbetsplan<sup>12</sup>.

Gällande händelseförloppen gasmolnexplosion och BLEVE genomförs konsekvensberäkningar. Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1) omfattas av exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Gasol är ett exempel på en kondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg<sup>2</sup>. Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, då gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

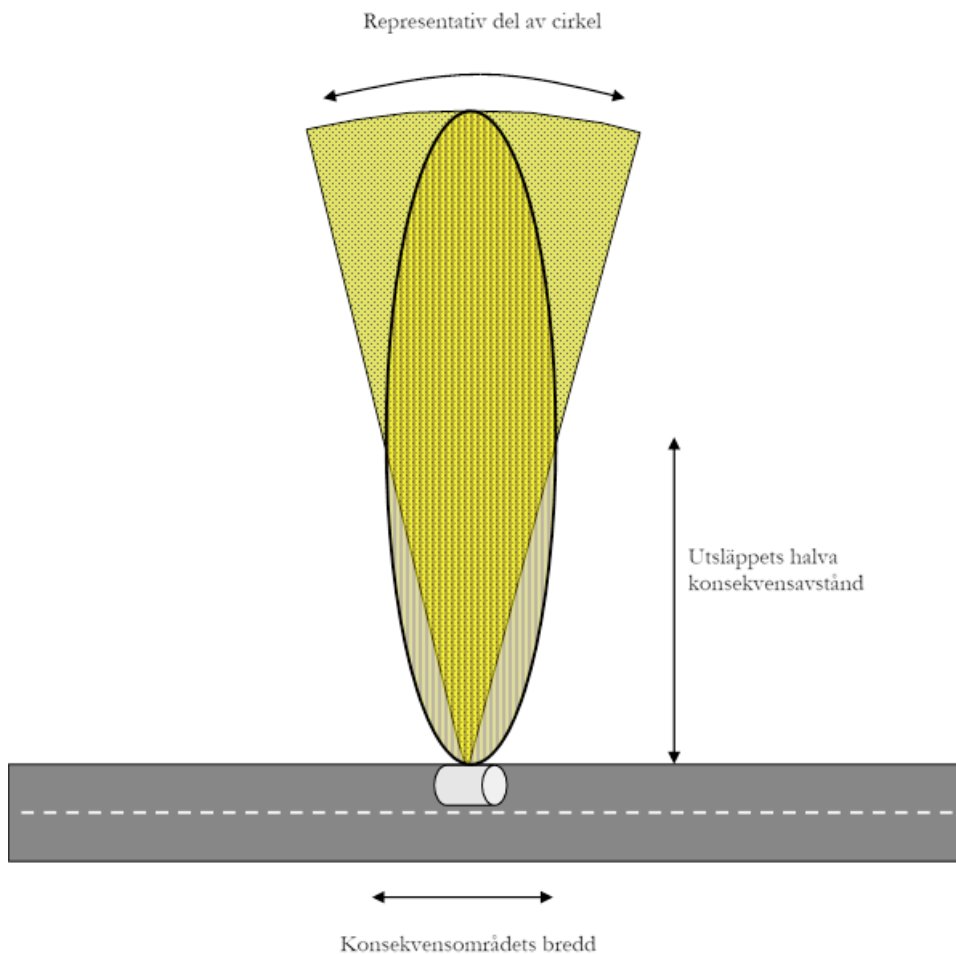
### Antaganden

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *liten, medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i *Farligt gods – riskbe-*

dömning vid transport<sup>4</sup> utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 %<sup>4</sup>.

När ett läckage har skett påverkar väder och vindförhållanden spridning av gaser och ångor. Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961–2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlade data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s<sup>13</sup>. Vindhastighet antas vara 4 m/s. Temperaturen antas vara 15 °C och väderscenariot till stabilitetsklass D vilket är ett konservativt antagande.

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brännbara gaser och giftiga. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område, reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken approximativ spridningsvinkel som konsekvensområdet får, enligt Figur 26.



Figur 26. Konsekvensområdet vid gasutsläpp får ofta en oval form. Utifrån konsekvensområdets längd och bredd approximeras en lämplig cirkelsektor (representativ del av cirkel) för reduktion av grundfrekvensen.

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

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

Vid beräkningar av värmestrålning mot omgivningen definieras acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar till  $15 \text{ kW/m}^2$ .<sup>14</sup>

## **BLEVE**

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*<sup>3</sup>. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket värmestrålningen blir så stor att en exponerad person antas omkomma är beräknat till 170 meter.

## **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 antas hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet förbrännas. 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* används för spridningsberäkningarna där avståndet till den undre brännbarhetsgränsen ( $21\,000 \text{ ppm}$ )<sup>15</sup> beräknas. Som konsekvensavstånd nyttjas avståndet till brännbarhetsgränsen tillsammans med en säkerhetsmarginal för att ta hänsyn till strålningspåverkan som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Säkerhetsmarginalen beräknas genom en konservativ strålningsberäkning utifrån gasmolnets höjd och bredd, samt i utsläppets riktning.

Beräkningarna resulterar i ett konsekvensområde som enligt Figur 26, approximeras med en cirkelsektor (anges som en vinkel, i grader).

## **Konsekvensavstånd**

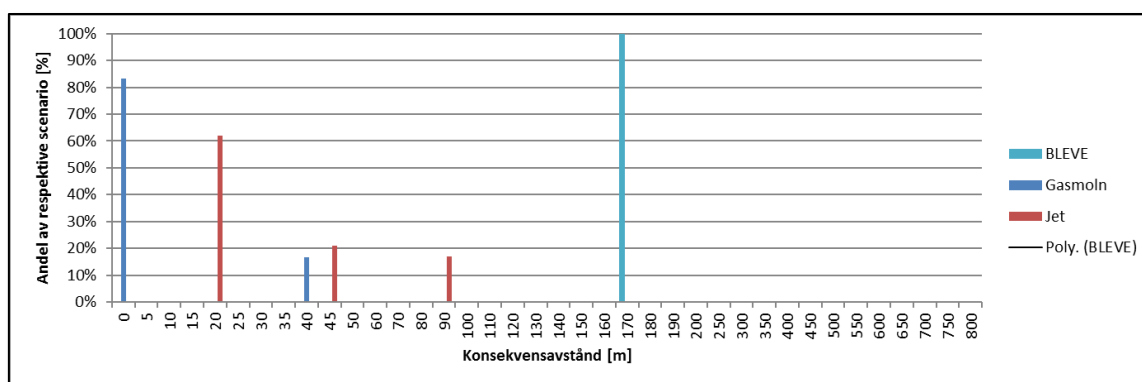
Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1, se Tabell 11.

Tabell 11. Beräknade konsekvensavstånd för plym med gas inom vilket personer antas omkomma.

| Scenario                               | Konsekvensavstånd [m] | Vinkel [grad] |
|--|-----------------------|---------------|
| BLEVE                                  | 170                   | 360           |
| Gasmolnexplosion - litet läckage       | 0*                    | -             |
| Gasmolnexplosion - mellanstort läckage | 0*                    | -             |
| Gasmolnexplosion - stort läckage       | 48                    | 35            |

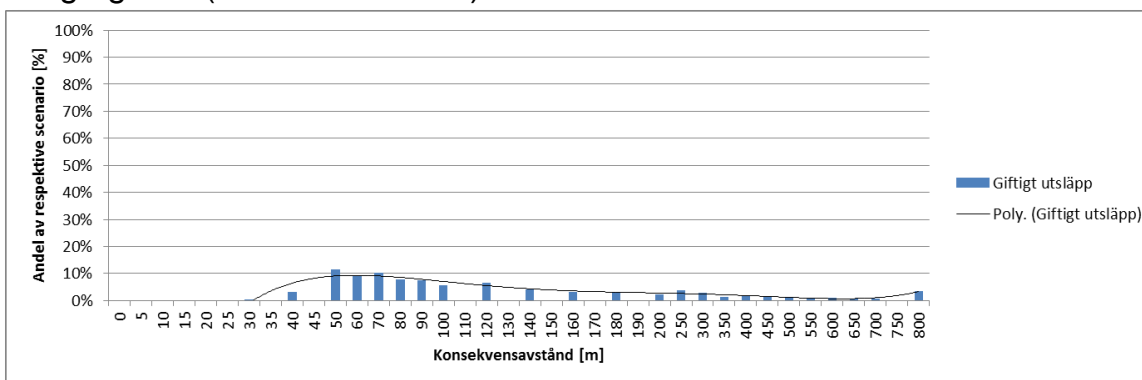
\*Konsekvensavståndet blir noll meter då läckageflödet är så litet att någon gasvolym med en gaskoncentration inom brännbarhetsområdet inte uppkommer.

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 27.



Figur 27. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar (ADR-S klass 2.1).

### Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)



Figur 28. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid utsläpp av giftig gas (ADR-S klass 2.3).

### Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

ADR-S klass 3 omfattas av brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel. Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3<sup>16</sup>. Brandfarliga vätskor med låg flampunkt (till exempel bensin) antänds lättast<sup>17</sup>. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska utgöras av bensin.



## Antaganden

För beräkningar av konsekvensavstånd för tillämpas den etablerade metoden i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*<sup>4</sup>. Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig vätska är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*<sup>4</sup> som *litet*, *medelstort* eller *stort*, utifrån vilken pölstorlek de ger upphov till: 50 m<sup>2</sup> (*litet*), 200 m<sup>2</sup> (*mellanstort*) samt 400 m<sup>2</sup> (*stort*). Vid läckage från tankbil med släp bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 25 %, 25 % och 50 %<sup>4</sup>.

I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter med mera. Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Skydd antas finnas längs väggkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds för då bildas en brand som sprider giftiga brandgaser och genererar värmestrålning mot omgivningen. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>. Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2–3 sekunder) samt acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar<sup>2, 14, 18</sup>.

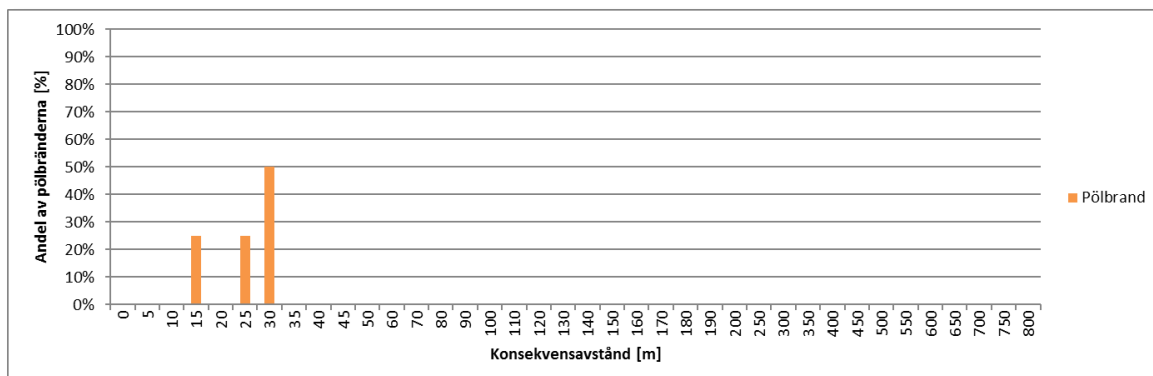
## Konsekvensavstånd

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av beräkningar i enlighet med Bilaga E. Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 3, se Tabell 12.

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

| Scenario            | Pölbrand av varierande storlek | Längd/bredd | Konsekvensavstånd från pölkant [m] | Fördelning |
|---------------------|--------------------------------|-------------|------------------------------------|------------|
| Litet utsläpp       | 50 m <sup>2</sup>              | 7,1         | 12 m                               | 25%        |
| Mellanstort utsläpp | 200 m <sup>2</sup>             | 14,15       | 22 m                               | 25%        |
| Stort utsläpp       | 400 m <sup>2</sup>             | 20          | 28 m                               | 50%        |

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 29.



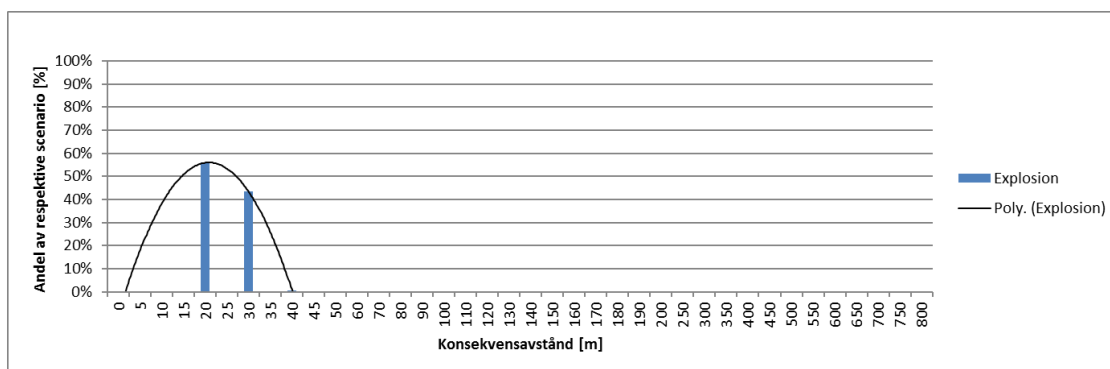
Figur 29. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för pölbränder (ADR-S klass 3).

### Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4) antas ha samma konsekvensavståndsfördelning som brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). Detta antagande bedöms vara konservativt.

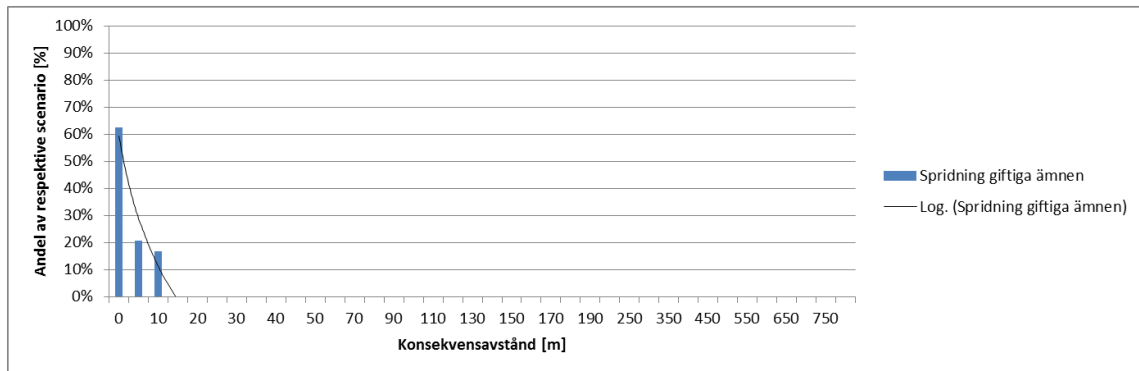
### Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

Fördelningen vid bränder för oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5) antas ha samma konsekvensavstånd som för brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). Detta antagande bedöms vara konservativt. Använd fördelning av konsekvensavstånd vid explosioner redovisas i Figur 30.



Figur 30. Använd fördelning av konsekvensavstånd vid explosioner med oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5).

## Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

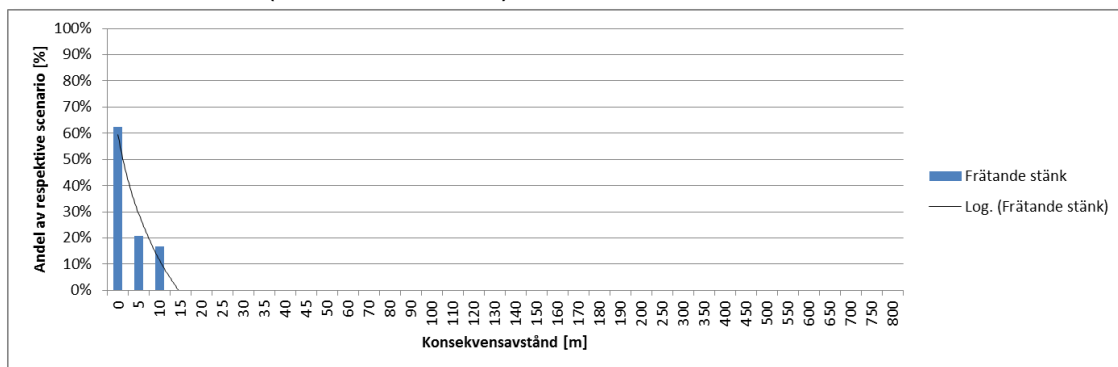


Figur 31. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6).

## Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

## Frätande ämnen (ADR-S klass 8)



Figur 32. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med frätande ämne (ADR-S klass 8).

## Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

Övriga farliga ämnen (ADR-S klass 9) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

## Bilaga E Riskuppskattningar för pölbrand

I denna bilaga beskrivs dimensionerande förutsättningar, antaganden och metod för genomförda strålningsberäkningar för pölbrand med avseende påverkan på människa och icke brandklassad fasad.

### Typ av drivmedel

Beroende på vilket drivmedel som släpps ut kommer den utsläppta vätskan vara olika lättantändlig där bensin bildar mycket lättantändliga blandningar medan dieselångor är mer svårantändliga.

Antändning kan ske genom att den gas-/luftblandningen som uppkommer vid en brandfarlig vätska kommer i kontakt med en tändkälla som exempelvis heta motordelar, statisk elektricitet eller en öppen låga. Gas-/luftblandningen är tyngre än luft för samtliga drivmedel. Detta innebär att den ibland kan spridas till lågt liggande utrymmen som kulvertar, rörledningar, källare med mera eller föras med vinden och antändas på avstånd från själva utsläppspunkten.

Strålningen som avges från en pölbrand med en viss storlek är beroende av förbränningseffektiviteten, förbränningshastigheten per ytenhet samt förbränningsvärmen.

Tabell 13. Förbränningsparametrar för pölbränder för olika drivmedel.

| Drivmedel | Förbrännings-effektivitet | Förbränningshastighet per ytenhet       | Förbränningsvärme          |
|-----------|---------------------------|---|----------------------------|
| Bensin    | 0,7 <sup>19</sup>         | 0,055 kg/m <sup>2</sup> s <sup>20</sup> | 43 700 kJ/kg <sup>20</sup> |
| Diesel    | 0,7 <sup>19, 20</sup>     | 0,048 kg/m <sup>2</sup> s <sup>20</sup> | 43 600 kJ/kg <sup>21</sup> |

Ur tabellen kan det utläsas att bensin är det drivmedel som kommer att ge upphov till den största utvecklade effekten utifrån en given pölarea. Detta då bensin har både högst förbränningshastighet och förbränningsvärme.

En annan viktig parameter för att bedöma påverkan från pölbranden på bebyggelse är att bedöma en eventuell pölbrands källa och utbredning.

### Strålningsberäkningar avseende pölbränder med brandfarliga vätskor

Värmestrålningen från en pölbrand med brandfarlig vätska kan beräknas i följande steg:

1. Beräkning av brandeffekt för den aktuella pölstorleken
2. Beräkning av flammans höjd och temperatur,
3. Beräkning av synfaktor,
4. Beräkning av infallande strålning på olika avstånd från branden.

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd beräknas för att sedan användas för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen. Temperaturen hos flammen ligger till grund för

beräkningen av hur mycket infallande strålning som mottas av ytor på olika avstånd från branden.

## Brandeffekt

För pölbränder med relativt stora diametrar (> 2 m) kan brandeffekten från en pöl beräknas utifrån följande samband:

$$\dot{Q} = \chi \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c \cdot A_f$$

där

$\dot{Q}$  = utvecklad effekt (kW)

$\chi$  = förbränningseffektivitet

$\dot{m}''$  = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m<sup>2</sup>s)

$\Delta H_c$  = förbränningsvärme (MJ/kg)

$A_f$  = pölstorlek (m<sup>2</sup>)

## Ekvivalent branddiameter

Brandens ekvivalenta diameter (D) beräknas ur:

$$D = \sqrt{\frac{4A_f}{\pi}}$$

## Flamhöjd

Flamhöjden  $H_f$  (m) för kvadratiska pölar och rektangulära pölar där längden på pölen inte är större än två gånger bredden beräknas med hjälp av följande ekvation<sup>19</sup>:

$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

För pölar där längden är betydligt större än bredden beräknas flamhöjden som:

$$H_f = 0.035 \cdot (\dot{Q}/L)^{2/3}$$

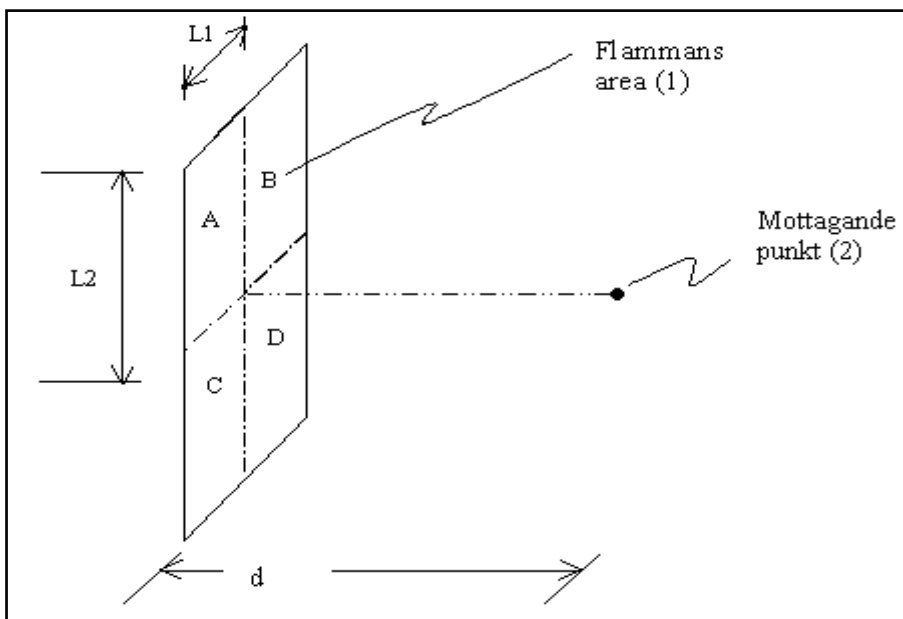
## Flamtemperatur

Flamtemperaturen  $T_f$  utgör medeltemperaturen i flamman, temperaturen i själva flamspetsen ( $T_i$ ) är cirka 540°C (813 K) och flammans maximala temperatur ( $T_b$ ) antas för samtliga studerade ämnen vara 1000°C (1273 K). Den maximala flamtemperaturen är bland annat beroende av vilket material som brinner och storleken på branden. Utifrån dessa antaganden kan medeltemperaturen i flamman bestämmas. Medeltemperaturen används i beräkningen av strålningen från flamman och erhålls enligt:

$$T_f = \left( \frac{T_b^4 + T_t^4}{2} \right)^{1/4} = \left( \frac{1273^4 + 813^4}{2} \right)^{1/4} = 1112K$$

## Synfaktor

Synfaktorn  $F$  anger hur stor andel av den emitterade strålningen från flammen (1) som når den mottagande punkten eller ytan (2), se Figur 1. Vid beräkningen av synfaktorn antas att flammen är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då flammen i själva verket normalt är betydligt smalare i toppen än i basen.



Figur 1. Principiell modell för beräkning av synfaktor.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt:

$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

där  $F_{A1,2}$  beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos\Theta_1 \cos\Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1$$

där  $\theta_1$  och  $\theta_2$  är infallande vinkel (i aktuellt fall 0), och  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas på samma sätt för dess mått där:

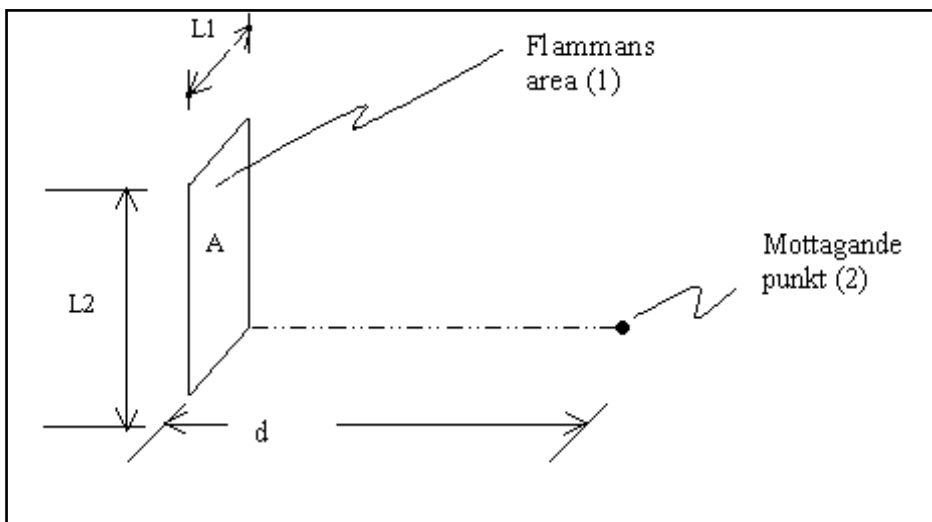
$$A_1 = L_1 \cdot L_2 \text{ enligt Figur 33.}$$

För beräkning av respektive ytas synfaktor används följande ekvation:

$$F_{A1,2} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

där

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt Figur 33.}$$



Figur 33. Synfaktor för yta A.

I det fallet då ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att det är den mest kritiska punkten på avståndet d från branden som studeras, vilket är det som eftersöks vid beräkningar av konsekvensavstånd.

## Infallande strålning – vinkelrätt från flammans

Den från branden infallande strålningen som når omgivningen varierar med flammans temperatur, synfaktorn och den brinnande massans emissivitet. Emissiviteten, det vill säga materialets förmåga att avge värmeenergi, är beroende av materialets temperatur och egenskaper, särskilt vid ytan. Exempelvis kan sägas att en blankpolerad yta har mycket lägre emissivitet än en mörk skrovlig yta. Den infallande strålningen kan beräknas genom:

$$q_r'' = \epsilon \sigma F T_f^4$$

där

$$q_r'' = \text{Infallande strålning (kW/m}^2\text{)}$$

$\varepsilon$  = Emissionstal

$\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant (=  $5.67 \times 10^{-11} \text{ kW/m}^2\text{K}^4$ )

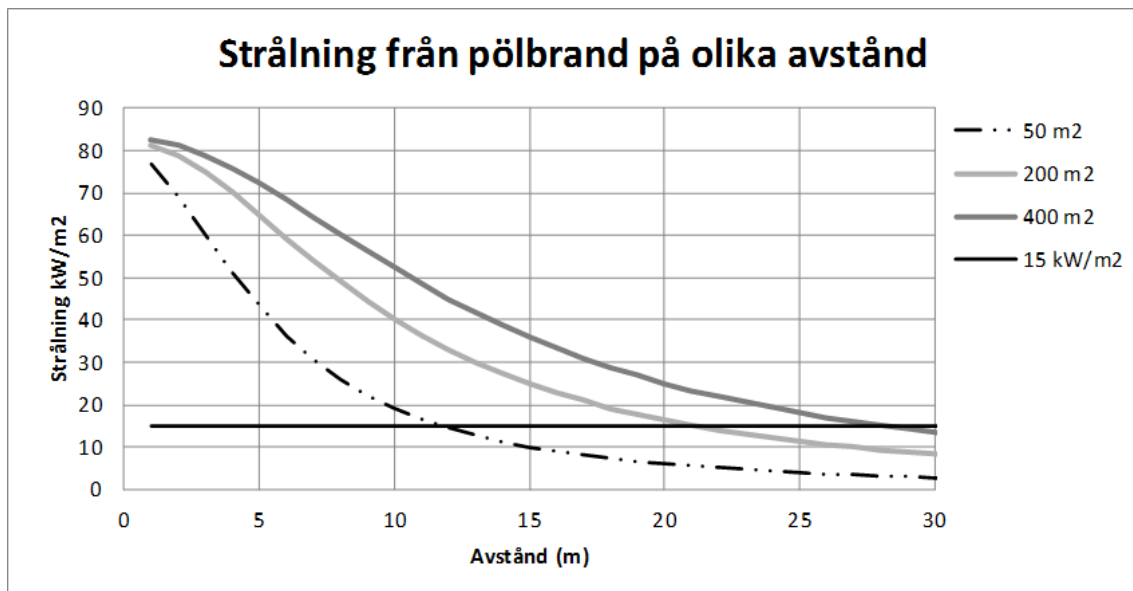
F = Synfaktor

$T_f$  = Flammans medeltemperatur

Emissionstalet för en flamma varierar med materialets egenskaper och tjockleken på flammen, vilket tas hänsyn till i beräkningarna.

## Resultat

De strålningsnivåer som, för olika vätskeformiga drivmedel, kan uppnås till följd av valda pölstorlekar presenteras i Figur 2. Strålningsnivåer värderas mot  $15 \text{ kW/m}^2$  (svart streck) som acceptanskriterium för icke brandklassad fasad<sup>14</sup>.



Figur 2. Strålning från pölbränder med bensin i pöl.

De konsekvensbaserade skyddsavstånden för icke brandklassad fasad för valda pölstorlekar visas i Tabell 14 nedan. Dessa avstånd räknas från väggkant eftersom skydd antas finnas längs väggkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.



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

| Scenario            | Pölbrand av varierande storlek | Längd/bredd | Konsekvensavstånd från pölkant [m] |
|---------------------|--------------------------------|-------------|------------------------------------|
| Litet utsläpp       | 50 m <sup>2</sup>              | 7,1         | 12 m                               |
| Mellanstort utsläpp | 200 m <sup>2</sup>             | 14,15       | 22 m                               |
| Stort utsläpp       | 400 m <sup>2</sup>             | 20          | 28 m                               |

## Bilaga F Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods

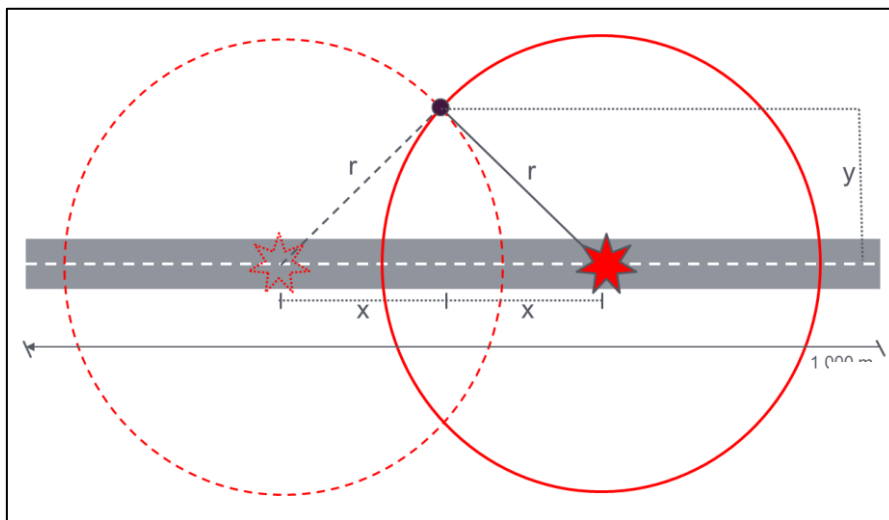
I följande bilaga beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk genomförs.

### Individrisk

Beräkningsmetoden som används i denna riskbedömning bygger på den metod som används ibland andra Helsingborgs stads *Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*<sup>10</sup>.

Resultaten av frekvens- och konsekvensberäkningarna ovan räknas samman till en risknivå utmed den aktuella vägsträckan genom en beräkningsgång som kan beskrivas enligt följande (med scenariot pölbrand som exempel).

En specifik punkt i omgivningen påverkas endast av en olycka som inträffar på en vägsträcka nära punkten. Längden på denna sträcka beror på punktens avstånd från vägen och hur stort område som det studerade olycksscenarioet påverkar, se Figur 34.



Figur 34. Olyckor med konsekvensavståndet ( $r$ ) måste inträffa någonstans på sträckan ( $2x$ ) för att påverka en given punkt på ett avstånd ( $y$ ) från vägen. Med hjälp av Pythagoras sats kan sträckan ( $2x$ ) beräknas, givet att konsekvensavståndet ( $r$ ) samt avståndet till vägen ( $y$ ) är känt.

Resonemanget i Figur 34 leder till att en frekvenskorrigeringsfaktor som är specifik för en punkt på ett givet avstånd kan beräknas. Frekvenskorrigeringsfaktorn är två gånger sträckan  $x$  dividerat med längden på den studerade sträckan. Beräkningarna bygger vidare på att ett stort antal punkter i omgivningen (olika värden på  $y$ ) studeras med upprepade beräkningar för alla de identifierade olycksscenarierna. Den använda upplösningen för beräkningarna (värden på  $y$ ) är:

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| 0–50 meter från väggkant   | Var 5:e meter  |
| 50–200 meter från väggkant | Var 10:e meter |

200–800 meter från väggkant Var 50:e meter

Formeln som används för att beräkna en frekvenskorrigeringsfaktor per kilometer blir:

$$\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}, \text{ se Tabell 15.}$$

**Tabell 15. Frekvenskorrigeringsfaktor (utsnitt).**

|                       | Studerat avstånd (y) [m] |      |      |      |     |     |
|-----------------------|--------------------------|------|------|------|-----|-----|
| ↓ Olyckan når (r) [m] | 0                        | 5    | 10   | 15   | ... | 800 |
| 0                     | 0                        | -    | -    | -    | ... | 0   |
| 5                     | 0,01                     | 0    | -    | -    | ... | 0   |
| 10                    | 0,02                     | 0,02 | 0    | -    | ... | 0   |
| 15                    | 0,03                     | 0,03 | 0,02 | 0    | ... | 0   |
| 20                    | 0,04                     | 0,04 | 0,03 | 0,03 | ... | 0   |
| ...                   |                          |      |      |      |     | 0   |
| 800                   | 1,60                     | 1,60 | 1,60 | 1,60 | ... | 0   |

Vidare har det i konsekvensberäkningarna ovan uppskattats fördelning av hur långa konsekvensavstånd som förväntas uppstå vid de olika scenarierna, se Tabell 16. Dessa värden är tillämpade utifrån Figur 17 till Figur 32.

**Tabell 16. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).**

|                   | Sannolikhetsfördelning konsekvensavstånd |
|-------------------|--|
| ↓ Olyckan når [m] | Pölbrand                                 |
| 0                 | x %                                      |
| 5                 | y %                                      |
| 10                | z %                                      |
| 15                | w %                                      |
| ...               |  |
| 800               | 0 %                                      |

Resultat av korsvis multiplikation mellan de två tabellerna (Tabell 15 och Tabell 16) ovan redovisas i Tabell 17.

**Tabell 17. Resultat av korsvis multiplikation (utsnitt).**

|                   | Studerat avstånd [m] |        |        |        |     |     |
|-------------------|----------------------|--------|--------|--------|-----|-----|
| ↓ Olyckan når [m] | 0                    | 5      | 10     | 15     | ... | 800 |
| 0                 | 0                    | -      | -      | -      | ... | 0   |
| 5                 | 0,0001               | 0      | -      | -      | ... | 0   |
| 10                | 0,0010               | 0,0009 | 0      | -      | ... | 0   |
| 15                | 0,0024               | 0,0023 | 0,0018 | 0      | ... | 0   |
| 20                | 0,0072               | 0,0070 | 0,0062 | 0,0048 | ... | 0   |
| ...               |                      |        |        |        |     |     |

Respektive kolumn summeras sedan för att ge en total reduceringsfaktor för respektive avstånd, se Tabell 18. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycksscenarierna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 19.

Tabell 18. Kolumnvis summering av Tabell 17 (utsnitt).

|                   | Studerat avstånd [m] |       |       |       |     |     |
|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-----|-----|
|                   | 0                    | 5     | 10    | 15    | ... | 800 |
| Reduceringsfaktor | 0,051                | 0,050 | 0,046 | 0,040 | ... | 0   |

Tabell 19. Justeringar med avseende på olyckssceneriernas utbredning.

| Olycksscenario    | Andel av cirkel | Kommentar  |
|-------------------|-----------------|--|
| Pölbrand          | 1               | Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.   |
| BLEVE             | 1               | BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.  |
| Jetflamma         | 0,2             | Jetflamman antas riktas mot en specifik plats på en sida av olyckan i 20 % (1/5) av fallen (den första av fem följande riktningar på flamman antas drabba en specifik plats: rakt mot platsen, rakt från platsen, uppåt samt vinkelrätt från platsen åt två håll). |
| Gasmolnsexplosion | 0,06            | Gasmolnsexplosion (UVCE) antas enligt <sup>9</sup> ge en utbredning av omkring 22 grader i vindriktningen ( $22/360=0,06$ ).   |

Efter detta kan reduceringsfaktorn multipliceras med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (f) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 20). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva.

Tabell 20. Resulterande individrisk på olika studerade avstånd (utsnitt).

|             | Studerat avstånd [m]      |                           |                           |     |
|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|
|             | 0                         | 5                         | 10                        | ... |
| Individrisk | $0,051 \cdot 1 \cdot (f)$ | $0,050 \cdot 1 \cdot (f)$ | $0,046 \cdot 1 \cdot (f)$ | ... |

## Samhällsrisk

Tillämpade riskvärderingskriterier för samhällsrisk gäller normalt för ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt<sup>22</sup>. Det kvadratkilometer stora område som studeras kommer därmed även att inkludera ytor runt om planområdet, se Figur 35.

Det är vanligt att beakta laga kraftvunna detaljplaner, den aktuella detaljplaneändringen och en befolkningsutveckling till det valda studerade horisontåret år 2040. För beräkningar som avser 2040 inkluderas, förutom aktuellt planområde, endast detaljplaner som vunnit laga kraft.



**Figur 35. Det område (en kvadratkilometer) som omfattas av samhällsriskberäkningar. (bild från Eniro)**

Kvadratkilometern innehåller såväl handels- och industriområden som områden bestående av fält, betesmark och skog. I området öster om befintlig väg 56 och söder om väg 57 är bebyggelsen glesare, medan befintlig och planerad bebyggelse innebär en högre befolkningstäthet väster om befintlig väg 56 och norr om väg 57.

## Använda värden

I Katrineholms kommuns ÖP för 2030 presenteras tre scenarier för befolkningstillväxt; +0,1 %, -1 % och +1 %, där scenariot för en befolkningstillväxt på 1 % valts som utgångspunkt för planen<sup>23</sup>. Beräkningen för samhällsrisk utgår från samma scenario och antar att samma årliga befolkningstillväxttakt också gäller fram till 2040. Översiktsplanen anger också att enligt SCB:s befolkningsprognos (2013) kommer folkmängden i

Katrineholms kommunen att öka med cirka 1 500 personer fram till 2030 och då uppgå till cirka 34 000 invånare<sup>23</sup>, vilket motsvarar en årlig tillväxttakt på cirka +0,25 %. SCB:s prognos ligger närmare scenariot på årlig befolkningstillväxt på +0,1 %, varför antagandet för beräkningen av samhällrisk kan ses som konservativt.

Tabell 21. Scenarier för befolkningstillväxt i Katrineholms kommun<sup>23</sup> justerade för år 2040.

| Scenario | Befolkning 2012 | Befolkningsutveckling till 2040 | Befolkningsantal 2040 |
|----------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|
| +0,1 %   | 32 549          | +924                            | 33 473                |
| -1 %     | 32 549          | -7 984                          | 24 565                |
| +1 %     | 32 549          | +10 458                         | 43 007                |

Utifrån befintliga (lagakraftvunna) detaljplaner och aktuell (Lövåsen) detaljplan har kvadratkilometern delats in i fyra huvudområden, som i sin tur delats in i ett antal delområden enligt nedanstående tabeller. Verksamheter med **grön text** är förutsättningar som erhållits från kommunen, med **blå text** finns där idag och med **röd text** är antaganden som gjort i den här bedömningen. Kategorin ”Handel (mix)” utgör en jämn fördelning av verksamheter för sällanköp och verksamheter med en större aktivitet (till exempel Bilema och MatPiraten). Utnyttjandegraden är 40 % för samtliga områden. Det finns inga boende i området och inte heller planerat enligt nuvarande detaljplaner.

Området norr om väg 57 och väster om planerad förbifart till väg 56 har delats upp i sex delområden:

Tabell 22. Antagande om verksamheter i det nordvästra delen av kvadratkilometern.

|            | NV1                | NV2                    | NV3                      | NV4                | NV5                | NV6                    |
|------------|--------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Typ        | C <sub>1</sub> H Z | C <sub>1</sub> K H O Z | G C <sub>1</sub> O P     | C <sub>1</sub> H Z | C <sub>1</sub> H Z | C <sub>1</sub> H K O Z |
| Verksamhet | Handel (mix)       | Kontor                 | Bensinmack (pumpstation) | Handel (sällanköp) | Handel (sällanköp) | Hotell                 |

Området norr om väg 57 och öster om planerad förbifart till väg 56 har delats upp i sju delområden:

Tabell 23. Antagande om verksamheter i det nordöstra delen av kvadratkilometern.

|            | NÖ1              | NÖ2                | NÖ3                | NÖ4  | NÖ5  | NÖ6                    | NÖ7                    |
|------------|------------------|--------------------|--------------------|--|--|------------------------|------------------------|
| Typ        | C <sub>1</sub> H | C <sub>1</sub> , H | C <sub>1</sub> , H | C <sub>1</sub> G H K O<br>P <sub>1</sub> Z | C <sub>1</sub> G H K O<br>P <sub>1</sub> Z | C <sub>1</sub> K H O Z | C <sub>1</sub> K H O Z |
| Verksamhet | Restaurang       | Restaurang         | Restaurang         | Truckstopp                                 | Truckstopp                                 | Handel (mix)           | Handel (sällanköp)     |

Området söder om väg 57 och väster om befintlig väg 56 har delats upp i åtta delområden:

Tabell 24. Antagande om verksamheter i det sydvästra delen av kvadratkilometern.

|            | SV1                | SV2             | SV3             | SV4     | SV5  | SV6   | SV7          | SV8          |
|------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------|--|---|--------------|--------------|
| Typ        | H                  | Jm H            | H               | H       | G H <sub>1</sub>   | H E <sub>1</sub>                              | Jm H         | J Z          |
| Verksamhet | Mat-Piraten<br>Mio | Handel<br>(mix) | Handel<br>(mix) | Biltema | Burger King<br>Biltvätt<br>Laddstation<br>Pumpstation<br>Handel<br>(mix) | Dollarstore<br>Hoj-butiken<br>Handel<br>(mix) | Små-industri | Små-industri |

Området söder om väg 57 och öster om befintlig väg 56 omfattas inte av någon detaljplan och består endast av skogsområden. Antalet personer som vistas i området har därför antagits vara noll.

Utifrån uppskattningar av antalet människor i området kan persontätheter för olika delområden beräknas, vilka presenteras nedan. För att beräkna samhällsrisken har en förenkling gjorts i form av att befolkningstätheten bedöms vara likformig inom varje zon.

Den första zonen är baserade på beräknade konsekvensavstånd för pölbrand och resultatet från individsriskbedömningarna, samt utmäta avstånd i aktuell detaljplan, fastställda detaljplaner och för befintliga bebyggelse. Zonen sträcker sig därför upp till 29 meter från dikeskanten närmast befintlig eller planerad bebyggelse och ingen verksamhet antas finnas i området. Nästa zon sträcker sig fram till 170 meter, vilket är avståndet inom vilket värmestrålningen för en BLEVE blir så stor att en exponerad person antas komma.

Utifrån tidigare uppskattningar om verksamheter har en beräkning av antalet personer som vistas i varje zon inom planområdet genomförts, se Figur 36 till Figur 39. För känslighetsanalysen har persontätheten ökat med 50 %.

## Väg 57 – Grundberäkning 2040

| Stadigvarande personer per zon |     |       |
|--------------------------------|-----|-------|
| 170–500 m                      | 135 | Norr  |
| 29–170 m                       | 92  |       |
| 0–29 m                         | 1   |       |
| <b>Väg 57</b>                  |     |       |
| 0–29 m                         | 1   | Söder |
| 29–170 m                       | 147 |       |
| 170–500 m                      | 89  |       |
| <1000 meter>                   |     |       |

Figur 36. Underlag för persontäthet som nyttjats i beräkningar för väg 57.

## Väg 57 – Känslighetsanalys 2040

| Stadigvarande personer per zon |     |       |
|--------------------------------|-----|-------|
| 170–500 m                      | 203 | Norr  |
| 29–170 m                       | 138 |       |
| 0–29 m                         | 2   |       |
| <b>Väg 57</b>                  |     |       |
| 0–29 m                         | 2   | Söder |
| 29–170 m                       | 220 |       |
| 170–500 m                      | 134 |       |
| <1000 meter>                   |     |       |

Figur 37. Underlag för persontäthet som nyttjats i känslighetsanalys för väg 57.

## Väg 56 – Grundberäkning 2040

| Stadigvarande personer per zon  |     |        |
|---------------------------------|-----|--------|
| 170–500 m                       | 237 | Väster |
| 29–170 m                        | 181 |        |
| 0–29 m                          | 1   |        |
| <b>Väg 56 (inkl. förbifart)</b> |     |        |
| 0–29 m                          | 1   | Öster  |
| 29–170 m                        | 65  |        |
| 170–500 m                       | 8   |        |
| <1000 meter>                    |     |        |

Figur 38. Underlag för persontäthet som nyttjats i beräkningar för väg 56 (inklusive planerad förbifart).



## Väg 56 – Känslighetsanalys 2040

| Stadigvarande personer per zon  |     |        |
|---------------------------------|-----|--------|
| 170–500 m                       | 355 | Väster |
| 29–170 m                        | 271 |        |
| 0–29 m                          | 2   |        |
| <b>Väg 56 (inkl. förbifart)</b> |     |        |
| 0–29 m                          | 2   | Öster  |
| 29–170 m                        | 98  |        |
| 170–500 m                       | 12  |        |
| <1000 meter>                    |     |        |

Figur 39. Underlag för persontäthet som nyttjats i känslighetsanalys för väg 56 (inklusive planerad förbifart).

## Bilaga G Referenslista Bilaga A-E

- <sup>1</sup> Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- <sup>2</sup> Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- <sup>3</sup> FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- <sup>4</sup> Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.
- <sup>5</sup> Trafikanalys (2015). *Omräkning av årstabeller 2012-2014 i lastbilstrafiken*. Stockholm: Trafikanalys.
- <sup>6</sup> Trafikanalys (2016, 2017 & 2018). *Lastbilstrafik 2015, 2016 och 2017 helår*. Stockholm: Trafikanalys.
- <sup>7</sup> HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Comitee on Dangerous Substances Health & Safety Comission.
- <sup>8</sup> SIKA (2001). *Vägtrafikskador* Statens institut för kommunikationsanalys, 2001
- <sup>9</sup> Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- <sup>10</sup> Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB
- <sup>11</sup> Marlair, G och Kordek, M-A.(2005) *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers*. Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
- <sup>12</sup> Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. OS147311. Trafikverket 2010-06-30 (Rev B 2011-05-01).
- <sup>13</sup> SMHI (2006). *Vindstatistik för Sverige 1961-2004*. 25 maj 2006, Hans Alexandersson.
- <sup>14</sup> Lunds universitet et al. (2012). *Brandskyddshandboken*.
- <sup>15</sup> CDC (2018). The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Propane. <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/74986.html>, hämtad: 2018-03-21.
- <sup>16</sup> SPBI (2018). Statistik. <http://spbi.se/statistik/> , 2018-06-12. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, 2018.

- <sup>17</sup> Räddningsverket (2000). Räddningskemi - Farliga ämnen. Räddningsverket, Halmemies, Sakari, 2000.
- <sup>18</sup> BBR. Boverkets byggregler, BFS 2006:12. u.o., Karlskrona : Boverket, 2006
- <sup>19</sup> Karlsson, B & Quintiere, J.G. (2000). Enclosure Fire Dynamics, 2000.
- <sup>20</sup> Tewarson, A. (2002). Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire – Chapter 3.4 SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3<sup>rd</sup> Edition, Quincy, 2002.
- <sup>21</sup> Miljöförvaltningen i Stockholm kommun (2006). Säkerhetsaspekter med E85 som drivmedel, Stockholm, 2006.
- <sup>22</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>23</sup> Katrineholms kommun (2014). *Översiktsplan 2030 – Katrineholms kommun – Del staden*. Antagen av kommunfullmäktige 2014-11-17.