

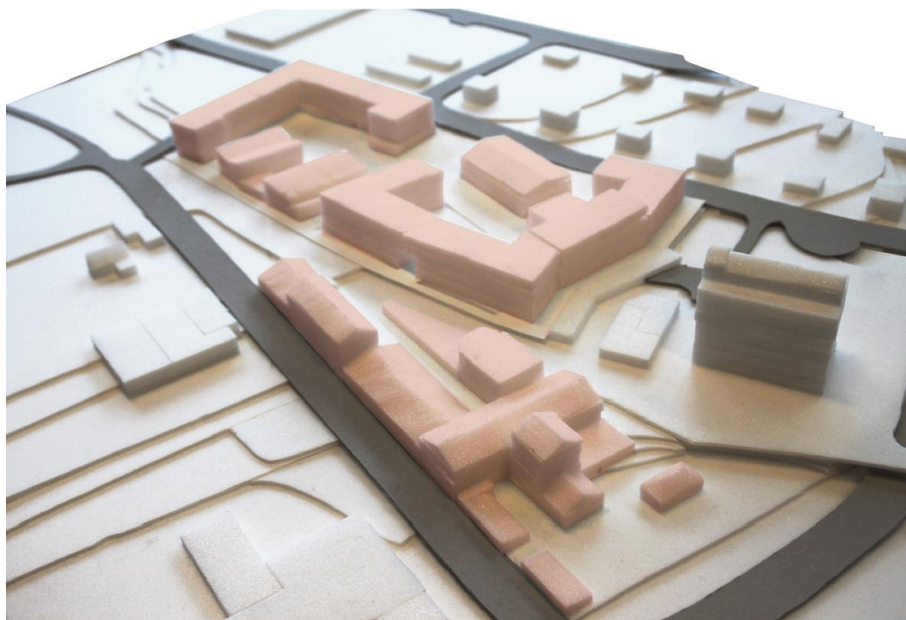


Gaupa Hb

Eslövs kommun

## **ÖSTRA DELEN KV ÖRNEN 4, PLANERADE BOSTÄDER**

**Risikanalys avseende farligt gods**



**Gaupa HB**  
**2018-08-24**

**Göran Loman**

**Gaupa HB**  
Sankt Månsgratan 11B  
222 29 Lund  
Telefon 046-13 27 72

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|          |                                             |           |
|----------|---------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                            | <b>1</b>  |
| 1.1      | Syfte och avgränsningar                     | 1         |
| 1.2      | Utformning                                  | 3         |
| <b>2</b> | <b>Riskidentifiering</b>                    | <b>3</b>  |
| 2.1      | Stambanan                                   | 3         |
| 2.2      | Kavli                                       | 4         |
| 2.3      | Orkla Food                                  | 7         |
| 2.4      | Bensinstationer                             | 8         |
| 2.5      | Fasanen 14                                  | 8         |
| 2.6      | LJ Blästring                                | 8         |
| <b>3</b> | <b>Beräkningsmodell</b>                     | <b>8</b>  |
| <b>4</b> | <b>Normer</b>                               | <b>9</b>  |
| 4.1      | Definitioner                                | 10        |
| 4.2      | Farligt gods                                | 11        |
| 4.3      | Boverket, Bättre plats för arbete           | 13        |
| 4.4      | Preliminär riskanalys Eslöv                 | 13        |
| 4.5      | Ytterligare värderingsprinciper             | 14        |
| 4.6      | Ammoniak                                    | 15        |
| <b>5</b> | <b>Analyser</b>                             | <b>17</b> |
| 5.1      | Stambanan                                   | 17        |
| 5.2      | Kavli                                       | 20        |
| 5.3      | Orkla Food                                  | 25        |
| 5.4      | Bensinstationerna                           | 25        |
| <b>6</b> | <b>Värdering</b>                            | <b>26</b> |
| 6.1      | Åtgärder                                    | 26        |
| 6.2      | Länsstyrelsens riktlinjer kring farlig gods | 26        |
| 6.3      | Skyddsavstånd kring industrierna            | 27        |
| 6.4      | Ytterligare värderingsprinciper             | 27        |
| 6.5      | Känslighetsanalys järnvägstransporter       | 28        |

### Bilagor till riskanalysen

**Bilaga 1** Beräkning av sannolikheter

**Bilaga 2** Beräkning av konsekvenser



## Sammanfattning

Gamla Engson (Kv Örnen 4) rymmer idag en rad mindre och medelstora verksamheter, däribland reklam- och trycksaksproduktion, lätt industri och verkstäder. Byggnaderna på tomten är uppförda från 1945 och några decennier framåt, de utgör tillsammans en lågmäld men variationsrik industriarkitektur. Kommunen avser att utveckla området och i olika etapper uppföra bostadshus med flera våningar. Sammanlagd bostadsyta kommer att uppgå till cirka 13 000 kvadratmeter.

Området ligger mellan Ystadsvägen och Järnvägsgatan, cirka 130 meter från Södra stambanan där det förekommer transporter med farligt gods. I en tidigare riskinventering av Tyréns<sup>1</sup> har i närområdet identifierats två livsmedelsindustrier (Dr PersFood och Procordia Food, nu Kavli respektive Orkla Foods), Tor Ekstrands billackering samt tre bensinstationer som möjliga riskobjekt. I anslutning till området finns även en biltvätt. Tor Ekstrands billackering har sedan upphört, men på denna fastighet finns idag Eslövs Bilvård/Macapair. Inom området finns idag en blästringсанläggning. I föreliggande riskanalys är värderat huruvida bostädernas placering är lämplig, med hänsyn till de normer som föreligger.

För järnvägen har studerats olika olyckor med farligt gods (brandfarlig vätska, brandfarlig gas samt giftig gas). Länsstyrelsen har för markanvändning intill transportleder med farligt gods, anvisat olika vägledningar. Som en första vägledning medges exempelvis småhusbebyggelse intill 70 meter från en sådan transportled och flerbostadshus intill 150 meter. Kortare avstånd kan dock medges om det i en probabilistisk riskanalys<sup>2</sup> påvisas att samhällsriskerna respektive individriskerna inte överskrider vissa nivåer, och en deterministisk riskanalys<sup>3</sup> påvisar att exempelvis olika skyddsåtgärder begränsar riskerna. I föreliggande riskanalys har detta påvisats. Samhällsriskerna och individriskerna är ungefär två tiopot-

---

<sup>1</sup> Tyréns, 2011. Översiktliga bedömningar av verksamheters omgivningspåverkan. Preliminär riskanalys Eslöv, öster om järnvägen.

<sup>2</sup> Vid en probabilistisk riskvärdering tas hänsyn både till de negativa konsekvenserna som en önskad händelse medför och till sannolikheten för att denna händelse skall inträffa.

<sup>3</sup> En deterministisk riskvärdering utgår från vilka olyckshändelser som kan inträffa och vilka konsekvenser dessa får, men den beaktar inte sannolikheten av de olika händelserna.



ser lägre än de riktlinjer som anges, därtill kommer att utbyggnaden kommer att skyddas av annan bebyggelse mot järnvägen.

Kavli gränsar intill det planerade bostadsområdet. Man hanterar begränsade mängder acetylen och etanol, samt ammoniak. Även vid en mycket allvarlig olycka med etanol, med brand som följd, är riskavståndet avseende dödsfall ganska begränsat, lägre än 25 meter enligt VTI:s ovan redovisade studie Helmersson (1994). Vid en allvarlig olycka med ammoniak vid en normal vädersituation skulle, letala halter av ammoniak (AEGL-3, tio minuters exponering) kunna uppkomma upp till 75 meter från utsläppet; vid en kritisk vädersituation med stabil skiktning kan letala halter nå upp till 275 meter från utsläppet. Sannolikheten för dessa händelser beräknas till  $5 \times 10^{-7}$  respektive  $1,5 \times 10^{-7}$  per år.

Orkla ligger 400 meter från det planerade bostadsområdet, med 500 m till produktionsbyggnaderna. Enligt Tyréns riskanalys är 310 meter ett tillfyllest riskavstånd till bostäder. Risker till följd av verksamheten vid Orkla Food antas inte annat än ytterst marginellt påverka samhällsriskerna eller individrisken vid det planerade bostadsområdet.

Öster om de planerade bostäderna, vid Kvarngatan, finns två bensinstationer, Preem och Ingo, på ett avstånd om 50 respektive 75 meter. Bensinstationen ST1 ligger på den södra sidan av Trehäradsvägen, cirka 150 meter från bostäderna. De olika bensinstationerna har vardera två pumpar. Avstånden är tillfyllest för att vid en olycka med antändning av bensin, det inte ska föreligga någon risk vid den planerade bebyggelsen. Invid Preem finns även en biltvätt. Denna har tidigare haft klagomål på trafik kvällstid, men sedan öppettiderna minskats har klagomålen upphört.

Den tidigare verksamheten vid Tor Ekstrands Billackering (Fasanen 14) var så begränsad att Tyréns i sin riskanalys bedömde att något utredningsavstånd ej skulle krävas. Alltjämt sker i detta kvarter bilservice och bilvård (Eslövs bilvård, Macapair AB). Verksamheten beskrivs som bilvård, rekonditionering, tvättning och vaxning. Företaget Macapair hanterar för enstaka lackeringar av veteranbilar cirka 100 liter lösningsmedel årligen. Även den befintliga verksamheten vid Fasanen 14 är så begränsad att den inte bedöms utgöra någon konflikt med den planerade bebyggelsen.



Inne i planområdet finns idag en blåstringsanläggning, denna verksamhet kommer att upphöra i samband med utbyggnaden av området.

## Slutsatser

### *Stambanan*

Den föreslagna placeringen med flerbostadshus vid ett avstånd om 130 meter från järnvägen innebär att en fördjupad riskvärdering skall utföras, som utgår från vilka olyckshändelser som kan inträffa och vilka konsekvenser dessa får. Dessa fördjupade analyser har visat att såväl individrisken som samhällsrisken ligger väl under nivån för acceptabel risk. Vid sidan av att jämföra med de beräknade absoluta risknivåerna, beskrivna som en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens, och Länsstyrelsens förslag till riktlinjer finns fyra övergripande principer vid värdering av huruvida en risk är acceptabel eller om olika riskreducerande åtgärder bör övervägas.

I enlighet med rimlighetsprincipen diskuteras olika riskreducerande åtgärder. I enlighet med proportionalitetsprincipen är nyttan stor av att exploatera det aktuella området med goda kommunikationsmöjligheter. Den marginellt förhöjda risken från järnvägsolyckor med farligt gods berör inte tredje man, utan den som har nytta av etableringen – de boende; vilket är i enlighet med fördelningsprincipen. Avståndet är så pass stort att sannolikheten för katastrofer, med flera dödsfall, är mycket litet, lägre än  $1 \times 10^{-8}$  per år. Detta är i enlighet med principen om undvikande av katastrofer.

En fördubbling av transportvolymerna på järnvägen och en fördubbling av befolkningstätheten, leder var och en till en fördubbling av risknivån. Även om båda dessa avvikelser skulle uppkomma, med en fyrdubbling av risknivån som följd, ryms detta väl inom den marginal som föreligger till en acceptabel risknivå.

### *Bensinstationerna*

Även vid en mycket allvarlig olycka med brandfarlig vätska, såsom bensin, är riskavståndet avseende dödsfall ganska begränsat, lägre än 25 meter enligt en studie av VTI. Bensinstationerna Preem och Ingo ligger på ett avstånd av 50 meter respektive 75 meter från de planerade bostäderna. Boverket rekommenderar dock 100 meter. Ett kortare



avstånd kan motiveras av att det finns skyddande bebyggelse mot planområdet.

### ***Kavli***

För etanol är det vid leverans när transporten passerar intill planområdet, som en olycka med antändning skulle kunna leda till letala förhållanden inom planområdet (riskavståndet är 25 meter).

För Kavli skulle en olycka med ammoniak vid stabil skiktning och vind från nordöst kunna medföra en situation med letalt höga gaskoncentrationer inom planområdet, sannolikheten för detta är dock, enligt beräkningar av Tyréns, mycket låg och motsvarar en händelse per sju miljoner år. Den låga sannolikheten innebär att risknivån hamnar inom vad som kan definieras som acceptabel risk. Trots detta, bör undersökas möjligheter att ytterligare reducera risken.

För att begränsa risken föreslås att planområdet disponeras så att människor inte varaktigt uppehåller sig i den nordöstra delen. Vidare föreslås åtgärder, som begränsar spridningen av utrunnen etanol och skyddar mot strålningsvärme.

### ***Orkla Food***

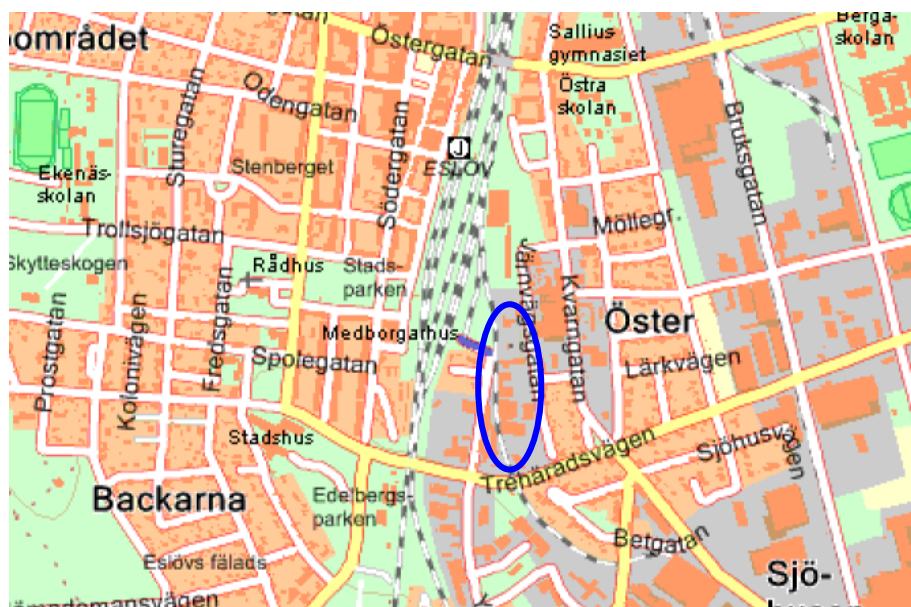
Den planerade bebyggelsen ligger på ett avstånd av 500 meter från fabrikslokalerna. Enligt en riskanalys av Tyréns är detta tillfyllest. Risker till följd av verksamheten vid Orkla Food antas således inte annat än ytterst marginellt påverka samhällsriskerna eller individriskerna vid det planerade bostadsområdet.



## 1 Inledning

Gamla Engson (kv Örnen 4) rymmer idag en rad mindre och medelstora verksamheter, däribland reklam- och trycksaksproduktion, lätt industri och verkstäder. Byggnaderna på tomten är uppförda från 1945 och några decennier framåt, de utgör tillsammans en lågmäld men variationsrik industriarkitektur. Kommunen avser att utveckla området väster om Järnvägsgränden och i olika etapper uppföra bostadshus med flera våningar.

Eslövs kommun har låtit Tyréns göra en preliminär riskanalys för området öster om järnvägen<sup>4</sup>, med en översiktlig bedömning av förekommande verksamheters omgivningspåverkan. Den studien har tagits som utgångspunkt för en djupare riskinventering.



Figur 1.1 Kv Örnen i centrala Eslöv.

### 1.1 Syfte och avgränsningar

Föreliggande riskanalys syftar till att visa huruvida bostadsbebyggelse är lämpligt i detta område, av hänsyn till haverier och olyckor med farligt gods längs dels järnvägen dels intilliggande industrier. Analysen innefattar även värdering av olika riskreducerande åtgärder.

<sup>4</sup> Tyréns AB, 2011. Översiktliga bedömningar av verksamheters omgivningspåverkan. Preliminär riskanalys Eslöv, öster om järnvägen.







Figur 1.2 Förslag till bebyggelse i östra delen av kv Örnen 4.

Såsom anges i Tyréns preliminära riskanalys för kommunen<sup>5</sup> avses med risk en sammanvägning av frekvens och konsekvens för akuta hastigt utvecklade skadehändelser där människor kan tänkas omkomma. I enlighet med den riskanalysen har i föreliggande analys arbetet avgränsats till att omfatta sådana bränder, explosioner och utsläpp av kemikalier där människor kan komma att omkomma.

Primärt har för stambanan beaktats de nuvarande trafikflödena längs järnvägen. I en känslighetsanalys beskrivs dock konsekvenserna av ökade trafikflöden.

<sup>5</sup> Tyréns, 2011. Översiktliga bedömningar av verksamheters omgivningspåverkan. Preliminär riskanalys Eslöv, öster om järnvägen.





För analys av haverier med farligt gods har tillämpats de riktlinjer som Länsstyrelsen redovisat för riskhänsyn i samhällsplaneringen samt de direktiv som diskuterats i Tyréns rapport.

## 1.2 Utformning

I Figur 1.2 redovisas planområdet. Utbyggnaden planeras att ske i etapper. Sammanlagd bostadsyta kommer att uppgå till cirka 13 000 kvadratmeter.

## 2 Riskidentifiering

### 2.1 Stambanan

Längs stambanan går idag cirka 150 persontåg och 60 godståg per dygn. Räddningsverket har gjort en översiktlig sammanställning av transporter av olika klasser av farligt gods.<sup>6</sup> Enligt Räddningsverkets sammanställning transporterades under tre månader bland annat 18 000–30 000 ton kondenserade gaser och 11 000–21 000 ton brandfarliga vätskor. Vid en urspärningsolycka är det sällan som delar av tåget lämnar banområdet, även om det förekommer. Vid olyckor med brandfarliga vätskor och giftiga eller brandfarliga gaser kan dock uppkomma en allvarlig situation utanför banområdet. Föreliggande riskanalys omfattar därför olyckor med dessa typer av ämnen. I en senare studie finns sammanställt flödena av farligt gods under en enskild månad, september 2006. För gaser uppgick volymerna till 3 180–9 170 och för brandfarliga vätskor till 0–8 700 ton, vilket skulle vara något lägre volymer än vid den tidigare studien. Eftersom studien från 1997 omfattar tre månader, och inte bara en, samt att volymerna då var något högre, har den studien använts i föreliggande analys.

I analysen har antagits att det under ett år transporteras fyra gånger så mycket som det ovan angivna medianvärdet för tremånadersperioden. I Tabell 2.1 redovisas dessa volymer, samt den uppskattade årsvolymen och genomsnittligt antal vagnar per dygn. Vidare har antagits att hälften av de brandfarliga vätskorna utgörs av mycket brandfarliga, såsom bensin, resterande har antagits vara eldningsolja. Av gaserna har antagits att hälften är giftiga gaser såsom ammoniak och hälften brandfarliga såsom propan.

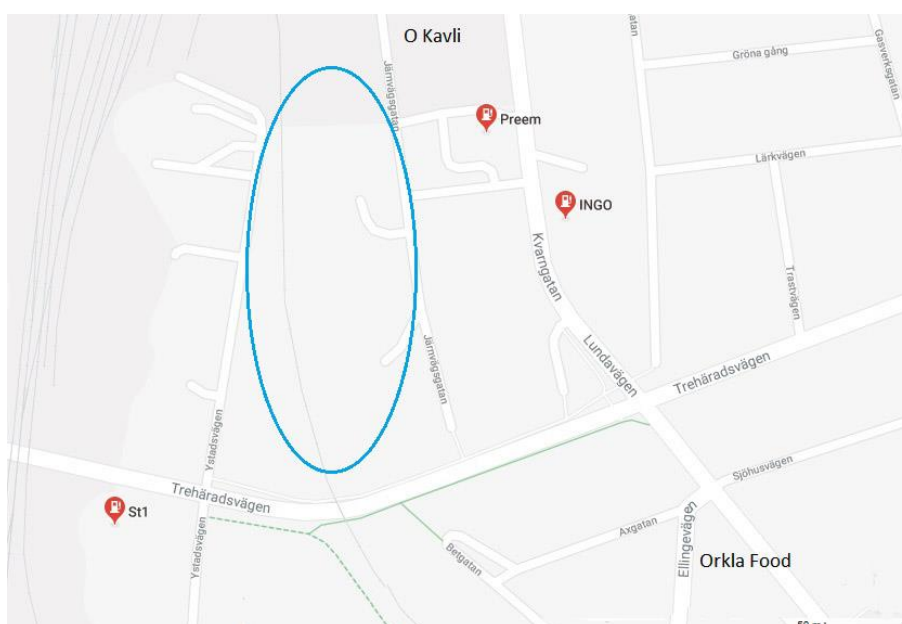
---

<sup>6</sup> Räddningsverket, 1997. Flödet av farligt gods på järnväg. FoU rapport.



Tabell 2.1 Transportvolymen av olika klasser av farligt gods; dels uppmätt under en tre-månadersperiod, dels de i denna studie antagna årsvolymen och genomsnittligt antal vagnar per dygn.

|                           | Nettoton, sep-nov | Uppskattat årston | Vagnar/dygn |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| RID2 Gaser                | 18 000–30 000 ton | 96 000 ton        | 10 vagnar   |
| RID3 Brandfarliga vätskor | 11 000–21 000 ton | 64 000 ton        | 7 vagnar    |



Figur 2.1 Kavli, Orkla samt närliggande bensinstationer. Ellipsen markerar planområdet.

## 2.2 Kavli

Kavli gränsar i nord-nordöst till det planerade bostadsområdet. Vid anläggningen sker tillverkning och blandning av ättiksprit, ättiksyra, vinäger, senap, ketchup, sojasåser, olika såser, majonnäs, dressingar och ogräsättika samt fyllning av soya och olja.

Enligt beslut av Miljöprövningsdelegationen har bolaget tillstånd för en produktion av högst 30 000 ton livsmedel,<sup>7</sup> i dagsläget uppgår produktionen till ungefär hälften av detta men bolaget har påbörjat en tillstånds-

<sup>7</sup> Länsstyrelsen i Skåne län, 2002. Tillstånd enligt miljöbalken. Beslut 2002-05-16.



process för att kunna öka produktionen till 35 000 ton.<sup>8</sup> Med nu aktuellt tillstånd föreligger ett antal särskilda villkor. Två av dessa villkor rör uppkomst av lukt respektive buller från verksamheten. För lukt anges att om olägenhet skulle uppstå till följd av verksamheten, skall bolaget vidta åtgärder så att dessa olägenheter upphör. Enligt samrådsunderlaget för den utökade verksamheten har bolaget fått klagomål på lukt vid ett tillfälle under år 2014. Kontakt togs med tillsynsmyndigheten kring detta men man kunde inte identifiera någon källa till lukten eller om det var verksamheten vid Kavli som orsakade lukten. För buller anges i tillståndet att detta skall begränsas så att ljudnivån vid närmsta bostad inte överstiger 50 dBA dagtid, 40 dBA nattetid och 45 dBA övrig tid.

Vid företaget hanteras brandfarliga och explosiv varor. Man har tillstånd för förvaring av 105 liter acetylen, 103 000 liter etanol (klass 2a) samt 540 liter vätskor klass 1. Enligt Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor skall man till bostäder ha ett skyddsavstånd av 50 meter. Sammanlagt hanterar man över året omkring 300 m<sup>3</sup> etanol. Hanteringen av etanol sker centralt i området, se Figur 2.2 och Figur 2.3. Leverans av etanol sker någon gång per månad med tankbilar (25 ton) via Kvarngatan, Vattentornsgatan och Järnvägsgatan. Enligt en pågående ansökan från Kavli kan mängden kolväten som hanteras komma att öka, härvid skulle även transportererna öka något.

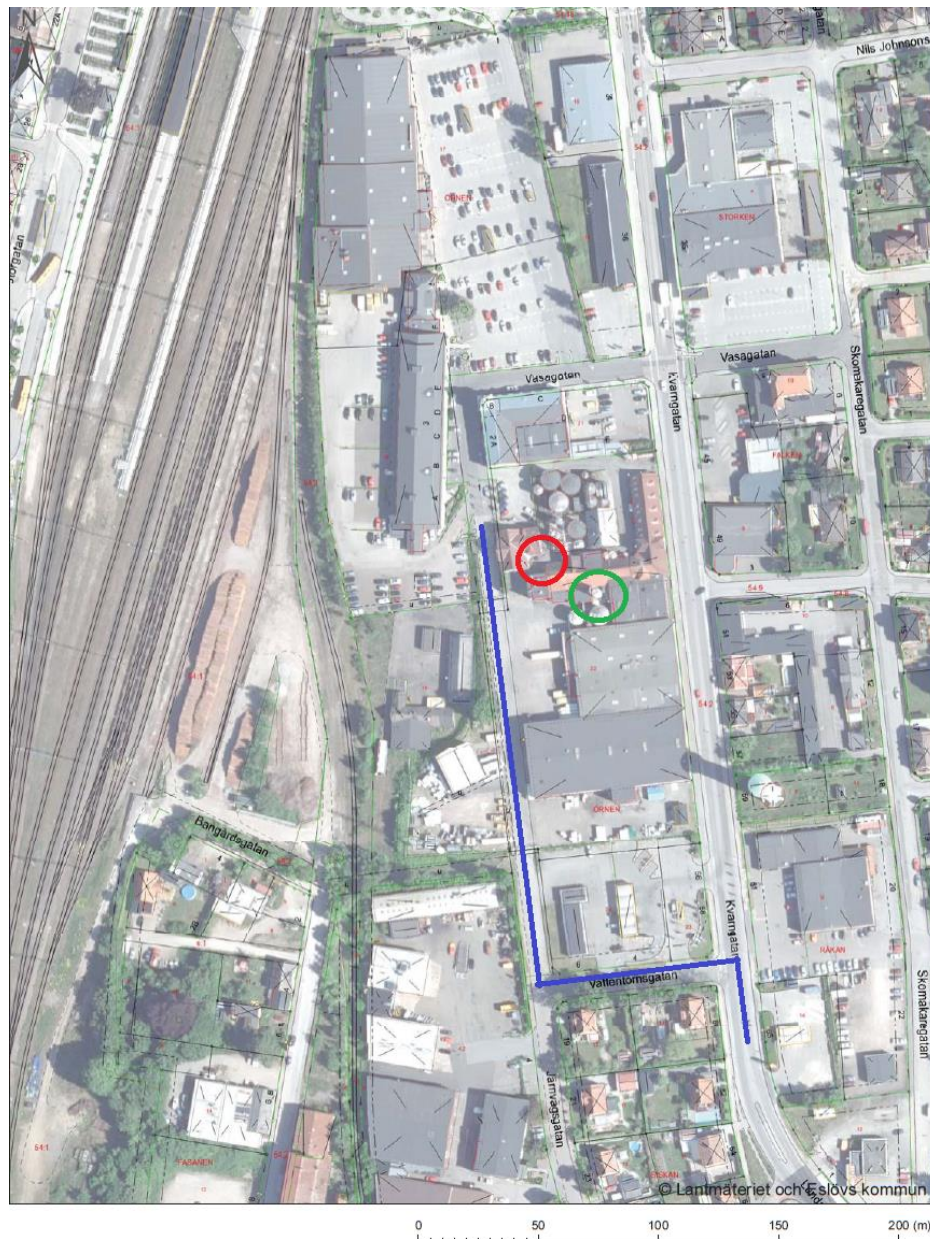
Vidare används cirka 3 ton ammoniak i en kylanläggning. Kylanläggningen finns centralt i området, det av ammoniaken kylda vattnet används sedan som kylmedium i olika processer och distribueras inom anläggningen. För såväl etanolen som ammoniaken skapar kringliggande byggnader inom området ett skydd för omgivande bostäder och verksamheter (se Figur 2.2 och Figur 2.3). Avståndet från ammoniakanläggningen till planområdet är cirka etthundra meter.

I praktiken sker ingen förbrukning av ammoniaken, således ej heller några leveranser.

---

<sup>8</sup> Sweco, 2018. O. Kavli Ansökan om tillstånd enligt Miljöbalken, samrådsunderlag.





Figur 2.2 Leveransväg för etanol; den röda cirkeln markerar var etanolen hanteras, den gröna var ammoniaken hanteras.







*Figur 2.3 Centralt i bilden syns anläggningarna där ammoniak och etanol hanteras. Av bilden framgår hur dessa anläggningar är väl skyddade och kringliggande bebyggelse bidrar till att begränsa en spridning.*

## 2.3 Orkla Food

Orkla Food ligger cirka 400 meter sydöst om det planerade bostadsområdet, avståndet till Orkla Foods fabrikslokaler är cirka 500 meter. Mellan Orkla Food och den planerade bebyggelsen finns bostadsbebyggelse. Vid anläggningen tillverkas konserverade, frysta och torkade livsmedel av huvudsak potatis-, gurk-, rödbets-, kött och frysta grönsaksråvaror. Vid anläggningen hanteras ammoniak.

Enligt beslut av Länsstyrelsen har bolaget tillstånd enligt miljöskyddslagen till livsmedelproduktion<sup>9</sup>. Tillståndet omfattar ett årligt högsta råvaruintag av 145 000 ton potatis, 15 000 ton rödbetor, 20 000 ton gurka samt en produktion om 30 000 ton färdigmat. Med detta tillstånd föreligger ett antal särskilda villkor, bland annat anges att bolaget skall i samråd med tillsynsmyndigheten vidta bullerdämpande åtgärder som medför att bolagets bidrag till den ekvivalenta ljudnivån som riktvärde vid närmaste bo-

<sup>9</sup> Länsstyrelsen i Skåne län, 1998. Tillstånd enligt miljöskyddslagen. Beslut 1998-03-12.



städer inte överstiger 55 dBA dagtid, 50 dBA kvällstid och 45 dBA nattetid.

## 2.4 Bensinstationer

Vid Kvarngatan, öster om den planerade bostäderna finns två bensinstationer, Preem och Ingo, på ett avstånd om 50 meter respektive 75 meter. ST1 har en automatstation på den södra sidan av Trehäradsvägen, cirka 150 meter sydöst om de planerade bostäderna. Till dessa stationer sker uppskattningsvis vid något tillfälle per vecka leverans av drivmedel.

Invid Preem finns även en biltvätt. Denna har tidigare haft klagomål på trafik kvällstid, men sedan öppettiderna minskats har klagomålen upphört.

## 2.5 Fasanen 14

Tor Ekstrands Billackering utförde tidigare billackering vid fastigheten Fasanen 14. Verksamhet var dock så begränsad att Tyréns i sin riskanalys bedömde att något utredningsavstånd ej skulle krävas. Alltjämt sker i detta kvarter bilservice och bilvård (Eslövs bilvård, Macapair AB). Verksamheten beskrivs som bilvård, rekonditionering, tvättning och vaxning. Företaget Macapair hanterar för enstaka lackeringar av veteranbilar cirka 100 liter lösningsmedel årligen. Även den befintliga verksamheten vid Fasanen 14 är så begränsad att den inte bedöms utgöra någon konflikt med den planerade bebyggelsen.

## 2.6 LJ Blästring

Inne i planområdet driver LJ Blästring en blästringsanläggning. Denna verksamhet kommer att upphöra i samband med utbyggnaden av området.

## 3 Beräkningsmodell

Analyserna av risknivåer kring järnvägen är gjorda med så kallade olycksträd och händelseträd. I olycksträd beräknas sannolikheten för olika olyckor, för järnvägen baserat på uppgifter om banstandard, trafikering och transportvolym. Beräkning av sannolikhet för ett haveri är gjort för en 300 meter lång järnvägssträcka. De parametrar som beskriver sannolikheten för urspårningar och frigöring av farligt gods, är enligt Fredén<sup>10</sup>, utarbetade inom ramen för ett VTI-projekt (Väg och transportforskningsinstitutet) i samarbete med bland annat Räddningsverket, SJ, Banverket,

---

<sup>10</sup> Fredén, 1994. Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods. VTI rapport 387:2.



VTI och Vägverket. I händelsetråd beräknas konsekvenserna av olika olyckor. Denna del av analysen beaktar förloppen vid olika olyckor. Exempelvis hur mycket farligt gods frigörs, vilken vädersituation råder, sker antändning (hur) etc. De parametrar som används vid denna analys är bland annat hämtade från Helmersson<sup>11</sup>.

Den modell som beskrivs i VTI-projektet omfattar olyckor med nedanstående typer av kemikalier:

- Giftig kondenserad gas (ammoniak)
- Brandfarlig kondenserad gas (propan)
- Mycket brandfarlig vätska (bensin)
- Brandfarlig vätska (eldningsolja)
- Giftigt ämne (fenol)
- Starkt frätande ämne (svavelsyra)

I Helmerssons rapport anges vilket riskavstånd för dödsfall som föreligger vid olika typer av haverier. Vid ett haveri föreligger risk för att en person omkommer om han befinner sig på kortare avstånd till järnvägen än riskavståndet. Eftersom det dock inte är hela den 300 meter långa sträckan där dödsfall skulle förekomma vid en enskild olycka, har sannolikheten för att en person omkommer som befinner sig inom riskavståndet beräknats som kvoten av detta avstånd och 300 meter, multiplicerat med två. Om exempelvis vid en olycka riskavståndet är 75 meter, har antagits att en person som befinner sig inom detta avstånd *kan* omkomma; sannolikheten för att han omkommer vid olyckan beräknas till 50 % ( $75 \div 300 \times 2$ ). I bilaga 1 och 2 redogörs mer utförligt för hur sannolikheter för olyckor med farligt gods beräknats, och konsekvenserna av dessa olyckor.

## 4 Normer

”Vilken risk är acceptabel?” är en enkel fråga. Ett vanligt svar är att risken skall vara så låg som möjligt, eller att man inte skall acceptera någon risk över huvudtaget. I praktiken måste man dock ha en mer nyanserad syn på detta. Trots att risker och riskacceptans ofta är föremål för diskussion i samhällsplaneringen, finns få uttalanden om vilka risknivåer som kan accepteras. Ej heller finns några fastlagda nationella normer för vad som är acceptabel risk.

---

<sup>11</sup> Helmersson, 1994. Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. VTI rapport 387:4.





## 4.1 Definitioner

En riskanalys är enligt ovan ett sätt att beskriva och värdera sannolikheten för och konsekvenserna av olika allvarliga händelser. Med termen risk avses i detta sammanhang produkten av sannolikheten för en olycka och olyckans konsekvens.

Sannolikheten för en olycka kan anges som antalet förväntade händelser per år, det vill säga den statistiska sannolikheten för att en olycka skall inträffa under ett enskilt år. En sannolikhet per år om 0,01 ( $10^{-2}$ ) innebär att det är en procents sannolikhet att olyckan skall inträffa under ett år. Ett annat, inte helt korrekt, sätt är att ange att denna olycka förväntas inträffa en gång per etthundra år (detta sätt att ange ger ibland en bättre förståelse för sannolikheten, men det är inte korrekt eftersom det förutsätter att inget övrigt i samhället ändras under de etthundra åren).

Konsekvensen av en olycka kan exempelvis anges som volymen av utsläppta kemikalier, antalet skadade eller omkomna personer, kostnaden för egendomsskador eller kostnader för miljösanering. I föreliggande studie avseende säkerhet vid det planerade bostadsområdet, har studerats risknivån med avseende på dödsfall. Detta är även det mått som används allmänt och som kan ses som normerande i riskhänseende.

I samhällsplaneringen definieras således risk som en sammanvägning av hur ofta en skada bedöms kunna uppkomma och skadans omfattning:

$$\text{Risk} = \text{Sannolikhet} \times \text{Konsekvens}$$

Detta betraktningssätt innebär att en skadehändelse som beräknas ske med en sannolikhet motsvarande en händelse per etthundra år och då leder till tio dödsfall ( $0,01 \times 10 = 0,1$ ), har samma riskvärde som en händelse som innebär ett dödsfall per tio år ( $0,1 \times 1 = 0,1$ ). I riskanalyser arbetas med två begrepp – individrisk och samhällsrisk (även kallat kollektiv risk). Individrisken är risken för att en viss människa skall skadas eller dödas. Samhällsrisk innebär den sammanlagda risken för alla personer som utsätts för en risk, även om detta bara sker vid enstaka tillfällen. Samhällsrisk innebär således risken för att någon eller några människor, ”vilka som helst”, skall omkomma eller skadas.



## 4.2 Farligt gods

Länsstyrelsen i Skåne har tagit fram riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen<sup>12</sup>, vid bebyggelse intill järnväg. Riktlinjerna är utformade som tre så kallade vägledningar.

### 4.2.1 Vägledningar

*Den första vägledningen* enligt Länsstyrelsens riktlinjer baseras enbart på skyddsavstånd. Denna vägledning skall klargöra vid vilka avstånd från som farligt gods inte utgör något problem i planeringssituationen. I situationer där dessa skyddsavstånd kan innehållas, är risknivån acceptabel och inga ytterligare analyser eller åtgärder erfordras (se Figur 4.1). Om skyddsavstånden inte kan innehållas, skall göras en fördjupad värdering.

Enligt denna första vägledning skall eftersträvas ett bebyggelsefritt område inom 30 meter från en transportled. Inom denna zon kan dock finnas parkering, trafikanläggningar, odling, friluftsområde såsom motionsspår och olika tekniska anläggningar som inte kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon.

I en zon mellan 30 och 70 meter från transportleden bör markanvändningen utformas så att få personer uppehåller sig i området och där personer alltid är i vaket tillstånd. Exempel på tillkommande markanvändning i denna zon är sällanköpshandel, industri, bilservice, lager (utan betydande handel), tekniska anläggningar och parkering.

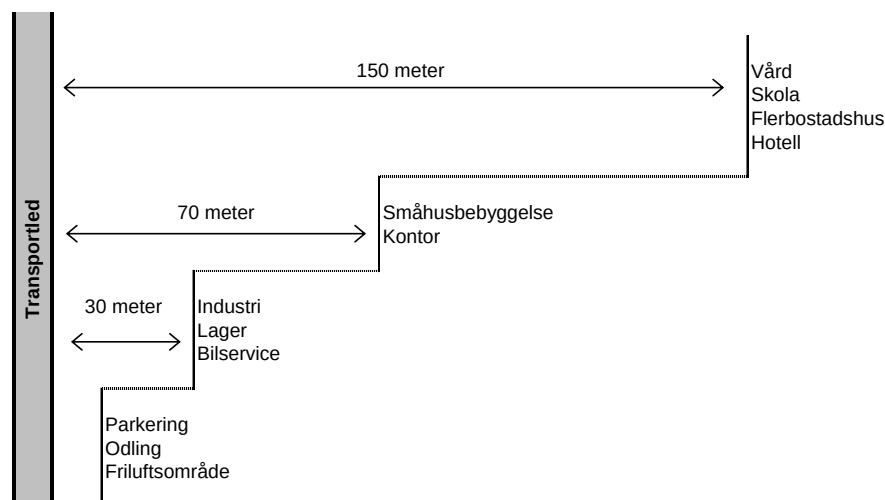
I en zon mellan 70 och 150 meter kan de flesta typer av markanvändning förläggas utan särskilda åtgärder eller analyser; undantaget är sådan markanvändning som innefattar många eller utsatta personer. Exempel på tillkommande markanvändning är småhusbebyggelse, övrig handel, kontor i ett plan (dock ej hotell), lager (även med betydande handel), idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats), centrum och kultur.

Vid avstånd överstigande 150 meter från en farligt gods-led kan övriga typer av markanvändning förläggas utan särskilda åtgärder eller analyser. Exempel på tillkommande markanvändning är flerbostadshus, kontor i flera plan, hotell, vård, skola samt idrotts- och sportanläggningar med betydande åskådarplats.

---

<sup>12</sup> Länsstyrelsen i Skåne län, 2007. Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen.





Figur 4.1 Skiss över skyddsavstånd enligt den första vägledningen.

Den andra vägledningen baseras på ett deterministiskt kriterium avseende individrisk. En deterministisk riskvärdering utgår från vilka olyckshändelser som kan inträffa och vilka konsekvenser dessa får. Man kan här exempelvis analysera den värsta tänkbara händelsen eller någon form av dimensionerande olyckshändelse. Fördelen med en deterministisk analys är att den är ganska enkel att genomföra. En nackdel är att den inte beaktar händelsernas sannolikhet, vilket innebär att man ofta överskattar risknivåerna, i synnerhet om analysen avser värsta tänkbara händelse. Avsikten med vägledningen är att med en enkel riskanalys kunna avgöra om riskreducerande åtgärder krävs eller inte. Vägledningen är tänkt att användas i situationer där mindre avvikelser görs från rekommenderade avstånd enligt vägledning 1.

Den tredje vägledningen baseras på probabilistiska kriterier avseende individrisk. Vid en probabilistisk riskvärdering tas hänsyn både till de negativa konsekvenserna som en oönskad händelse medför och sannolikheten för att denna händelse skall inträffa. Vägledningen skall användas i situationer där större avvikelser görs från rekommenderade avstånd enligt vägledning 1. Avsikten med vägledningen är att en mer avancerad riskanalys skall visa att en kombination av åtgärder och aktiv utformning, ger tillräcklig säkerhet.

#### 4.2.2 Avsteg från vägledningarna

Avstånd från de skyddsavstånd som anges i vägledning 1 kan medges om åtgärder eller platsens förutsättningar medger att ett sådant avsteg är



lämpligt. I föreliggande utformning avser man att uppföra flerplansbostäder på ett avstånd av 130 meter från järnvägen. För att ett sådant avsteg skall medges krävs enligt länsstyrelsernas riktlinjer att följande kriterier uppfylls:

- Att en probabilistisk riskanalys (som beaktar sannolikheten) kan påvisa att individrisken understiger  $10^{-7}$  per år.
- Att en probabilistisk riskanalys kan påvisa att samhällsrisken understiger  $10^{-5}$  per år där  $N=1$ , och understiger  $10^{-7}$  per år där  $N=100$ .
- Att en deterministisk analys kan påvisa att tillskottet av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter vidtagna åtgärder.

#### 4.3 Boverket, Bättre plats för arbete

Tidigare tillämpades ofta skyddsavstånd definierade i en äldre rapport av Boverket, Bättre plats för arbete<sup>13</sup>. Dessa skyddsavstånd beaktar inte bara risker till följd av brand eller explosioner, utan även andra former av störningar (såsom luftföroreningar, ljud, lukt och damning). De angivna avstånden kommenteras nedan.

Av de studerade riskkällorna klassas Orkla Food och Kavli som livsmedelsindustri. Som schablon anges i rapporten 50–1 500 meter som skyddsavstånd för bostäder vid livsmedelsindustri, där det längsta avståndet avser industri med bearbetning av slakteriprodukter eller animaliskt avfall. För ”grönsaksfabrik” anges 400 meter. Avståndet baseras främst på ljudutbredning.

I rapporten anges för bensinstationer ett skyddsavstånd om 100 meter.

#### 4.4 Preliminär riskanalys Eslöv

I den preliminära riskanalys<sup>14</sup> som Tyréns upprättat åt kommunen diskuteras olika utredningsavstånd, som anger avstånd till olika zoner. Inom zon 1, där det definitivt föreligger en störning, kan tillåtas samma verksamhet som källan. I en zon 2, där enligt beskrivningen de flesta skulle känna sig störda, kan tillåtas mindre känslig bebyggelse, såsom kontor, hotell, handel och centrum. I en zon 3, där få blir störda, kan även tillåtas normalkänslig

<sup>13</sup> Boverket, 1995. Bättre plats för arbete. Allmänna råd 1995:5.

<sup>14</sup> Tyréns AB, 2011. Översiktliga bedömningar av verksamheters omgivningspåverkan. Preliminär riskanalys Eslöv, öster om järnvägen.



bebyggelse såsom bostäder. I zon 4, där det ej föreligger någon störning, kan tillåtas känslig bebyggelse som vård, skola/utbildning och idrottsverksamhet.

Vad avser risker, har som kriterier för de olika utredningsavstånden används individriskmått<sup>15</sup>  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  och  $10^{-7}$ . Där individrisken är lägre än  $10^{-7}$  per år, kan således även känslig bebyggelse tillåtas. Där den är lägre än  $10^{-6}$  kan bostäder tillåtas.

#### 4.5 Ytterligare värderingsprinciper

Vid sidan av att jämföra med de beräknade absoluta risknivåerna, beskrivna som en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens, och Länsstyrelsens förslag till riktlinjer finns fyra övergripande principer vid värdering av huruvida en risk är acceptabel eller om olika riskreducerande åtgärder bör övervägas.

Dessa principer är:

- Rimlighetsprincipen
- Proportionalitetsprincipen
- Fördelningsprincipen
- Principen om undvikande av katastrofer

##### Rimlighetsprincipen

Rimlighetsprincipen innebär att en verksamhet inte bör medföra risker som med rimliga medel kan undvikas. Även om riskerna från en verksamhet skulle vara acceptabel enligt de normer som diskuterats ovan, bör alltid övervägas huruvida det finns ytterligare åtgärder som kan reducera riskerna.

##### Proportionalitetsprincipen

Proportionalitetsprincipen innebär att de totala riskerna som en verksamhet medför, inte bör vara oproportionerligt stora i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär. Detta leder således till att man kan acceptera högre risker för en verksamhet där nyttan är stor, än för en verksamhet där nyttan är mer begränsad.

---

<sup>15</sup> Individriskmättet avser sannolikheten, per år, för en enskild person att omkomma.



### Fördelningsprincipen

Fördelningsprincipen innebär att riskerna inom samhället bör vara skäligt fördelade i relation till de fördelar som olika verksamheter medför. Detta innebär exempelvis att den som har nytta av en verksamhet, även skall ta en större del av riskerna.

### Principen om undvikande av katastrofer

Principen om undvikande av katastrofer innebär att man hellre bör realisera en viss sammanlagd risknivå genom olyckor med en högre sannolikhet men lägre konsekvens, än genom olyckor med en lägre sannolikhet men allvarigare konsekvens.

## 4.6 Ammoniak

Ammoniak uppträder i form av färglös gas eller kondenserad vätska, den har en starkt stickande lukt. Gasen ammoniak är lättare än luft och kan vid ett utsläpp stiga uppåt. Vid utsläpp av kondenserad trycksatt ammoniak bildas en aerosol av små vätskedroppar, som beter sig som en tung gas och sprids längs marken, till dess att vätskedropparna avdunstat och ammoniaken övergått till gas.

Räddningsverket har i en rapport<sup>16</sup> beskrivit olika konsekvenser för människan, som exponering för ammoniak kan medföra. ”Redan vid låga koncentrationer (50–100 ppm) och kort exponeringstid (mindre än 5 minuter) kan ammoniakgas irritera luftvägar och ögon. Inandning i låga koncentrationer ger hosta och sveda i luftvägar. Vid exponering av ammoniakgas i måttliga koncentrationer (100–1 000 ppm) utgörs den största risken av svårigheter att hålla ögonen öppna, vilket gör det lätt att förlora orienteringen. Vid dessa koncentrationer uppstår sällan eller aldrig bestående skador. Höga koncentrationer (mer än 1 000 ppm) kan ge frätskador på slemhinnor, ögon och hud vid längre exponering. Kramp i andningsorganen kan utlösas, vilket ger upphov till andnöd. Kraftig exponering kan medföra lungödem. Medvetlöshet kan utlösas och även långtidsskador i form av försämrad syn, blindhet eller nedsatt funktion av andningsorgan. I värsta fall kan dödsfall inträffa.

USA:s Naturvårdsverk (Environmental Protection Agency, EPA) har för ett flertal luftföroreningar definierat tröskelnivåer för när olika konsekvenser för människor (störningar/skador) kan uppkomma,

---

<sup>16</sup> Det Norske Veritas, 20110. Vägledning för riskbedömning av kyl- och frysanläggningar med ammoniak. Räddningsverket.





beroende på hur varaktig en exponering är. Dessa nivåer kallas AEGL, Acute Exposure Guideline Levels.<sup>17</sup>

AEGL-1 avser en halt vid vilken människor kan uppleva märkbart obehag, irritation.

AEGL-2 avser en halt där irreversibla eller annan allvarlig, långvarig skadlig hälsoeffekt kan uppkomma

AEGL-3 avser en halt då livshotande hälsoeffekter eller dödsfall kan uppstå för.

Vid dessa tröskelnivåer beaktas även hur långvarig en exponering är; 10 minuter, 30 minuter, en timme, fyra timmar eller åtta timmar, se Tabell 4.1. I föreliggande riskanalys för kv. Ören har även använts en riskutredning utförd av Tyréns rörande Kavlis hantering av ammoniak. I den utredningen beskrivs olika skadekriterier kring ammoniak, se Tabell 4.2.

Tabell 4.1. AEGL-nivåer för ammoniak.

| Exponering    | 10 minuter | 30 minuter | 1 timme   | 4 timmar | 8 timmar |
|---------------|------------|------------|-----------|----------|----------|
| <b>AEGL-1</b> | 220 ppm    | 30 ppm     | 30 ppm    | 30 ppm   | 30 ppm   |
| <b>AEGL-2</b> | 220 ppm    | 220 ppm    | 160 ppm   | 110 ppm  | 110 ppm  |
| <b>AEGL-3</b> | 2 700 ppm  | 1 600 ppm  | 1 100 ppm | 550 ppm  | 390 ppm  |

<sup>17</sup> Committee on Toxicology, 2007. Acute Exposure Guideline Levels, for Selected Airborne Chemicals. National Academy of Science.



Tabell 4.2 Skadeverkan av ammoniak vid olika koncentrationer och exponeringar (efter Tyréns).

| Koncentration    | Skadeverkan                                                                                                            |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 50 ppm           | Lukten av ammoniak är mycket påtaglig. Den högsta tillåtna koncentrationen för att arbeta en hel arbetsdag (8 timmar). |
| 100 ppm          | Besvärande att vistas i utan andningsskydd, viss ögonirritation. Ingen skadlig verkan på friska personer.              |
| 400–700 ppm      | Omedelbar irritation i ögon, näsa och andningsorgan. 1 timmes exponering orsakar vanligen ingen allvarlig påverkan.    |
| 1 700 ppm        | Hosta, kramp och svåra irritationer i näsa, ögon och andningsorgan. ½ timmes exponering kan leda till svåra skador.    |
| 2 000–5 000 ppm  | Krampaktig hostning och svåra ögonirritationer. Även kortare exponering kan leda till dödsfall.                        |
| 5 000–10 000 ppm | Förlamning och kvävning. Världigt snabbt dödande vid exponering.                                                       |

## 5 Analyser

### 5.1 Stambanan

#### 5.1.1 Sannolikheter

I Tabell 5.1 är angivet de beräknade sannolikheterna för olika järnvägsolyckor längs en sträcka av 300 meter förbi planområdet samt en kvantifiering beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppkomma för tredje man. I Bilaga 1 redovisas beräkningsgången mer utförligt.

Tabell 5.1 Sannolikhet och "värsta konsekvens" av urspårningsolyckor samt av olika olyckor där farligt gods frigörs, längs en kilometer av järnvägen.

| Olycka                            | Sannolikhet                    | "År per händelse" | Värsta konsekvens       |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Urspårning                        | $1,5 \times 10^{-3}$ (0,0015)  | 700               | Enstaka dödsfall        |
| Mycket brandfarlig vätska, bensin | $2 \times 10^{-6}$ (0,000002)  | 500 000           | Enstaka dödsfall        |
| Giftig gas, ammoniak              | $2 \times 10^{-7}$ (0,0000002) | 5 000 000         | Fler än tiotal dödsfall |
| Brandfarlig gas, propan           | $2 \times 10^{-7}$ (0,0000002) | 5 000 000         | Tiotal dödsfall         |



Sannolikheten för en urspårning beräknas till  $1,5 \times 10^{-3}$  (0,0015) per år; detta motsvarar en händelse per cirka sjuhundra år, se Tabell 5.1. Sannolikhet för olycka där det frigörs sådant farligt gods som kan leda till dödsfall (mycket brandfarlig vätska eller gas), beräknas till  $2 \times 10^{-6}$  (0,000002) per år; detta motsvarar en händelse per cirka femhundra tusen år. Till absolut allra största delen utgörs denna andel av haverier där mycket brandfarlig vätska frigörs. Sannolikheten för ett haveri där giftig eller brandfarlig gas frigörs beräknas till  $4 \times 10^{-7}$  (0,0000004) per år; motsvarande en händelse per 2,5 miljoner år.

De i tabellen beskrivna konsekvenserna avser en form av värsta händelse enligt den ovan angivna VTI-studien; normalt, även vid haverier med farligt gods, inträffar inga dödsfall. Naturligtvis kan det under ytterst olyckliga omständigheter uppkomma än mer allvarliga konsekvenser. Sannolikheten för sådana händelser är dock så liten att de endast marginellt påverkar den totala risknivån.

### 5.1.2 Samhällsrisk

Nedan redovisas de beräknade risknivåerna generellt i området längs järnvägen, således inte enbart inom det möjliga bostadsområdet. De primära beräkningarna har inte heller beaktat några särskilda skyddsåtgärder. I Bilaga 2 redovisas mer utförligt hur konsekvenserna av studerade olyckor beräknats.

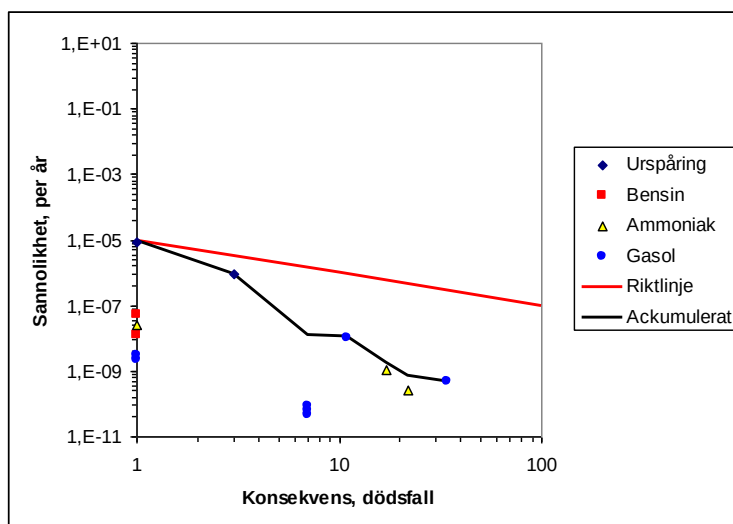
Figur 5.1 visar beräknade risknivåer (sannolikhet och konsekvens) för de studerade enskilda olyckorna med farligt gods där dödsfall inträffar. För varje typ av olycka, exempelvis haveri med giftig gas, har studerats ett flertal olika scenarier. I figuren visas även den enligt Länsstyrelsens riktlinjer föreslagna gränsen för acceptabel risk.

Högst *risknivå*, med hänsyn till en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens, föreligger vid en urspårning utan farligt gods. Störst risknivå vid olyckor med farligt gods föreligger vid en olycka där mycket brandfarlig vätska antänds. Störst *antal dödsfall* (flera tiotal) beräknas för en olycka med gasol. Sannolikheten för en sådan olycka är dock ytterst liten,  $1 \times 10^{-9}$ .

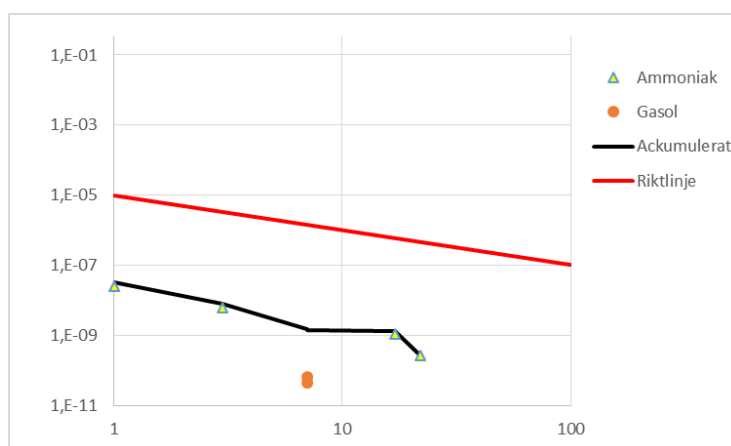
För farligt gods är den ackumulerade risknivån sådan att den hamnar under den undre gränsen för acceptabel risk, således skulle generellt dessa risknivåer vara sådana att de kan accepteras. Urspårningsolyckor innebär dock att risknivån, utan åtgärder, tangerar den nivå där risken kan anses vara för stor.



Avståndet från järnvägen till planområdet överstiger 100 meter. I en förnyad analys har slopats sådana olyckor där riskavståndet är mindre än 100 meter, se Figur 5.2. Vid den analysen kommer hela riskbilden att hamna under den angivna nivån för acceptabel risk.



Figur 5.1 Riskdiagram som beskriver sannolikhet och konsekvens för olika olyckor, längs avsnittet förbi området. Den röda linjen markerar de enligt vägledningarna gränsen för acceptabel risk, där en nivå under denna linje är acceptabel.

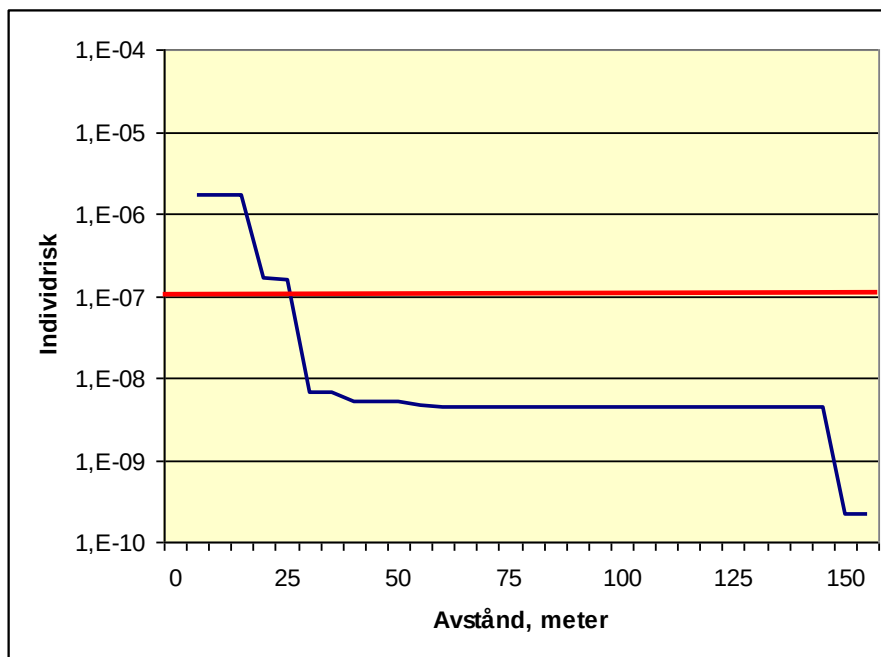


Figur 5.2 Riskdiagram som beskriver sannolikhet och konsekvens för olika olyckor, där riskavståndet är större 100 meter.



### 5.1.3 Individrisk

I Figur 5.4 redovisas den beräknade individrisken som funktion av avstånd från järnvägen. Vid ett avstånd av cirka 25 meter sjunker individrisken till en nivå under  $10^{-7}$  per år och vid 30 meter sjunker den under  $10^{-8}$  per år, vid 150 meter sjunker den under  $10^{-9}$  per år.



Figur 5.3 Beräknad individrisk, som funktion av avstånd från järnvägen.

## 5.2 Kavli

### 5.2.1 Etanol

Kavli har tillstånd att hantera 105 liter explosiv gas (acetylen) samt  $103 \text{ m}^3$  etanol (brandfarlig vätska). Även vid en mycket allvarlig olycka med etanol, med brand som följd, är riskavståndet avseende dödsfall ganska begränsat, mindre än 25 meter enligt VTIs ovan redovisade studie Helmersson (1994). Tyréns anger i sin riskanalys ett skyddsavstånd för verksamheter som hanterar etanol till 50 meter. Etanolen hanteras centralt i området, se Figur 2.2, på ett avstånd av mer än 100 meter från det planerade bostadsområdet, därtill kommer att industriebyggnaden verkar skyddande. Denna hantering torde inte medföra något betydande tillskott av risknivån vid bostadsområdet.

Vid leverans av etanol nyttjas idag en trafikled som gränsar intill bostadsområdet, och vid en olycka där utsläppt etanol skulle antändas, kan en kritisk situation uppstå vid bostadsområdet. Någon beräkning av sannolik-



heten av en sådan olycka är inte relevant att göra, transporterna är så begränsade i antal (någon eller några leveranser per månad) och kritisk sträcka att sannolikheten skulle bli extremt låg.

### 5.2.2 Ammoniak

Tyréns har åt Kavli gjort en riskutredning av ammoniak i kylanläggningen.<sup>18</sup> I denna utredning konstateras två möjliga scenarier där ammoniak frigörs. Det mest kritiska ur risksynpunkt ansågs vara rörledningen som transporterar vätskeformig ammoniak utomhus en kortare sträcka (cirka 0,5–1 meter), mellan ”maskinrummet” och lagringstanken (scenario 1). Det andra scenariot var läckage av gasformig ammoniak inuti ”maskinrummet”, vid ett större sådant utsläpp ska nödventilation förhindra att gas sprids utanför byggnaden (scenario 2). Vid ett haveri som leder till en kritisk situation utanför byggnaden, måste således även ventilations-systemet vara ur funktion. Vid ett haveri på rörledningen detekteras tryckfallet och kylanläggningen kommer att stängas, detta vilket begränsar utsläppets storlek. Tyréns har i sina kalkyler antagit att sammanlagt 500 kg ammoniak frigörs under tio minuter.

Tyréns har analyserat halttillskott vid utsläpp under ”normalt väderförhållande”, beskrivet som en vindhastighet om 5 m/s och neutral skiktning samt ”extremt väderförhållande” beskrivet som 2 m/s och stabil skiktning. I utredningen anges att neutral skiktning förekommer under 55 % av året och stabil skiktning under 40 %, detta baseras på statistik från Malmö 1996–2000. I Figur 5.4 finns en mer detaljerad statistik över skiktningförhållanden och vindriktning med data från Sturup (SMHI), enligt denna statistik är stabil skiktning betydligt mindre vanlig än vad som anges i Tyréns utredning.<sup>19</sup> Av figuren framgår att en kritisk vindriktning från nordost förekommer under ungefär tio procent av året, stabil skiktning eller inversion förekommer under några procent. Det föreligger inte någon större variation över året, dock ska noteras att sommartid är inversioner ett typiskt nattligt fenomen medan de under vintern kan förekomma under hela dygnet.

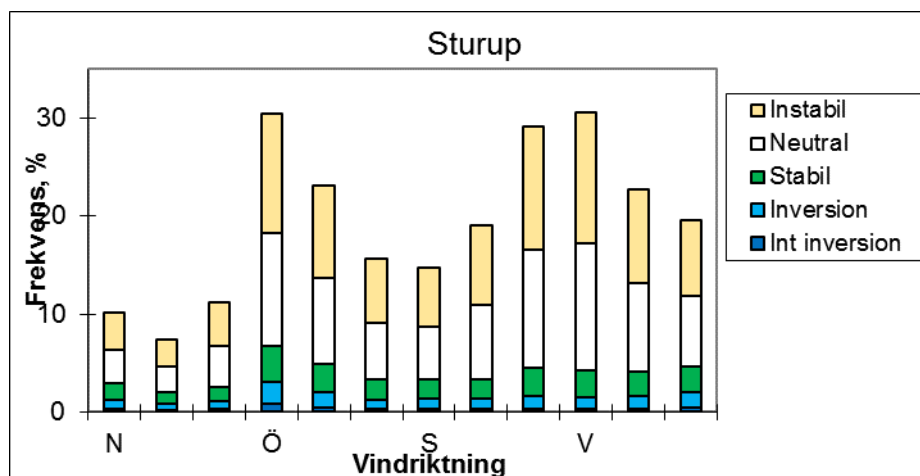
I Tabell 5.2 är sammanfattat några av de riskavstånd som beräknats vid Tyréns studie.

<sup>18</sup> Tyréns, 2011. Riskutredning av ammoniak i kylanläggning.

<sup>19</sup> Jag fäster betydligt större tilltro till SMHI:s statistik från Sturup, det är helt enkelt inte rimligt att stabil skiktning skulle förekomma under 40 % av året.







Figur 5.4 Fördelning av vindriktning vid olika temperaturskiktningar, data från Sturup.

Tabell 5.2 Ungefärligt anstånd för olika halttillskott vid Scenario 1 respektive Scenario 2.

| Scenario 1, rörbrott mellan maskinrummet och lagringstanken: |         |         |           |           |           |
|--------------------------------------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Väderförhållande                                             | 100 ppm | 300 ppm | 1 000 ppm | 2 000 ppm | 5 000 ppm |
| Normalt                                                      | 460 m   | 260 m   | 135 m     | 90 m      | 50 m      |
| Extremt                                                      | 1 200 m | 700 m   | 390 m     | 275 m     | 160 m     |
| Scenario 2, rörbrott i maskinrummet:                         |         |         |           |           |           |
| Väderförhållande                                             | 100 ppm | 300 ppm | 1 000 ppm | 2 000 ppm | 5 000 ppm |
| Normalt                                                      | 150 m   | 80 m    | 45 m      | 30 m      | 20 m      |
| Extremt                                                      | 480 m   | 260 m   | 140 m     | 100 m     | 60 m      |

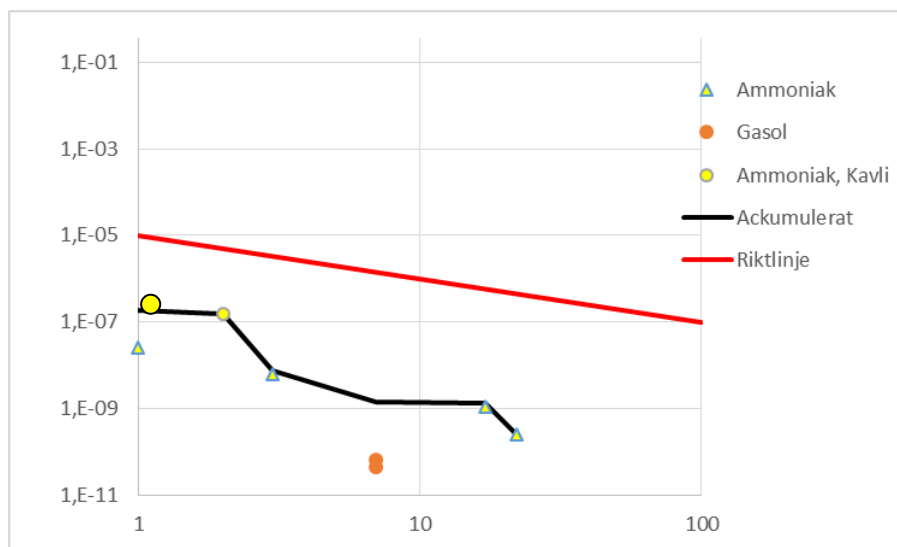
Utredningen visar att konsekvenserna vid ett utsläpp är allvarliga; vid ett utsläpp enligt scenario 1 skulle vid en normal vädersituation en koncentration som kan leda till dödsfall (2 000–5 000 ppm, ”krampaktig hostning och svåra ögonirritationer, även kortare exponering kan leda till dödsfall”) nå upp till 90 meter från utsläppet och för scenario 2 upp till 30 meter från utsläppet; avståndet från ammoniakanläggningen till planområdet är cirka etthundra meter. Vid en extrem vädersituation skulle dessa koncentrationer nå 275 meter (scenario 1) respektive 100 meter (scenario 2). AEGL-3-nivån för tio minuter, då dödsfall kan inträffa återfinns således vid omkring 75 meter respektive 250 meter från utsläppet. I Tyréns rapport anges att sannolikheten för att ett läckage ska inträffa är väldigt liten; för scenario 1 anges denna sannolikhet till  $5 \times 10^{-6}$  per år (oavsett vindriktning), för scenario 2 beräknas att sannolikheten för att nödventilationen inte fungerar (alternativt att ett läckage sker genom en



trasig del av bygganden) *samtidigt* som ett läckage inträffar är  $1 \times 10^{-4}$ , motsvarande en händelse per tiotusen år (sannolikheten för scenario 2 är således högre än för scenario 1, men konsekvenserna mindre). Med beaktande av vindriktning (se Figur 5.4) blir frekvensen ytterligare cirka en tiopotens lägre. Flera av de antaganden som anges i rapporten är enligt Tyréns mycket konservativa, varför de faktiska sannolikheterna torde vara än lägre. I Helmerssons studie kring olyckor med ammoniak, anges ett riskavstånd där *halter som skulle kunna medföra dödsfall* till 48 meter (neutral skiktning) respektive 115 meter (stabil skiktning), dock anges att (statistiskt) det inte skulle ske några dödsfall, även vid ett sådant utsläpp inom tätbebyggt område. En orsak till detta är ammoniakens starka lukt, som begränsar varaktigheten för en exponering.

I föreliggande analys antas, konservativt, att det vid ett utsläpp enligt scenario 1 vid en extrem vädersituation (stabil skiktning, låg vindhastighet), skulle inträffa *två* dödsfall. Sannolikheten för en sådan händelse, med beaktande av vindriktning och skiktning enligt Figur 5.4 uppgår till  $1,5 \times 10^{-7}$ , motsvarande en händelse nära sju miljoner år. I Figur 5.5 är markerat risknivån för ett haveri med ammoniak inom Kavli. Det kan konstateras att risknivån alltså är lägre än riktlinjen för acceptabel risk.

I Figur 5.6 visas den beräknade samhällsriskens vid planområdet till följd av järnvägsolyckor och ett haveri med ammoniak enligt scenario 1. Alltså ligger risknivån väl under gränsen för acceptabel risk.



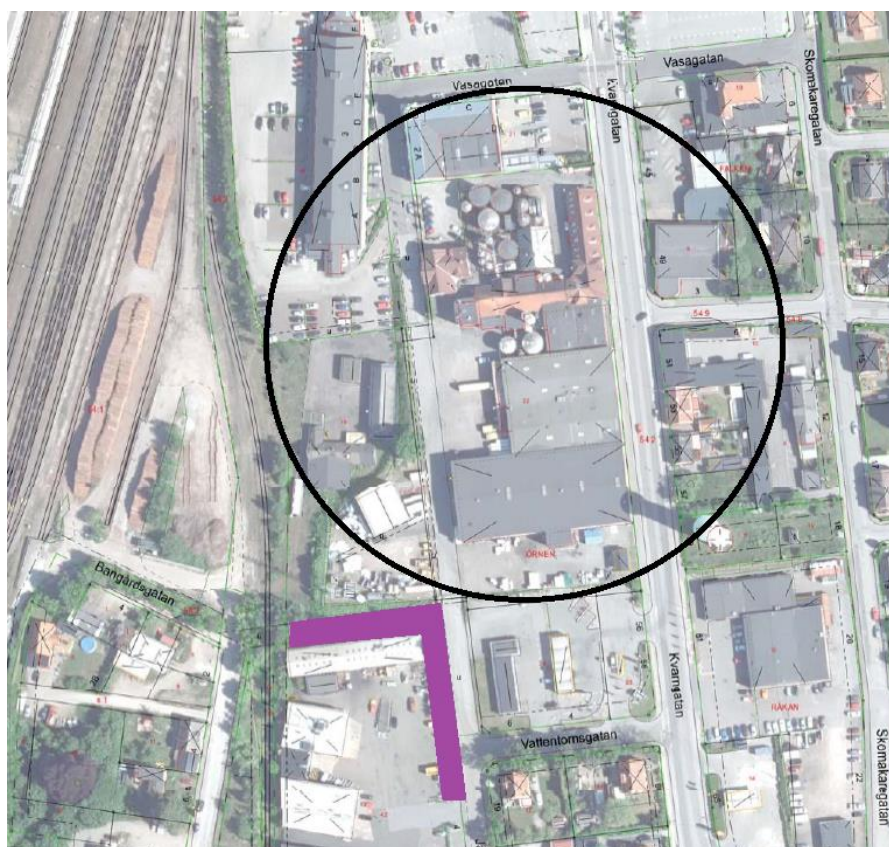
Figur 5.5 Riskdiagram som beskriver sannolikheter och konsekvens för järnvägsolyckor som leder till dödsfall, med en gul ring är markerat risknivån för ett ammoniakhaveri inom Kavli enligt scenario 1.



### 5.2.3 Åtgärder

Riskenivåerna inom planområdet till följd av verksamheter inom Kavli, är inte sådana att de överskrider de riktlinjer som anges för acceptabel risk. Dock bör naturligtvis ändå övervägas olika åtgärder, enligt exempelvis rimlighetsprincipen.

Kring etanol är det främst leveranser som är kritiska. Vid ett haveri med antändning kan strålningsvärmen leda till risker upp till ett tiotal meter från branden. Frigjort vätska kan även rinna iväg bort från utsläppet och där antändas. En åtgärd att begränsa risken för strålningsvärme är att utforma bostadsområdets nordöstra hörn, mot leveransvägen för etanol, som skydd mot strålningsvärme, exempelvis en byggnad, eller mur, utan fönster. En annan åtgärd är att säkerställa att utsläppt brandfarlig vätska inte kan rinna in i bostadsområdet, exempelvis genom terrängmodellering.



*Figur 5.6 Ringen markerar ett avstånd av 100 meter från den befintliga kylanläggningen med ammoniak. Denna lila ytan markerar var olika åtgärder föreslås, för dels brand från transport av etanol, dels spridning av ammoniak.*



För ammoniak är det mest kritiska ur risksynpunkt den rörledningen som transporterar vätskeformig ammoniak utomhus en kortare sträcka, mellan ”maskinrummet” och lagringstanken. Vid ett haveri skulle en situation med överstigande av AEGL-3-nivån (vid tio minuters exponering), då dödsfall kan inträffa, föreligga vid omkring 75 meter (vid neutral vädersituation) respektive 250 meter (vid kritisk vädersituation). Sannolikheten för haveri och en kritisk vindriktning är cirka  $5 \times 10^{-7}$  (motsvarande en händelse per två miljoner år). Sannolikheten för ett sådant utsläpp vid en kritisk vädersituation är  $1,5 \times 10^{-7}$ .

För att begränsa risken vid haverier med ammoniak föreslås att planområdet, disponeras så att människor inte varaktigt uppehåller sig i den nordöstra delen, se Figur 5.6, som även visar ett riskområde om 100 meter från den befintliga lokaliseringen av ammoniakanläggningen. Vidare kan tilluft tas från fasadernas södra sida, bort från Kavli. Ammoniak är en gas som är lättare än luft, vilket gör att kondenserad ammoniak sedan den avdunstat kan stiga till högre luftskikt.

#### 5.2.4 Andra händelser

I Räddningsverkets rapport finns en sammanställning över utsläpp av ammoniak, internationellt och i Sverige. Sammanställningen omfattar utsläpp från 1950-talet till 1990-talet. Vid några fall har förekommit enstaka dödsfall bland personal eller räddningstjänst (ett undantag är en olycka i Japan 1984 på en fiskebåt, där 14 personer omkom). Endast i ett fall har en ”tredje person” omkommit (ett dödsfall i England 1977). I Sverige har inte förekommit några dödsfall alls.

### 5.3 Orkla Food

Enligt Tyréns riskanalys är för Orkla Food 310 meter ett tillfyllest riskavstånd till bostäder. Den planerade bebyggelsen ligger på ett avstånd av 500 meter från fabrikslokalerna. Risker till följd av verksamheten vid Orkla Food antas inte annat än ytterst marginellt påverka samhällsrisker eller individrisken vid det planerade bostadsområdet.

### 5.4 Bensinstationerna

Även vid en mycket allvarlig olycka med brandfarlig vätska, såsom bensin, är riskavståndet avseende dödsfall ganska begränsat, lägre än 25 meter enligt VTIs ovan redovisade studie Helmersson (1994).

Bensinstationerna Preem och Ingo ligger på ett avstånd av 50 meter respektive 75 meter från de planerade bostäderna, vilket är närmre än det av Boverket rekommenderade skyddsavståndet för bensinstationer om 100



meter. Att ett kortare avstånd tillämpas än vad som anges schablonmässigt kan motiveras av den begränsade verksamheten på bensinstationen, med endast två pumpar. Därtill kommer att befintlig bebyggelse skärmar den planerade bebyggelsen vid ett eventuellt haveri.

## 6 Värdering

De dimensionerande riskerna vid den planerade bebyggelsen domineras av transporter av farligt gods längs järnvägen. För Kavli skulle en olycka med ammoniak vid stabil skiktning och vind från nordöst kunna medföra en situation med letalt höga gaskoncentrationer inom planområdet, sannolikheten för detta är dock, enligt beräkningar av Tyréns, mycket låg och motsvarar en händelse per sju miljoner år. Den låga sannolikheten innebär att risknivån hamnar inom vad som kan definieras som acceptabel risk. För övriga verksamheter bedöms att de förekommande riskerna så låga att de inte ger något signifikant bidrag. Denna bedömning baseras även på den redovisning som finns i Tyréns riskanalys av området öster om järnvägen. Diskussionen nedan om värdering, behandlar risker kring järnvägen.

Såväl samhällsriskerna som individriskerna vid de planerade bostäderna är långt under de riktvärden som tillämpas.

### 6.1 Åtgärder

Av **Fel! Hittar inte referensskälla.** framgår att urspårningar, utan frigörande av farligt gods, och olyckor med brandfarlig vätska, dominerar i riskhänseende. För att reducera dessa risker kan anläggas olika former av skydd som begränsar sannolikheten att delar av tåget lämnar spårområdet och som begränsar spridningen av brandfarlig vätska (alternativt skärmar av mot spridning av strålningsvärme). Området planeras även med en vall som skall begränsa spridningen av delar vid en urspårning och spridning av brandfarlig vätska. Sammanlagt beräknas att dessa åtgärder innebär en reduktion av risknivån med två tiopotenser (jämför Figur 5.1 och Figur 5.2).

### 6.2 Länsstyrelsens riktlinjer kring farlig gods

Den föreslagna placeringen med flerbostadshus vid ett avstånd om 130 meter från järnvägen, innebär ett avsteg från vägledningen 1. För att bebyggelsen skall medges krävs således att individrisken understiger  $10^{-7}$  per år; att samhällsriskerna understiger  $10^{-5}$  per år där  $N=1$ , och understiger  $10^{-7}$  per år där  $N=100$  samt att tillskottet av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter vidtagna åtgärder.



Enligt den ovan redovisade probabilistiska riskanalysen uppfylls båda dessa kriterier; individrisken är beräknad till  $10^{-8}$  och samhällsriskerna ligger cirka två tiopotenser under nivån för acceptabel risk. Skyddsavstånd kring industrierna

Orklas anläggning ligger på ett sådant stort avstånd från de planerade bostäderna att de i praktiken inte medför något tillskott till risknivån.

Kavli gränsar intill bostadsområdet, för denna verksamhet är det hantering av etanol och ammoniak samt transporter av etanol till anläggningen som skulle kunna bidra till en ökad risk vid bostadsområdet.

Även vid en mycket allvarlig olycka med etanol, med brand som följd, är riskavståndet avseende dödsfall) ganska begränsat, lägre än 25 meter enligt VTIs ovan redovisade studie Helmersson (1994). Tyréns anger i sin riskanalys ett skyddsavstånd för verksamheter som hanterar etanol till 50 meter. Etanolen hanteras centralt i området, på ett avstånd av mer än 50 meter till det planerade bostadsområdet, därtill kommer att befintlig bebyggelse verkar skyddande. Hanteringen av etanol torde inte medföra något betydande tillskott av risknivån vid bostadsområdet. Transport av etanol till anläggningen sker längs en gata som gränsar mot bostadsområdet. Här skulle, utan särskilda åtgärder, vid en olycka med brand en kritiska situation kunna uppstå i bostadsområdet. Dock föreslås att skadebegränsande åtgärder utförs, som begränsar spridningen av utrunnen etanol och skyddar mot strålningsvärme. Härigenom skulle denna risk kunna accepteras.

För ammoniak är det mest kritiska ur risksynpunkt den rörledningen som transporterar vätskeformig ammoniak utomhus en kortare sträcka, mellan ”maskinrummet” och lagringstanken; vid ett haveri skulle en situation med risk för dödsfall kunna uppstå upp till 250 meter från haveriet. Sannolikheten för ett sådant haveri är dock ytterst låg,  $1,5 \times 10^{-7}$  per år (motsvarande en händelse per sju miljoner år). För att begränsa risken föreslås att planområdet, disponeras så att människor inte varaktigt uppehåller sig i den nordöstra delen.

### 6.3 Ytterligare värderingsprinciper

I enlighet med rimlighetsprincipen diskuteras i avsnitt 4.5, olika åtgärder. I enlighet med proportionalitetsprincipen är nyttan stor av att exploatera det aktuella området med goda kommunikationsmöjligheter. Den marginellt förhöjda risken från järnvägsolyckor med farligt gods berör inte tredje man, utan den som har nytta av etableringen – de boende; vilket är i enlighet med fördelningsprincipen. Avståndet är så pass stort att sannolik-





heten för katastrofer, med flera dödsfall, är mycket litet, lägre än  $1 \times 10^{-8}$  per år. Detta är i enlighet med principen om undvikande av katastrofer.

Således uppfylls även de övergripande värderingsprinciperna (se avsnitt 4.5).

## 6.4 Känslighetsanalys järnvägstransporter

### 6.4.1 Osäkerheter

En riskanalys är en modellsimulering av verkligheten. I teorin är det ganska enkla beräkningar, det handlar om att bestämma sannolikheten för olika successiva händelser i ett förlopp. I praktiken föreligger stora osäkerheter vid bestämning av sannolikheten. Bland annat på grund av att det man analyserar är *avvikelser* från det normala, händelser som inte sker särskilt ofta. Således är det empiriska materialet begränsat. Dessutom sker hela tiden en utveckling i det att systemen förändras.

Om man för hela Sveriges järnvägstrafik med föreliggande modell beräknar sannolikheten för olika typer av olyckor, erhålls ett värde som stämmer ganska väl med det faktiska utfallet vad avser händelser som urspårningar och utsläpp av farligt gods. Vad gäller *dödsfall* vid urspårningar, går det inte lika enkelt att empiriskt verifiera beräkningarna på grund av brist på händelser. Inte sedan 1960-talet har någon utomstående omkommit vid en järnvägsolycka<sup>20</sup>. Enligt den modell som använts skulle ett dödsfall inträffa till följd av urspårningar ungefär vart femte till tionde år. Vad gäller olyckor med farlig gods är underlaget ännu mer begränsat. Ett antal mycket allvarliga händelser har inträffat och i vissa fall har kemikalier kommit ut. I modern tid har det för järnvägen inte inträffat någon farligt gods-olycka i Sverige som lett till dödsfall.

Sammanfattningsvis uppskattas att osäkerheten i beräkningarna torde uppgå till någon tiopotens.<sup>21</sup> Man kan naturligtvis fundera på värdet av en riskanalys, när en sådan analys är behäftad med många osäkerheter. Dock föregås de flesta beslut av någon form av värdering. En riskanalys där olika sannolikheter och konsekvenser kvantifieras är ett sätt att göra denna värdering mer objektiv.

Med en känslighetsanalys kan man värdera hur stor praktisk betydelse denna osäkerhet kan ha. Skulle exempelvis ett större antal transporter med

<sup>20</sup> Jonatan Björse, SJ Stab och Trafiksäkerhet, muntlig information.

<sup>21</sup> Sven Fredén, muntlig information.





farligt gods, leda till en sådan ökning av risknivån att andra åtgärder behövs vidtas? Den kollektiva risknivån i området, med ett skyddsavstånd om 30 meter, är cirka två tiopotenser lägre än den norm som diskuterats ovan avseende acceptabel risk. I riskanalysen sker en beräkning av sannolikheten och konsekvenserna av olika händelser.

#### 6.4.2 Godsvolymer

Sannolikheten för en olycka med farligt gods, påverkas naturligtvis av hur mycket farligt gods som transporteras. Härvid har i föreliggande riskanalys gjorts vissa antaganden. Det är möjligt att de faktiska godsvolymererna blir större än vad som antagits, avvikelsen torde dock knappast bli mer än en fördubbling, vilket då ökar risknivån i samma grad. En sådan fördubbling av risknivån ryms gott inom den marginal om två tiopotenser som föreligger till den norm som Länsstyrelsen anger.

#### 6.4.3 Hastighet

Den antagna hastigheten vid beräkningarna har varit 90 km/t, i praktiken är denna hastighet lägre i samband med att tågen passerar Eslövs station. En reduktion av hastigheten från 90 km/h till 70 km/h innebär att rörelseenergin nästan halveras, i sin tur leder detta till motsvarande reduktion av sannolikheten för att ett kärl skadas och av risknivån.

Att hastigheten i framtiden skulle bli högre i detta avsnitt är inte rimligt att anta, om det inte samtidigt sker andra säkerhetshöjande åtgärder som balanserar effekterna av hastighetshöjningen.

#### 6.4.4 Teknisk utformning, säkerhetssystem

De olika aktörerna kring järnvägstransporter arbetar fortlöpande med att ytterligare höja säkerheten. Som ett resultat av detta har antalet järnvägsolyckor reducerats väsentligt under de senaste tiotal åren. De konstanter som används i föreliggande riskanalys, baseras på frekvenserna för olika typer av olyckor under åttio- och nittio-talet. Sedan dessa har säkerheten höjts väsentligt vilket innebär att de beräkningar som utförts i föreliggande riskanalys, för att visa sannolikheten och konsekvenserna av en olycka idag, är överskattade. I takt med en fortsatt teknikutveckling, kommer överskattningen att bli allt större.

#### 6.4.5 Befolkningstäthet

En ökad befolkningstäthet ökar den kollektiva risknivån men påverkar inte den individuella risknivån. Om befolkningstätheten i området blir dubbelt så stor som antagits, innebär detta att risknivån fördubblas. I likhet med förhållandena kring transportvolymer, ryms en sådan fördubbling



av risknivån väl inom den marginalen till acceptabel risk om två tiopotenser.

#### 6.4.6 Sammanfattande värdering

En fördubbling av transportvolymerna på järnvägen och en fördubbling av befolkningstätheten, leder var och en till en fördubbling av risknivån. Även om båda dessa avvikelser skulle uppkomma, med en fördubbling av risknivån som följd, ryms detta väl inom den marginal som föreligger till en acceptabel risknivå.

Mer troligt är dock att risknivån har överskattats, bland annat till följd av att den faktiska hastigheten är lägre, att säkerheten är högre och att den tekniska utformningen är bättre än vad som förelåg tidigare, och på vilken olika parametrar (urspårningstal med mera) är baserade.



## Bilaga 1 Beräkning av sannolikheter

### Beräkning av sannolikheter

Nedan redovisas beräkningen av sannolikheterna för haveri som leder till utsläpp av farligt gods, en farligtgoodsolycka. Inledningsvis beräknas sannolikheten för en urspårning respektive sammanstötning (tabell 1), därefter beräknas sannolikheten för att dessa händelser leder till att farligt gods frigörs (tabell 2).

### Sannolikhet för urspårning

Urspårningar kan ske till följd av banfel eller vagnfel, eller vid sammanstötningar. Beräkningarna av sannolikheterna för dessa händelser baseras på konstanter efter Fredén<sup>22</sup>. Urspårningar, som är en funktion av antalet vagnkilometer, kan inträffa till följd av banfel eller vagnfel; för båda dessa orsaker till urspårningar är sannolikheten för en urspårning större med konventionella tvåaxlade vagnar än med boggiaxlade vagnar. Därtill kommer att sannolikheten för en urspårning med resandetåg är ungefär en tiondel av sannolikheten för urspårningar med godståg. Sannolikheten för en urspårning är beräknad för en sträcka av en kilometer, detta innebär en överskattning av sannolikheten att en sådan urspårning sker längs det 300 meter långa avsnittet förbi de planerade bostäderna. Dock kan vid ett haveri som leder till utsläpp av gas, en livsfarlig situation uppkomma åtskilliga hundra meter från haveriplatsen. Därmed kan även en urspårning som sker strax innan eller strax efter bostadsområdet, ge upphov till dödsfall inom bostadsområdet.

I Tabell 1 redovisas beräkningarna av sannolikheten för urspårningar och sammanstötningar. I texten nedan kommenteras dessa beräkningar med avseende på godsvagnar. Den kritiska sträckan som studeras är 300 meter lång; med 56 godståg per dag blir antalet godståg per år 20 440 och antalet godstågkilometer längs en 300 meter lång sträcka blir 6 132 km/år. Ett godståg antas i genomsnitt ha trettio vagnar, varav 25 % är 2-axlade och 75 % är boggivagnar. Antalet vagnkilometer med godsvagnar beräknas till 183 960, varav 137 970 är boggivagnar.

---

<sup>22</sup> Fredén, 1994. Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods. VTI rapport 387:2.



Tabell 1 Beräkning av sannolikhet för urspårning

|                                               | Persontåg | Godståg |
|-----------------------------------------------|-----------|---------|
| <b>TRAFIKUPPGIFTER</b>                        |           |         |
| Spår                                          |           |         |
| Längd, km                                     | 0,3       | 0,3     |
| Varav genom stad                              | 0,0       | 0,0     |
| Varav genom by                                | 0,0       | 0,0     |
| Varav genom landsbygd                         | 0,0       | 0,0     |
| Varav genom känslig natur                     |           |         |
| Tåg rörelser                                  |           |         |
| Tåg/dag                                       | 151       | 56      |
| Dagar/år                                      | 365       | 365     |
| Tåg/år                                        | 55 218    | 20 440  |
| Tågkm/år                                      | 16 565    | 6 132   |
| Vagnar                                        |           |         |
| Vagnar/tåg                                    | 6         | 30      |
| Vagnar/år                                     | 331 308   | 613 200 |
| Vagnkm per år                                 | 99 392    | 183 960 |
| Andel 2-axlade                                | 0%        | 25%     |
| Andel boggie                                  | 100%      | 75%     |
| Vagnkm, 2-axlade                              | 0         | 45 990  |
| Vagnkm, boggie                                | 99 392    | 137 970 |
| Vagnkm, totalt                                | 99 392    | 183 960 |
| <b>DIVERSE KONSTANTER</b>                     |           |         |
| Urspåringar (per 10 <sup>-9</sup> vagnkm)     |           |         |
| Ursp.tal, banfel; 2-axlade                    | 1,8       | 1,8     |
| Ursp.tal, banfel; boggie                      | 0,8       | 0,8     |
| Ursp.tal, vagnfel; 2-axlade                   | 0,9       | 8,7     |
| Ursp.tal, vagnfel; boggie                     | 0,4       | 4,0     |
| Ursp.tal; 2-axlade                            | 2,7       | 10,5    |
| Ursp.tal; boggie                              | 1,2       | 4,8     |
| Antal vagnar vid urspåring                    | 3,5       | 3,5     |
| Sammanstötningar (per 10 <sup>-8</sup> tågkm) |           |         |
| Ursp.tal, sammanstötning                      | 1,0       | 1,0     |
| <b>SANNOLIKHETER</b>                          |           |         |
| Urspåringar                                   |           |         |
| 2-axlade                                      | 0,0E+00   | 4,8E-04 |
| boggie                                        | 1,2E-04   | 6,6E-04 |
| summa                                         | 1,2E-04   | 1,1E-03 |
| Sammanstötning                                |           |         |
| summa                                         | 1,7E-04   | 6,1E-05 |
| Totalt                                        |           |         |
| Sannolikhet per år                            | 2,8E-04   | 1,2E-03 |
| År per händelse                               | 3 510     | 829     |



Det sammanlagda urspårningstalet för en boggivagn (goods) är  $4,8 \times 10^{-9}$ ; ( $0,8 \times 10^{-9} + 4,0 \times 10^{-9}$ ); sannolikheten för en urspårning av en boggieaxlad godsvagn, beräknas till  $6,6 \times 10^{-4}$  (vagnkilometer boggivagn  $\times$  urspårningstalet;  $137\,970 \text{ km} \times 4,8 \times 10^{-9}$ ). På motsvarande sätt beräknas sannolikheten för urspårning av en 2-axlad vagn till  $4,8 \times 10^{-4}$ ; slutligen summeras dessa sannolikheter till  $1,1 \times 10^{-3}$ .

Sannolikheten för en sammanstötning beräknas för godståg som en funktion av antalet tågkilometer per år (6 132) och konstanten för sammanstötningar ( $1 \times 10^{-8}$ ) till  $6,1 \times 10^{-5}$ . Den sammanlagda beräknade sannolikheten för en urspårning eller sammanstötning av ett godståg uppgår till  $1,2 \times 10^{-3}$ ; vilket motsvarar en händelse per 829 år.

### Sannolikhet för att farligt gods frigörs

För att farligt gods skall frigöras vid en olycka, krävs dels att en vagn med farligt gods är inblandad (att den spårar ur), dels att kärlet med farligt gods går sönder. Sannolikheten för att kärlet går sönder är större vid en sammanstötning än vid en urspårning, vidare är den större för de kärl som används vid transport av vätska än de som används vid transport av gas.

I tabell 2 redovisas dessa beräkningar, i texten nedan kommenteras de med avseende på bensin (mycket brandfarlig vätska). Den sammanlagda transportvolymen av mycket brandfarlig vätska uppgår till 32 000 ton per år, med 25 ton per vagn innebär detta sammanlagt 1 280 vagnar med brandfarlig vätska per år ( $32\,000 \div 25 = 1\,280$ ), detta utgör 0,28 % av det sammanlagda antalet boggivagnar (goods). Vid en enskild urspårningshändelse spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur. Sannolikheten för en urspårning med en vagn med mycket brandfarlig vätska beräknas till  $6,5 \times 10^{-6}$  (totala sannolikheten för urspårning med boggivagn  $\times$  andelen vagnar med brandfarlig vätska  $\times$  antalet vagnar som i genomsnitt spårar ur vid en händelse;  $6,6 \times 10^{-3} \times 0,28 \% \times 3,5 = 6,5 \times 10^{-6}$ ).



Tabell 3 Beräkning av sannolikhet för utsläpp av farligt gods.

|                                              | Mycket<br>brandfarlig<br>vätska | Brandfarlig<br>vätska | Giftig<br>gas | Brandfarlig<br>gas |
|----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
|                                              | Bensin                          | eldningsolja          | Ammoniak      | Gasol              |
| Transporter                                  | 50%                             | 50%                   | 50%           | 50%                |
| Transportvolym, ton/år                       | 32 000                          | 32 000                | 48 000        | 48 000             |
| Ton/vagn                                     | 25                              | 25                    | 25            | 25                 |
| Antal vagnar, fago                           | 1280                            | 1280                  | 1920          | 1920               |
| Antal boggiagodsvagnar, totalt               | 459 900                         | 459 900               | 459 900       | 459 900            |
| Antal godsvagnar totalt                      | 613 200                         | 613 200               | 613 200       | 613 200            |
| Andel fago-vagnar av boggiogods              | 0,28%                           | 0,28%                 | 0,42%         | 0,42%              |
| Andel fago-vagnar av total gods              | 0,21%                           | 0,21%                 | 0,31%         | 0,31%              |
| Skadehändelse                                |                                 |                       |               |                    |
| Sannolikhet för urspårning, boggie gods      | 6,6E-04                         | 6,6E-04               | 6,6E-04       | 6,6E-04            |
| Sannolikhet för sammanstötning, total gods   | 6,1E-05                         | 6,1E-05               | 6,1E-05       | 6,1E-05            |
| Antal vagnar per tåg                         | 30                              | 30                    | 30            | 30                 |
| Antal vagnar vid urspårning                  | 3,5                             | 3,5                   | 3,5           | 3,5                |
| Antal vagnar vid sammanstötning              | 5                               | 5                     | 5             | 5                  |
| Sannolikhet för urspårning, fagovagn         | 6,5E-06                         | 6,5E-06               | 9,7E-06       | 9,7E-06            |
| Sannolikhet för sammanstötning, tåg med fago | 1,3E-07                         | 1,3E-07               | 1,9E-07       | 1,9E-07            |
| Sannolikhet för fagoursp vid sammanstötning  | 2,1E-08                         | 2,1E-08               | 3,2E-08       | 3,2E-08            |
| Fago-haveri                                  |                                 |                       |               |                    |
| Sannolikhet för utsläpp vid urspårning       | 30%                             | 30%                   | 2%            | 2%                 |
| Sannolikhet för utsläpp vid sammanstötning   | 61%                             | 61%                   | 12%           | 12%                |
| Sannolikhet för utsläpp, urspårning          | 1,9E-06                         | 1,9E-06               | 1,9E-07       | 1,9E-07            |
| Sannolikhet för utsläpp, sammanstötning      | 1,3E-08                         | 1,3E-08               | 3,9E-09       | 3,9E-09            |
| Summa sannolikhet för utsläpp                | 1,9E-06                         | 1,9E-06               | 2,0E-07       | 2,0E-07            |
| "År per händelse"                            | 521 889                         | 521 889               | 5 065 651     | 5 065 651          |

Sannolikheten för en sammanstötning med ett godståg beräknas till  $6 \times 10^{-5}$  (Tabell 1). Vagnar med mycket brandfarlig vätska utgör 0,21 % av det totala antalet godsvagnar. Vid en sammanstötning kommer i genomsnitt de fem första vagnarna, av totalt trettio vagnar, att spåra ur; för en vagn som finns på en godtycklig plats i ett tågset, är det således 17 % sannolikhet att den spårar ur vid en sammanstötning ( $5 \div 30 = 16,6 \%$ ). Sannolikheten för att en sammanstötning med ett tågset som för en vagn med mycket brandfarlig vätska, beräknas till  $1,3 \times 10^{-7}$  (sannolikheten för sammanstötning  $\times$  andelen vagnar med brandfarlig vätska). Att just vagnen med farligt gods spårar ur vid denna händelse beräknas till  $2,1 \times 10^{-8}$  ( $1,3 \times 10^{-7} \times 17 \%$ ).



Sedan sannolikheten har beräknats för att en vagn med farligt gods spårar ur, beräknas sannolikheten för att denna händelse leder till ett utsläpp av kemikalier. I tabell 3 redovisas dessa sannolikheter för olika typer av vagnar (tunnväggiga vagnar för vätska, respektive tjockväggiga vagnar för gas) och skadehändelser.

*Tabell 3 Sannolikheten för att en urspårning respektive sammanstötning, leder till att farligt gods frigörs.*

|                | Vätska | Gas  |
|----------------|--------|------|
| Urspårning     | 30 %   | 2 %  |
| Sammanstötning | 61 %   | 12 % |

Sannolikheten för en urspårning som leder till utsläpp av mycket brandfarlig vätska beräknas till  $1,9 \times 10^{-6}$  (sannolikheten för att en vagn med brandfarlig vätska spårar ur  $\times$  sannolikheten för att vagnen då havererar;  $6,5 \times 10^{-6} \times 30 \%$ ). På motsvarande sätt beräknas sannolikheten för att en sammanstötning leder till ett utsläpp av mycket brandfarlig vätska till  $1,3 \times 10^{-8}$ . Totalt uppgår således sannolikheten för en olycka som leder till att mycket brandfarlig vätska (bensin) frigörs  $1,9 \times 10^{-6}$ .





## Bilaga 2

### Beräkning av konsekvenser

#### Beräkning av konsekvenser

Konsekvenserna har i analysen beskrivits som antal dödsfall. Antalet dödsfall är i sin tur en funktion av hur olyckan utvecklas. I konsekvensanalysen har studerats ett stort antal utvecklingar, varvid beaktats faktorer som utsläppets storlek, rådande vädersituation samt (för brandfarliga ämnen) om det sker en antändning. I sin tur kan antändningens förlopp leda till olika scenarier; om antändningen sker momentant eller fördröjt, och om det sker brand eller olika former av explosioner. Sannolikheten för olika alternativa utvecklingar beräknas successivt och till sist kan beräknas sannolikheten för en viss sluthändelse. Denna sluthändelse är kopplad till en viss konsekvens, vad avser dödsfall. Alla parametrar vid de utförda beräkningarna, är enligt Helmersson<sup>23</sup>, även konsekvenserna i form av antal dödsfall.

I tabellerna 1–3 redovisas de utförda beräkningarna. Nedan kommenteras de med avseende på utsläpp av mycket brandfarlig vätska (bensin).

Sannolikheten för en farligtgoodsolycka där bensin frigörs är  $1,9 \times 10^{-6}$ . Utsläppet kan vara stort, medelstort eller litet. Den relativa sannolikheten för ett stort utsläpp är 17 %. Detta stora utsläpp kan antändas; sannolikheten för en antändning av ett stort utsläpp är 20 %. I sin tur kan detta ske vid neutral temperatur skiktning (inklusive labil) eller stabil skiktning; sannolikheten för att det råder neutral skiktning är 80 %. Antändningen kan leda till explosion (1 %) eller brand (99 %). Vid denna typ av haveri förväntas ett (1) dödsfall. Den sammanlagda relativa sannolikheten (om väl ett utsläpp sker) för utvecklingen ”Stort utsläpp  $\Rightarrow$  Antändning  $\Rightarrow$  Neutral skiktning  $\Rightarrow$  Brand” är 3 % ( $17 \% \times 20 \% \times 80 \% \times 99 \% = 3 \%$ ). Den absoluta sannolikheten för denna utveckling är  $5,1 \times 10^{-8}$  ( $3 \% \times 1,9 \times 10^{-6}$ ). Av tabellen kan också utläsas att riskavståndet, inom vilket dödsfallet uppkommer, är 23 meter.

---

<sup>23</sup> Helmersson, 1994. Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. VTI rapport 387:4.



Tabell 1 Konsekvensanalys, mycket brandfarlig vätska (bensin).

Bensin Risknivå 6,3E-08

P för olycka 1,9E-06

Stad 100%

P för olycka 1,9E-06

| Storlek    | Antändning | Vädertyp       | Explosion/brand     | Dödsfall           | Avstånd | Rel P | Abs P   | Rel risknivå | Abs risknivå |
|------------|------------|----------------|---------------------|--------------------|---------|-------|---------|--------------|--------------|
| Stort      | 17%        | Antändning 20% | Neutral 80%         | Explosion 1%       | 0       | 0%    | 5,1E-10 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            |                | Stabil 20%          | Brand 99%          | 1       | 3%    | 5,1E-08 | 2,6E-02      | 5,1E-08      |
|            |            | Ingen ant 80%  | Neutral/stabil 100% | Explosion 1%       | 0       | 0%    | 1,3E-10 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            |                | Stabil 20%          | Brand 99%          | 1       | 1%    | 1,3E-08 | 6,6E-03      | 1,3E-08      |
| Medelstort | 21%        | Antändning 10% | Neutral 80%         | Vätskeutsläpp 100% | 0       | 2%    | 2,6E-07 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            |                | Stabil 20%          | Brand 100%         | 0       | 0%    | 3,2E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            | Ingen ant 90%  | Neutral/stabil 100% | Vätskeutsläpp 100% | 0       | 0%    | 8,0E-09 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            |                | Stabil 20%          | Brand 100%         | 0       | 19%   | 3,6E-07 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
| Litet      | 63%        | Antändning 10% | Neutral 80%         | Brand 100%         | 0       | 5%    | 9,6E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            |                | Stabil 20%          | Brand 100%         | 0       | 1%    | 2,4E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            | Ingen ant 90%  | Neutral/stabil 100% | Vätskeutsläpp 100% | 0       | 56%   | 1,1E-06 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |            |                | Stabil 20%          | Brand 100%         | 0       |       |         |              |              |

Tabell 2 Konsekvensanalys, mycket giftig gas (ammoniak).

Ammoniak

p för olycka 2E-07

Stad 100%

P för olycka 2,0E-07

| Utsläppets storlek | Förlopp | Vädertyp           | Dödsfall     | Avstånd | Rel P | Abs P   | Rel risknivå | Abs risknivå |
|--------------------|---------|--------------------|--------------|---------|-------|---------|--------------|--------------|
| Stort              | 17%     | Momentant 4%       | Neutralt 80% | 17      | 1%    | 1,1E-09 | 9,1E-02      | 1,8E-08      |
|                    |         |                    | Stabilt 20%  | 22      | 0%    | 2,6E-10 | 2,9E-02      | 5,8E-09      |
|                    |         | Kontinuerligt 96%  | Neutralt 80% | 1       | 13%   | 2,5E-08 | 1,3E-01      | 2,5E-08      |
|                    |         |                    | Stabilt 20%  | 3       | 3%    | 6,3E-09 | 9,6E-02      | 1,9E-08      |
| Medelstort         | 21%     | Kontinuerligt 100% | Neutralt 80% | 0       | 17%   | 3,3E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|                    |         |                    | Stabilt 20%  | 0       | 4%    | 8,2E-09 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|                    |         | Kontinuerligt 100% | Neutralt 80% | 0       | 50%   | 9,9E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|                    |         |                    | Stabilt 20%  | 0       | 13%   | 2,5E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |

Tabell 3 Konsekvensanalys, brandfarlig gas (gasol).

Gasol

P för olycka 2E-07

Risknivå 1,3E-07

Stad 100%

P för olycka 2,0E-07

| Storlek    | Förlopp       |               | Antändning    |               | Vädertyp      |                | Explosion/brand |            | Dödsfall |      | Avstånd | Rel P   | Abs P   | Rel risknivå | Abs risknivå |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|------------|----------|------|---------|---------|---------|--------------|--------------|
| Stort      | 17%           | Momentant     | Fördröjd ant. | 50%           | Neutral       | 80%            | Explosion       | 13%        | 7        | 131  | 0,03%   | 6,6E-11 | 2,3E-03 | 4,6E-10      |              |
|            |               |               |               |               | Stabil        | 20%            | Brand           | 88%        | 34       | 59   | 0,2%    | 4,6E-10 | 7,9E-02 | 1,6E-08      |              |
|            |               |               | Ingen ant.    | 50%           | Neutral       | 80%            | Explosion       | 33%        | 7        | 131  | 0,02%   | 4,4E-11 | 1,6E-03 | 3,1E-10      |              |
|            |               |               |               |               | Stabil        | 20%            | Brand           | 67%        | 7        | 40   | 0,0%    | 8,8E-11 | 3,1E-03 | 6,2E-10      |              |
|            |               |               | Kontinuerligt | Direkt ant    | 10%           | Neutral/stabil | 100%            | Jetflammor | 100%     | 1    | 52      | 2%      | 3,2E-09 | 1,6E-02      | 3,2E-09      |
|            |               |               |               |               |               | Neutral        | 80%             | Brand      | 100%     | 11   | 36      | 5%      | 1,0E-08 | 5,6E-01      | 1,1E-07      |
|            |               | Fördröjd ant. |               | 40%           | Stabil        | 20%            | Explosion       | 10%        | 0        | 0,1% | 2,5E-10 | 0,0E+00 | 0,0E+00 |              |              |
|            |               |               |               |               | Stabil        | 20%            | Brand           | 90%        | 1        | 23   | 1%      | 2,3E-09 | 1,2E-02 | 2,3E-09      |              |
|            |               | Medelstort    | 21%           | Kontinuerligt | 100%          | Ingen ant.     | 50%             | Neutral    | 80%      | 100% | 0       | 6%      | 1,3E-08 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |               |               |               |               |               |                |                 | Stabil     | 20%      | 100% | 0       | 2%      | 3,2E-09 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
| Direkt ant | 10%           |               |               |               |               | Neutral/stabil | 100%            | Jetflammor | 100%     | 0    | 2%      | 4,1E-09 | 0,0E+00 | 0,0E+00      |              |
|            | Fördröjd ant. |               |               |               |               | 10%            | Neutral         | 80%        | Brand    | 100% | 0       | 2%      | 3,3E-09 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            | Stabil        |               |               |               |               | 20%            | Brand           | 100%       | 0        | 0%   | 8,2E-10 | 0,0E+00 | 0,0E+00 |              |              |
| Ingen ant. | 80%           |               |               |               |               | Neutral        | 80%             | 100%       | 0        | 13%  | 2,6E-08 | 0,0E+00 | 0,0E+00 |              |              |
| Litet      | 63%           | Kontinuerligt | 100%          | Direkt ant    | 10%           | Neutral/stabil | 100%            | Jetflammor | 100%     | 0    | 6%      | 1,2E-08 | 0,0E+00 | 0,0E+00      |              |
|            |               |               |               |               | Fördröjd ant. | 10%            | Neutral         | 80%        | Brand    | 100% | 0       | 5%      | 9,9E-09 | 0,0E+00      | 0,0E+00      |
|            |               |               |               |               | Stabil        | 20%            | Brand           | 100%       | 0        | 1%   | 2,5E-09 | 0,0E+00 | 0,0E+00 |              |              |
|            |               |               |               | Ingen ant.    | 80%           | Neutral        | 80%             | Brand      | 100%     | 0    | 40%     | 7,9E-08 | 0,0E+00 | 0,0E+00      |              |
|            |               |               |               |               |               | Stabil         | 20%             | Brand      | 100%     | 0    | 10%     | 2,0E-08 | 0,0E+00 | 0,0E+00      |              |

