



## **DETALJERAD RISKANALYS**

**UPPDATERAD HANDLING, DECEMBER 2008**

**Mörby Centrum**

**Danderyds kommun**

**Uppdragsnummer:** 1009 6262  
**Datum:** 2008-12-12  
**Antal sidor:** 50  
**Upprättad av:** Kim Wikberg

## Dokumentinformation

<b>Projektnamn:</b>	Detaljerad riskanalys – Uppdaterad handling, dec 2008 Mörby Centrum, Danderyds kommun
<b>Dokumenttyp:</b>	Riskanalys – rapport
<b>Uppdragsgivare:</b>	Danderyds kommun
<b>Upprättad av:</b>	Kim Wikberg - Brandingenjör, Civilingenjör Riskhantering
<b>Kontrollerad av:</b>	Daniel Sirensjö – Brandingenjör, Civilingenjör Riskhantering
<b>Godkänd av:</b>	Henrik Braatz - Brandingenjör

## Sammanfattning

Ny bebyggelse i form av butiker, kontor och bostäder samt parkeringshus, planeras vid Mörby Centrum i Danderyds kommun. En riskanalys har tidigare genomförts för området men då nya förutsättningar framkommit samtidigt som ett flertal detaljer kring de gamla osäkerheterna nu specificerats utförs en ny riskanalys, kallad *Uppdaterad handling, december 2008*. Utifrån de kommentarer och åsikter som Länsstyrelsen lämnade på den tidigare analysen har Danderyds kommun tagit fram detta nya förslag där åtgärder utformats för att reducera risknivån. Åtgärderna utgörs främst av strålningskyddande glas i fasader med fönster, minskat antal fönster mot E18, minimering av publika ytor utomhus vid E18, komplettering av avkörningsskydd, etc. Analysen har dessutom uppdaterats med avseende på nya prognoser för trafikflöden samt till att nu gäller 1 km<sup>2</sup> kring centrat. Nya risknivåer har därmed beräknats vilka jämförs med uppdaterade acceptanskriterier.

Riskanalysen har upprättats på uppdrag av Danderyds kommun för att studera de risker som den planerade bebyggelsen exponeras för. Syftet med riskanalysen är att undersöka möjligheten att ur risksynpunkt genomföra planerade ny- och tillbyggnader och skall utgöra ett beslutsunderlag för kommunen i planarbetet. Det sker genom en fördjupad analys med kvantifiering av sannolikhet och konsekvens för de risker som identifieras i anslutning till planområdet samt en värdering av riskerna mot valda riskkriterier. För att uppskatta risknivån inom planområdet används både riskmåttet individ- och samhällsrisk.

De risker som identifierats, och som med avseende på personsäkerheten bedöms kunna påverka detaljplaneområdet, är förknippade med transporter av farligt gods på E18, vilken planområdet angränsar till. Avståndet mellan ny bebyggelse och E18 är endast ca 10-15 meter. E18 är en av Sveriges mest trafikerade vägar och på den aktuella sträckan förekommer transporter av åtta av de nio ADR-klasserna (ej ADR-klass 7, radioaktiva ämnen).

Resultatet av riskanalysen visar på en relativt låg risknivå i hela området. Enligt beräknad samhällsrisk hamnar nivån inom det s.k. ALARP-området för olyckor med få omkomna och i övrigt under gränsen för acceptabla risker. Det innebär att det råder en lägre risk än att den kan anses oacceptabel samtidigt som risken delvis är högre än att den direkt kan anses vara acceptabel. Detta medför att åtgärder skall vidtas om kostnaden kan anses vara proportionerlig i förhållande till den riskreducerande effekten.

De viktigaste slutsatserna från rapporten är följande:

- De scenarier som bidrar mest till att höja samhällsrisken i hela det studerade området är olyckor med brandfarlig vätska (ADR-klass 3) i höjd med befintligt köpcentrum. Detta då denna klass är den klart mest transporterade på E18 samt att fasaden vid befintligt köpcentrum delvis utgörs av fönster som inte är utförda i någon skyddsklass. I och med åtgärderna i tillbyggnaden är riskbidraget litet för de nya byggnaderna.
- Att införa ytterligare riskreducerande åtgärder vid den tillkommande bebyggelsen bedöms utifrån resultatet i analysen inte rimligt då detta endast skulle sänka den totala samhällsrisken för området mycket marginellt. Åtgärder bör i så fall utföras vid fasaden mot E18 i befintligt köpcentrum, eftersom detta skulle ge mest effekt på samhällsrisken.
- Vid ställningstagande till resultatet i rapporten bör resonemang kring osäkerheterna och antagandena i analysen vägas in. På grund av att antagandena i analysen generellt gjorts konservativa bedöms det troligt att risken är överskattad snarare än underskattad.
- För att få ett säkrare resultat skulle främst bättre statistik/prognoser kring antal godstransporter på sträckan samt uppskattningar kring personantal i byggnadens olika delar krävas. Känslighetsanalys har dock visat att antagandena som gjorts inte är avgörande för resultatet.

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>5</b>
1.1 Bakgrund och syfte .....	5
1.2 Innehåll och genomförande.....	5
1.3 Avgränsningar.....	6
1.4 Styrande dokument .....	6
<b>2 Omfattning av riskhantering</b> .....	<b>7</b>
2.1 Begrepp och definitioner.....	7
2.2 Metod för riskinventering .....	7
2.3 Metod för riskuppskattning.....	8
2.4 Metod för riskvärdering .....	9
2.5 Metod för identifiering av möjliga riskreducerande åtgärder .....	10
<b>3 Förutsättningar</b> .....	<b>11</b>
3.1 Utbyggnad Mörby Centrum.....	11
3.2 E18.....	12
3.3 Transport av farligt gods.....	12
3.4 Bebyggelsestruktur i området .....	13
<b>4 Identifiering av risker</b> .....	<b>15</b>
4.1 Utsläpp av farligt gods till följd av trafikolycka .....	15
4.2 Transporterade mängder av farligt gods på E18 .....	16
4.3 Antal transporter med farligt gods på E18.....	17
<b>5 Uppskattning av risk</b> .....	<b>18</b>
5.1 Skadekriterier.....	18
5.2 Scenariobeskrivning för respektive klass.....	18
5.3 Byggnader som påverkas av riskerna vid E18 .....	19
5.4 Personantal i och kring de tillkommande byggnaderna .....	20
5.5 Konsekvenser för personer i och kring byggnader .....	21
<b>6 Resultat</b> .....	<b>24</b>
6.1 Resultat – Individrisk.....	24
6.2 Samhällsrisk.....	26
<b>7 Värdering av risk</b> .....	<b>27</b>
<b>8 Diskussion och slutsatser</b> .....	<b>28</b>
8.1 Osäkerheter i resultaten.....	28
8.2 Riskreducerande åtgärder som utgör en förutsättning i analysen .....	29
8.3 Ytterligare riskreducerande åtgärder.....	30
8.4 Slutsatser .....	31
<b>Bilaga A – Frekvensberäkningar</b> .....	<b>32</b>
<b>Bilaga B – Konsekvensuppskattningar</b> .....	<b>41</b>
<b>Bilaga C – Underlag samhällsrisk</b> .....	<b>46</b>
<b>Bilaga D – Känslighetsanalys</b> .....	<b>49</b>
<b>Referenslista</b> .....	<b>50</b>



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

WSP Brand- och Riskteknik har tidigare upprättat en riskanalys för den planerade utbyggnaden av Mörby Centrum, Danderyds kommun<sup>1</sup>. När den tidigare riskanalysen upprättades var planeringen i ett mycket tidigt skede och ett flertal osäkerheter kring utformning och verksamheter fanns. Länsstyrelsen har också lämnat ett antal kommentarer och åsikter på den tidigare analysen och utifrån dessa har Danderyds kommun omarbetat det första förslaget och tagit fram några nya lösningar med olika åtgärder för att reducera risknivån.

I denna uppdaterade version är byggnaden belägen på samma ställe som i det ursprungliga förslaget. Riskreducerande åtgärder som planerats utgörs främst av fasadåtgärder i form av strålningsskyddande glas, minskat antal fönster mot E18 samt täta betongkonstruktioner.

Som ett jämförelsealternativ utförs även en översiktlig beräkning på samhällsriskerna vid 0-alternativet, d.v.s. att ingen utbyggnad av Mörby C sker.

Stora delar av de mer allmänna texterna i denna rapport är samma som i den tidigare analysen, men då nyheterna och ändringarna är många utförs *Riskanalys – uppdaterad handling, dec 2008* ändå som en helt ny rapport.

Den nya bebyggelsen kommer att utgöras av främst butiker och kontor samt parkeringshus. Dessa byggnader är planerade i nära anslutning till E18. Även bostäder planeras vilka kommer att uppföras i höghuset på den västra sidan bort ifrån vägen.

Riskanalysen har upprättats på uppdrag av Danderyds kommun för att studera de risker som den planerade bebyggelsen exponeras för. Riskanalysen skall ge en uppfattning om riskbilden i området och identifiera möjliga scenarier som medför särskild risk för de personer som kommer att befinna sig i och kring de planerade nybyggnaderna.


Syftet med riskanalysen är att undersöka möjligheten att ur risksynpunkt genomföra planerade ny- och tillbyggnader och skall utgöra ett beslutsunderlag för kommunen i planarbetet. Det sker genom en fördjupad analys med kvantifiering av sannolikhet och konsekvens för de risker som identifieras i anslutning till planområdet samt en värdering av riskerna mot valda riskkriterier.

## 1.2 Innehåll och genomförande

En riskidentifiering har tidigare utförts där scenarier som kan medföra en förhöjd risknivå i området specificerats. Dessa scenarier utgör grunden för bedömningen av de risker som påverkar planerad bebyggelse.

En detaljerad riskanalys utförs innefattande följande moment:

- Identifiering av riskerna
- Kvantitativ uppskattning av riskernas sannolikhet
- Kvantitativ uppskattning av riskernas konsekvenser
- Värdering av riskerna
- Diskussion kring osäkerhet samt behov av ytterligare riskreducerande åtgärder



Som underlag för riskanalysen ligger situationsplaner, ritningar och flygfoto över detaljplaneområdet samt foton tagna vid en tidigare okulär riskinventering genomförd av annan konsult i projektet.

Riskanalysen har genomförts av Kim Wikberg (Brandingenjör, Civilingenjör Riskhantering) med Henrik Braatz (Brandingenjör) som uppdragsledare. Arbetet har kvalitetssäkrats av Daniel Sirensjö (Brandingenjör, Civilingenjör Riskhantering).

### 1.3 Avgränsningar

De risker som har studerats är uteslutande förknippade med plötsligt inträffade olyckor med konsekvenser livshotande för tredje man, d.v.s. som påverkar personsäkerheten. Det innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis egendomsskador, eventuella skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller liknande.

### 1.4 Styrande dokument

Det finns idag styrande dokument i form av lagar eller förordningar som anger att riskanalys (eller motsvarande) ska genomföras. Det anges t.ex. i *Plan- och Bygglagen*<sup>2</sup> att om en detaljplan kan antas medföra en miljöpåverkan (bl.a. påverkan på miljö och människors liv och hälsa) skall en miljökonsekvensbeskrivning upprättas i enlighet med *Miljöbalken*<sup>3</sup>. Miljökonsekvensbeskrivningen skall då innefatta en riskanalys med avseende på olycksriskers påverkan på människor i detaljplaneområdet. Där emot anges inte i detalj hur riskanalyser ska utföras eller vad de ska innehålla. För att möta behovet av mer detaljerade specifikationer på innehållet i riskanalyser, har myndigheter under senare tid angivit riktlinjer på området som ger rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras i olika sammanhang och vilka krav som bör ställas på dessa analyser.

Exempel på sådana rekommendationer är Länsstyrelsen i Stockholms Läns *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag* och *Riskanalyser i detaljplaneprocessen*<sup>4, 5</sup>. Dessa utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser för bland annat planärenden.

Utöver ovan nämnda rekommendationer och riktlinjer för innehållet i en riskanalys finns det ett antal dokument som anger hur riskhänsyn kan tas i olika sammanhang.

Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelserna i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län tagit fram en gemensam policy avseende riskhantering i detaljplaneprocessen<sup>6</sup>. Denna policy innebär att risker beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt gods-led. Avståndet är valt utifrån regionala förutsättningar som framför allt råder i de tre storstäderna avseende transporter av farligt gods.

Länsstyrelsen i Stockholms län har vidare gett ut rekommendationer för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer som ny bebyggelse kan planeras<sup>7</sup>. I detta dokument anges skyddsavstånd från transportlederna inom vilka bebyggelse endast kan tillåtas om riskanalys visar på att risknivån är acceptabel med hjälp av riskreducerande åtgärder. Kortfattat innebär rekommendationerna att 25 m kring vägar med farligt gods bör lämnas bebyggelsefritt. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 40 m medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 75 m.

I det aktuella detaljplanområdet önskar Danderyds Kommun att bebygga fastigheten på avstånd från väg som utgör transportled för farligt gods som understiger de av Länsstyrelsen rekommenderade avstånden, varför denna riskanalys utförs.

## 2 Omfattning av riskhantering

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

### 2.1 Begrepp och definitioner

I samband med hantering av risker används olika begrepp. Riskanalys finns omnämnt i ett flertal rekommendationer och riktlinjer, utan närmare förtydligande vad begreppet innebär. Nedan görs en genomgång av begrepp som kommer att användas, samt vilken innebörd de kommer att ha i detta dokument.

Med *risk* avses kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser.

*Riskanalys* omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [8,9], dels *riskidentifiering* och dels *riskuppskattning*. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

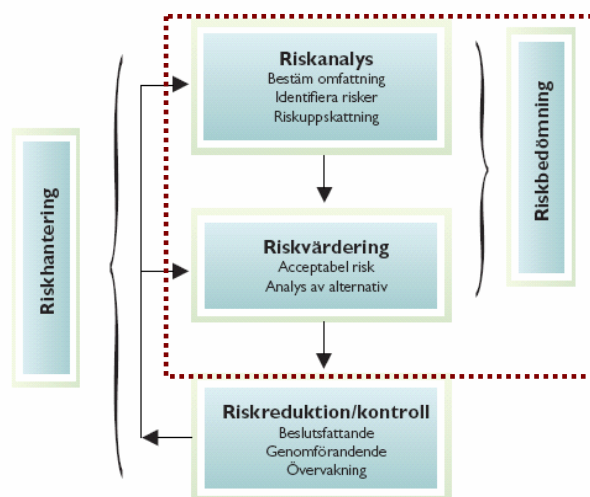
Begreppen *sannolikhet* och *frekvens* används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan dem. Frekvensen uttrycker hur *ofta* något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur *troligt* det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd. Om det i en verksamhet är känt att det inträffar fem bränder under ett genomsnittligt år, är det relativt troligt att det under ett slumpmässigt år inträffar minst en brand. Sannolikheten för att en brand ska uppstå är därmed ganska hög.

Efter att riskerna analyserats görs en *riskvärdering* för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas *riskreduktion/kontroll*. Här fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas. I bästa fall kan riskerna elimineras helt, men oftast är det endast möjligt att reducera dem. En viktig del i riskreduktion/kontroll är att se till att föreslagna riskreducerande åtgärder genomförs och följs upp. Uppföljningen ska göras för att kontrollera om de genomförda åtgärderna reducerar riskbilden tillräckligt.

*Riskhantering* avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/kontroll, se Figur 1, medan *riskbedömning* normalt enbart avser analys och värdering av riskerna.

### 2.2 Metod för riskinventering

För att ta reda på vilka risker som finns i planområdet har området och närliggande områden studerats.



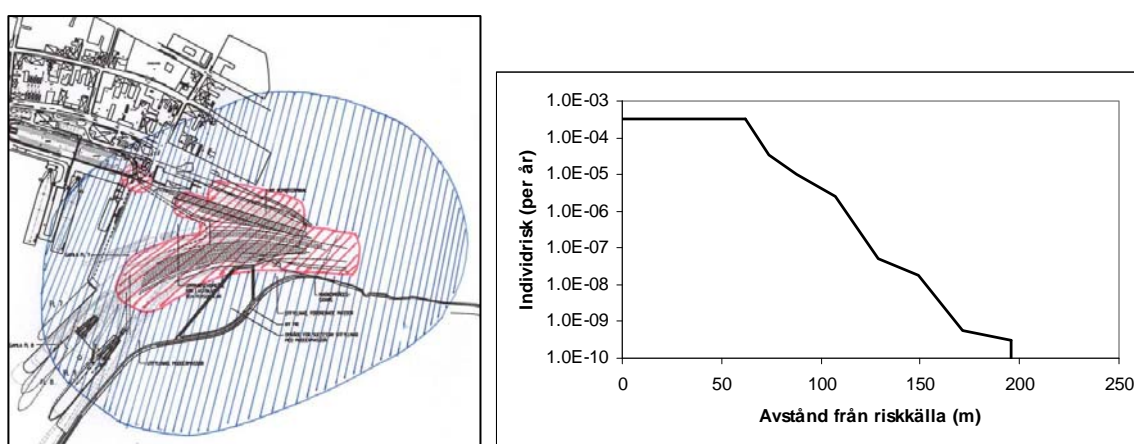
Figur 1. Riskhanteringsprocessen samt omfattning av riskhantering i projektet (punktstreckad linje).

## 2.3 Metod för riskuppskattning

I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttet *individrisk* och *samhällsrisk* använts för att uppskatta risknivå med avseende på identifierade risker.

Med *individrisk* avses sannolikheten (frekvensen) att enskilda individer ska omkomma inom eller i närheten av ett system, d.v.s. frekvensen för att en person som befinner sig på en specifik plats omkommer eller skadas. Individrisken är platsspecifik och tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmålet är att se till så att enskilda individer inte utsätts för icke tolerabla risker. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas i området.

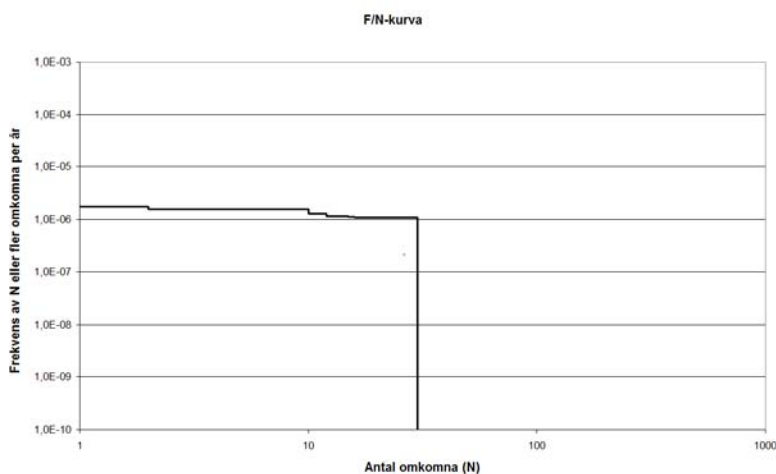
Individrisken kan redovisas i form av så kallade riskkonturer, som visar den förväntade frekvensen för en händelse som orsakar en viss nivå av skada i ett specifikt område eller i form av individriskprofil som visar individrisken som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 2.



Figur 2. T.v. Exempel på individriskkonturer, t.h. exempel på individriskprofil.

Vid användande av riskmålet *samhällsrisk* beaktas även hur stora konsekvenserna kan bli, till följd av skadescenarier, med avseende på antalet personer som påverkas. Då beaktas befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Till skillnad från vid beräkning av individrisk tas även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året.

Samhällsrisken redovisas ofta med en F/N-kurva, se Figur 3, som visar den ackumulerade frekvensen för ett visst utfall, t.ex. antal omkomna till följd av en eller flera olyckor.



Figur 3. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

Fördelen med att använda sig av både individrisk och samhällsrisk vid uppskattning av risknivån i ett område är att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande, samtidigt som det tas hänsyn till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas. Vanligtvis bedöms det dock endast vara lämpligt att nyttja samhällsrisk för områden där bebyggelsestrukturen är relativt bestämd, eftersom det då finns en relativt god uppfattning om befolkningens mängd och persontäthet i det aktuella området. Att använda samhällsrisk för ett område som är i ett tidigt skede av planeringsstadiet kan medföra omfattande osäkerheter i bedömningen av konsekvenser (d.v.s. antal omkomna eller svårt skadade) till följd av respektive skadescenario, då det oftast enbart är möjligt att utföra en grov uppskattning av befolkningssituationen.

Frekvensberäkningar genomförs med hjälp av VTI-metoden och redovisas i bilaga A.

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

## 2.4 Metod för riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur risker upplevs. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

- *Rimlighetsprincipen*: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.
- *Proportionalitetsprincipen*: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
- *Fördelningsprincipen*: Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- *Principen om undvikande av katastrofer*: Om risker realiserats bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

### 2.4.1 Riskkriterier

I Sverige finns inget nationellt beslut över vilka kriterier som skall tillämpas vid riskvärdering inom samhällsbyggnadsprocessen. Det Norske Veritas (DNV) har på uppdrag av Räddningsverket tagit fram förslag på riskkriterier<sup>10</sup> gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens skall inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 4.



Figur 4. Princip för värdering av risk.

Följande förslag till tolkning rekommenderas: <sup>10</sup>

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnad-nytta-analys.
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

För individrisk föreslår Räddningsverket följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan tolereras:  $10^{-5}$  per år
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som små:  $10^{-7}$  per år

För samhällsrisk föreslår Räddningsverket följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:  
 $F=10^{-4}$  per år för  $N=1$  med lutning på F/N-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små:  
 $F=10^{-6}$  per år för  $N=1$  med lutning på F/N-kurva: -1

Ovanstående kriterier används senare i riskvärderingen, för att jämföra med resultatet av riskanalysen för planområdet och bedöma om risknivån är acceptabel. Kriterierna är avpassade för sträckor på 1 km.

## 2.5 Metod för identifiering av möjliga riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som oacceptabel, ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Riskreducerande åtgärder identifieras vid behov utifrån Boverkets rapport *Säkerhetskänsliga åtgärder i detaljplaner*. <sup>11</sup> Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som ger störst bidrag till risknivån, och ett kvalitativt resonemang förs om de olika åtgärdernas riskreducerande effekter på risknivån.

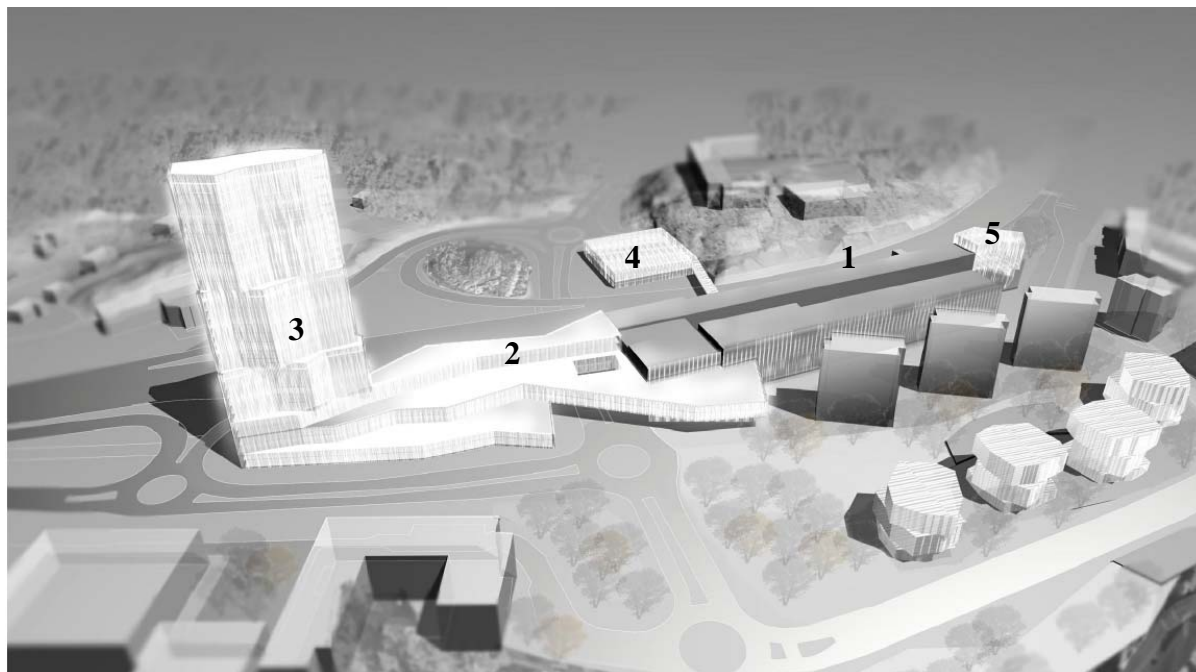
## 3 Förutsättningar

### 3.1 Utbyggnad Mörby Centrum

Figur 5 visar detaljplaneområdet som det ser ut idag samt hur det enligt förslag kommer att byggas ut. Enligt arkitektförslag för förändring av Mörby Centrum ligger befintlig del (1) på ett avstånd av endast ca 5-10 meter från E18<sup>12</sup>. Den tilltänkta tillbyggnaden till Mörby Centrum, benämnd som Affärshuset (2) är placerat ca 13 meter från E18 och skall inrymma parkering, livsmedelsaffär, butiker samt teknikutrymmen. Intill Affärshuset planeras ett 29 våningar högt höghus (3) omfattandes kontor på samtliga plan i den del av byggnaden som vetter ut mot vägen och bostäder på samtliga plan i de västra delarna som vetter bort från vägen. Dessa nya byggnader kommer att länkas samman med befintlig byggnad.

Öster om centrumbebyggelsen planeras ett nytt parkeringshus (4) i 6 våningar direkt bredvid E18. Parkeringshuset kommer att ersätta befintlig bensinstation. Söder om befintlig centrumbyggnad kommer en mindre vinklad byggnad (5) att uppföras med en kort fasad som gränsar mot E18 och en något längre flygel mot väster. Byggnaden utförs med 2 våningar för handel och 8 våningar för kontor.

Nya förutsättningar i förslaget för december 2008 som berör byggnaderna utgörs främst av fasadmaterialet. Generellt kommer entréer och ingångar till byggnaderna vara placerade på den västra sidan, skyddade från E18. Mot vägen placeras infartsramp till parkeringshus samt inlastning. Dessa båda kommer att byggas in med betongkonstruktion för att minimera öppningar in i byggnaden vid den östra fasaden. Vid fasaden mot vägen kommer en entrédörr mot bro från parkeringshuset att uppföras. I övrigt finns inga ytor som uppmuntrar till långvarig vistelse mellan vägen och byggnaderna.



Figur 5 Arkitektskiss över tillbyggnaden och befintligt centrum, sett ifrån väst<sup>12</sup>.

## 3.2 E18

I direkt anslutning till området går E18 som utgörs av körbanor i nordlig och sydlig riktning med 3-4 filer i respektive körriktning. De båda körbanorna mot norr och söder skiljs från varandra genom en betongvall och delar av sträckan kantas av avkörningsräcke, se Figur 6. I samband med utbyggnaden kommer avkörningsskyddet mot byggnaderna att kompletteras. Exakt utformning på avkörningsskyddet är inte fastställt men det förutsätts att det utförs tätt i nederkant för att hindra vätskespill att spridas i riktning mot byggnaden.


E18 utgör en av Sveriges mest trafikerade vägar. Vägverket har statistik över trafiken på många av landets större vägar och för aktuell sträcka finns siffror från 1998. Prognoser för årsmedeldygnstrafiken på E18 förbi området har tagits fram för år 2015 där siffrorna från 1998 räknats upp med 1,5 % per år. För prognosåret 2015 förutsätts trafikflödet därmed vara 88 000 fordon/dygn summerat i båda körriktningarna. Av dessa förutsätts 6 % utgöras av tung trafik<sup>13</sup>. Hastighetsbegränsningen på E18 och dess påfart vid området är flexibel, vilket innebär att den varierar mellan 70-100 km/h beroende på trafiksituation, den lägre hastigheten kommer att gälla vid tät trafik och enligt diskussion med kommunen är det den som skall förutsättas gälla vidare i beräkningarna. I känslighetsanalysen har hastighetsbegränsningen varierats.



Figur 6 Förbi aktuellt område utgörs E18 av 3-4 filer i varje riktning. De båda norr- och södergående körbanorna skiljs åt av en betongvall.

## 3.3 Transport av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods, om dessa inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av en regelsamling som tagits fram i internationell samverkan. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transportererna ska ske, var dessa transporter får färdas och hur godset ska vara emballerat och vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods<sup>14</sup>. Alla dessa regler syftar till att minimera risker vid transport av farligt gods, d.v.s. för att transport av farligt gods inte ska innebära farlig transport.



Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av det så kallade ADR-systemet som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt.

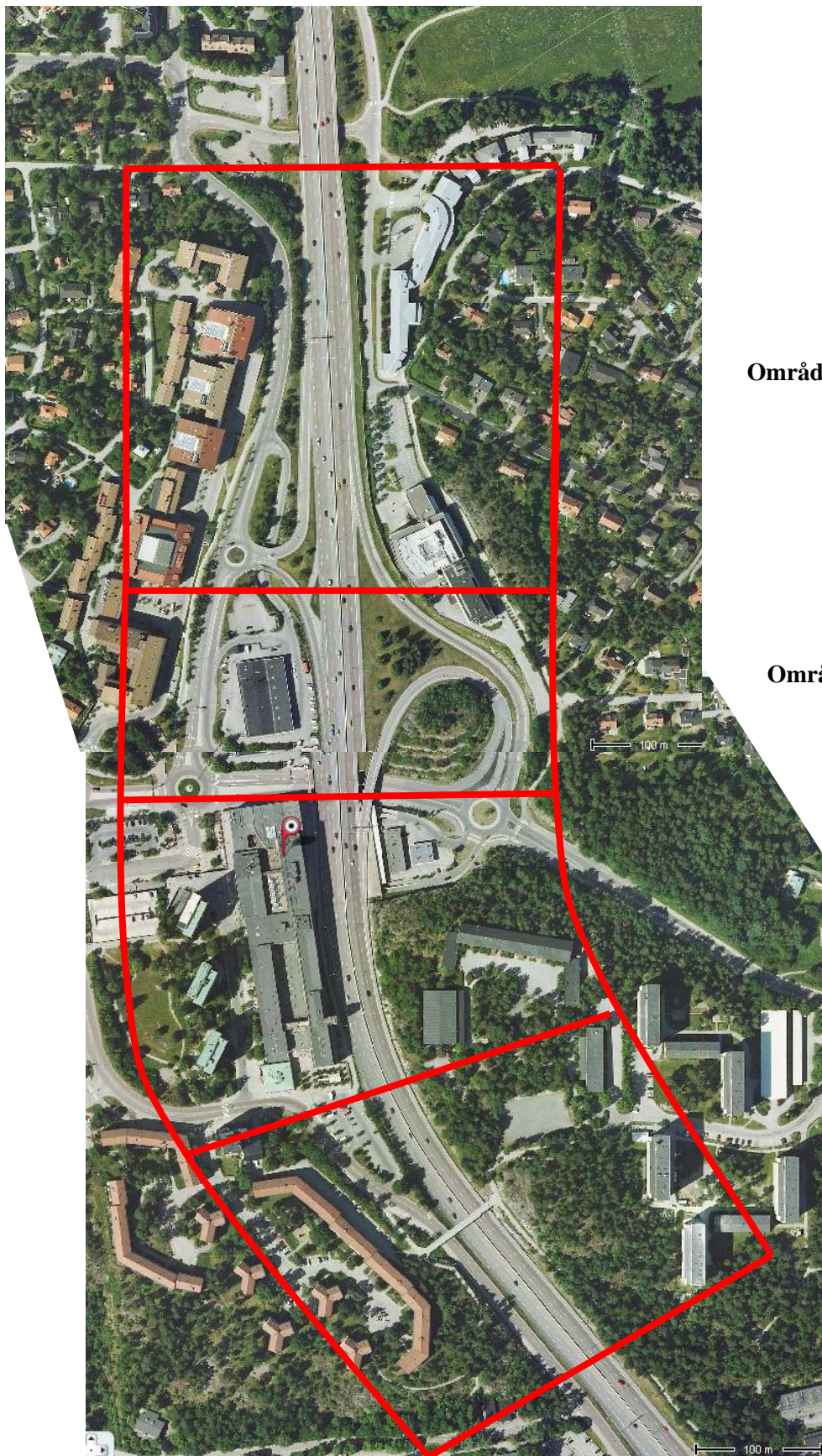
E18 utgör primär transportled för farligt gods, vilket innebär att Vägverket rekommenderar att farligt gods transporteras på denna väg<sup>15</sup>. Det transporteras relativt stora mängder farligt gods och det förekommer transporter av närapå samtliga ADR-klasser. En utförligare beskrivning av de olika klasserna sker i kapitel 5.

### 3.4 Bebyggelsestruktur i området

Vid beräkning av samhällsrisk studeras 1 km<sup>2</sup> av området kring den nya bebyggelsen. En kartläggning av bebyggelsen och verksamheterna närmast vägen har därför gjorts för att vid riskbedömningarna kunna uppskatta personantal och vidare förväntat antal omkomna vid olika olycksscenarier på vägen.

I Figur 7 redovisas fyra olika huvudområden som den studerade kvadratkilometern delats in i. Indelningen är grov och endast en förenkling av utseendet, men bedöms nödvändig för att kunna beräkna risknivåer för ett så stort område. Bedömningen har gjorts att antalet farligt gods-olyckor på vägen som skulle kunna leda till omkomna längre bort än 150 meter från väggkant, är så få att de är försumbara. Detta främst då topografi, skymmande byggnader och andra objekt, m.m. begränsar konsekvenserna på större avstånd.

Verksamheterna söder om Mörby Centrum har något förenklat förutsatts att utgöra bostäder. I höjd med befintlig centrumbebyggelse är verksamheten mestadels handel och kontor väster om vägen medan det öster om vägen finns en skola. Det tredje området utgörs av den nya tillkommande bebyggelsen med handel, höghuset (kontor och bostäder) samt parkeringshuset. Längst i norr har det fjärde området bedömts utgöras av kontorsverksamhet på båda sidor om vägen.



**Område 4 - Kontor**

**Område 3 - Nybyggnad**

**Område 2 - Kontor/  
Handel/Skola**

**Område 1 - Bostäder**

**Figur 7 Förenklad uppdelning av området inom den studerade kilometern.**

## 4 Identifiering av risker

En riskidentifiering i samband med miljöutredningar har tidigare genomförts för området.<sup>16</sup> I den redovisas att de risker som, med avseende på personsäkerhet, kan påverka ny bebyggelse inom 1 km<sup>2</sup> kring planområdet är förknippade med trafiken på E18.

Industrier, bensinstationer eller andra objekt som i sig medför stora risker för aktuellt område har inte identifierats. Transporter till och från riskobjekt i kommunen, som färdas på avfartsvägar från E18 eller angränsande vägar i närheten av utbyggnaderna ( däribland avfartsvägen direkt norr om det planerade höghuset), är få och trafiken på dem låg. Risknivån bedöms därför endast påverkas mycket marginellt av transporter som går enstaka gånger i veckan på de sekundära lederna.

### 4.1 Utsläpp av farligt gods till följd av trafikolycka

Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av det så kallade ADR-systemet. I Tabell 1 redovisas klassindelningen av farligt gods enligt ADR tillsammans med en kortfattad och övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass samt vilka konsekvenser en olycka med respektive klass kan leda till.

Tabell 1 Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvenser vid en olycka<sup>17</sup>

ADR - klass	Kategori ämnen	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning - Liv
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton <sup>18</sup> .	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med uppemot 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma båda inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden.
2	Gaser	Inerta (kväve, argon etc.) oxiderande (syre, ozon, etc.), brandfarliga (acetylen, gasol etc.) och ej brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel, etc. Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar på upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålnings-effekt eller giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 meter för brännskador. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålnings-effekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidslösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor uppemot 150 m.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, sjukhusavfall, sjukdomsalstrande mikroorganismer etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligtvis i små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet <sup>19</sup> (LC50). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån den övergripande beskrivningen av konsekvenserna för olycka med transport av respektive ADR-klass i tabellen, bedöms det enbart vara olycka med fyra av klasserna inblandade som är relevanta att beakta vid uppskattning av risknivån i det aktuella planområdet. Konsekvenserna av olycka med resterande klasser uppskattas vara begränsade till vägområdet vid olycksplatsen och inga personer förväntas omkomma i eller kring de byggnader som denna analys omfattar.

De ADR-klasser som kommer att beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen är därför

- explosiva ämnen (ADR-klass 1),
- gaser (ADR-klass 2),
- brandfarliga vätskor (ADR-klass 3)
- oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-klass 5).

Nedan beskrivs skadescenarier för respektive ADR-klass övergripande och i bilaga A och bilaga B redovisas beräkningar och bedömningar av frekvens och konsekvens för respektive ADR-klass. Dessa ligger till grund för uppskattning av den sammanlagda risknivån.

## 4.2 Transporterade mängder av farligt gods på E18


Under tre månader 1998 utförde Räddningsverket en mätning av mängden farligt gods av respektive klass som transporterades på Sveriges vägar och däribland E18. Under september 2007 utfördes en liknande kartläggning av transporterade mängder farligt gods<sup>20</sup>. Båda undersökningarnas resultat har brister i att de antingen är något inaktuella (som den tidigare) eller att den endast utförts under en månad (som den senare). I och med att det idag inte finns någon anmälningsplikt för transport av farligt gods på Sveriges vägar saknas dock bättre information för aktuell vägsträcka. I Tabell 2 presenteras resultatet från undersökningarna.

**Tabell 2. Transporterade mängder av farligt gods på E18.**

ADR-klass	Kategori ämnen	Transporterad mängd ett kvartal (okt-dec 1998) [ton]	Transporterad mängd (september 2007) [ton/mån]	Använt värde [ton/år]	Uppskattad andel [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	100-200	0-70	670	0,3
2	Gaser - brännbara - giftiga - övriga	10-200	0-1 800 0 0-4 400	5 400 200 13 200	2 0,1 5
3	Brandfarliga vätskor	20 000-50 000	100-16 500	160 000	64
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	0	0-490	1 470	0,6
Övriga	Övriga	70-1300	0-23 780	71 000	28
<b>Summa</b>		<b>20 180-51 700</b>	<b>100 – 47 000</b>	<b>251 940</b>	<b>100</b>

I sammanställningen av mätningarna uppgavs för 1998 att totalt mellan **20 000-50 000 ton** och för 2007 att mellan **100- 33000 ton** transporterades på vägen. Det innebär att välja maxvärdena för respektive scenario i tabellen ovan skulle ge en överdriven bild av flödet (eftersom dessa värden blir 51 700 respektive 47 000 ton). Hänsyn till detta har tagits vid val av värden för beräkningarna. Generellt har mest vikt lagts vid mätningarna från 2007 vid valda värden för de vidare beräkningarna.

För klass 1 och 3 överensstämmer siffrorna relativt väl mellan de olika mätningarna. För de klasserna har därför värden från den mest aktuella mätningen, 2007, använts. Mängderna är där redovisade som



intervall och skillnaden mellan min- och maxvärdena är stora. De använda värdena har ansats till 80 % av maxvärdena i intervallen från 2007.

För klass 2 och 5 är dock skillnaden stor mellan de båda mätningarna. I båda fallen är mängderna mycket små 1998 och inom det lägsta intervallet från de som redovisas år 2007. Värdena som använts har därför valts till 25 % av maxvärdena i intervallet för 2007. Eftersom de valda värdena ändå blir avsevärt högre än de som redovisats för 1998 bedöms dessa ändå konservativa.

Antagna värden visas i en separat kolumn. Resterande klasser bedöms enbart påverka vägområdet vid olycksplatsen och då hänsyn tagits till fasadernas utformning, entréernas placering, etc. bedöms inga personer i byggnaderna omkomma vid dessa scenarier. I tabellen visas även en uppskattning av den ungefärliga procentuella andelen av respektive farligt godsklass.

I känslighetsanalysen (Bilaga D) har några av dessa värden varierats.

### 4.3 Antal transporter med farligt gods på E18

Merparten av transporter med brandfarlig vätska innehåller ca 45-50 ton medan många av transportererna med andra ämnen, exempelvis explosiva ämnen och brandfarliga fasta ämnen, innehåller mängder på under 1 ton. Eftersom brandfarliga vätskor utgör merparten av samtliga transporter antas det därför att en medeltransport av farligt gods innehåller ca 30 ton farligt gods. Beräknat på maxvärdet 251 940 ton/år innebär det att ca 8 400 transporter av farligt gods går på E18 under ett år. Om det antas att fördelningen av farligt godstransporter på E18 är relativt jämnt fördelad över året innebär det att det totala antalet farligt godstransporter på E18 under ett medeldygn blir ca 23 transporter.

Värdet är beräknat utifrån 2007 års mätning. För att ta hänsyn till en ökning av farligt godstransporter till prognosåret 2015 har siffran räknats upp med 1,5 % per år. Detta innebär att ca 26 transporter per dygn förväntas trafikera sträckan, vilket är det värde som nyttjas vid beräkningar vidare i rapporten.

Transporter av samtliga ämnen går alla tider på dygnet. Dygnsfördelningen gällande farligt godstransporter på vägar kring storstäderna uppskattas, efter samtal med transportbolag<sup>21</sup>, till 70-80 % dagtid och 20-30 % kväll/natt. I denna rapport antas 80 % gå dagtid och 20 % gå under kväll/natt. Detta bedöms konservativt då verksamheter i de flesta delar av området endast sker dagtid.

## 5 Uppskattning av risk

I följande kapitel diskuteras hur aktuella förutsättningar påverkar de identifierade riskernas respektive sannolikheter och konsekvenser.

### 5.1 Skadekriterier

Människor i det aktuella området antas kunna omkomma till följd av tre olika typer av scenarier. Vid bedömningar av hur många människor som förväntas omkomma vid respektive olycksscenario används olika skadekriterier. De kriterier som används listas nedan, mer information delges i bilaga B.

1. Explosion (klass 1 och klass 5). Tryck som överstiger 180 kPa kan orsaka ett direkt dödligt tryck för människor som vistas utomhus. Då trycket överstiger 40 kPa kan människor förväntas omkomma på grund av tryckvåg, att byggnader rasar eller till följd av splitter<sup>18</sup>.
2. Giftiga gaser (klass 2.1). Svaveldioxid bedöms vara den giftigaste gasen som transporteras i stora mängder på väg och används därmed som dimensionerade gas. Gränsvärdet för när människor omkommer (IDLH-värdet) uppgår för svaveldioxid till ca 100 ppm<sup>22</sup>.
3. Strålningspåverkan vid olycka med brännbara gaser (klass 2.2) eller brännbara vätskor (klass 3). Det kriterium som används för dessa scenarier är strålningsnivåer på över 15 kW/m<sup>2</sup>.<sup>19</sup> Denna strålningsnivå orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder), och kan leda till brandspridning inom relativt kort tid.<sup>23</sup>

### 5.2 Scenariobeskrivning för respektive klass

Nedan redovisas endast kortfattade resonemang kring sannolikheter och konsekvenser för respektive klass. Ett fördjupat resonemang förs i bilaga A (sannolikheter) och B (konsekvenser).

#### 5.2.1 ADR-klass 1: Explosiva ämnen

Väldigt små mängder av explosiva ämnen transporteras på E18 förbi området. Endast ca 0,3 % av totala antalet farligt godstransporter, eller ca 30 transporter per år går förbi Mörby Centrum enligt uppskattningar.

För att en olycka med transport av explosiva ämnen ska leda till allvarliga konsekvenser för omgivningen kring olycksplatsen bedöms det nödvändigt att godset utgör massexplosiva varor. Andra typer av klass 1-gods som exempelvis ammunition, tårgas, fyrverkerier etc. utgör en del av transporterarna, men bedöms endast leda till konsekvenser vid vägområdet kring olyckan. Vidare är det inte nödvändigt att ämnet läcker ut. Däremot måste det transporterade godset skadas så illa att det exploderar. Detta antas kunna inträffa dels om olyckan leder till fordonsbrand och dels om de mekaniska påkänningarna på fordonet blir tillräckligt stora.

Enligt punkt 1 under avsnitt 5.1 ovan, antas människor i byggnaderna kunna omkomma till följd av lokala ras av byggnader/byggnadsdelar, splitter eller tryckvågor.

#### 5.2.2 ADR-klass 2: Gaser

Denna farligt godsklass delas vanligtvis in i undergrupperna *inerta gaser* (kväve, argon, etc.), *oxidiserande gaser* (syre, ozon, kväveoxider, etc.), *brännbara gaser* (acetylen, gasol, etc.) och *giftiga gaser* (klor, svaveldioxid, ammoniak, etc.). Vanligtvis beaktas enbart de två senare undergrupperna vid ut-

förande av riskanalys då konsekvenserna av utsläpp av inerta och oxiderande gaser inte bedöms påverka områden utanför vägarnas direkta närhet.

Giftiga gaser transporteras normalt på järnväg och på E18 vid området utgör transporter med giftiga gaser endast ca 0,1 % medan brännbara gaser utgör ca 2,0 % av totala antalet transporter.

Vid läckage av giftig gas kan människor både inomhus och utomhus omkomma. Beroende på läckagestorlek vid tanken, väder- och främst vindförhållanden samt öppningar i byggnaden är dock inläckaget till byggnaderna oftast begränsat. Människor inne i byggnader är därför relativt bra skyddade vid denna typ av olycksscenario. Vid brännbara gaser kan människor omkomma till följd av brännskador vid höga strålningsnivåer, se punkt 3 under avsnitt 5.1.

### **5.2.3 ADR-klass 3: Brandfarliga vätskor**

Cirka 65 % av farligt godstransporterna på E18 utgörs av brandfarliga vätskor. Volymmässigt är det petroleumprodukter (bensin och dieselolja) som dominerar transporterna av brandfarliga vätskor. En tankbil (med släp) antas rymma ca 45-50 ton.

För brandfarliga vätskor gäller att dödliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Vid mycket stora pölar kan kritiska nivåer uppstå ca 40 meter från branden. Med tanke på de relativt långsamma händelseförloppen vid dessa scenarier bedöms det dock vara låg sannolikhet för att människor verkligen skall omkomma.

### **5.2.4 ADR-klass 5: Oxiderande ämnen**

Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till konsekvenser i form av omkomna, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända.

Många delhändelser, vardera med låg sannolikhet, skall inträffa för att en olycka med dessa ämnen skall leda till explosion.

## **5.3 Byggnader som påverkas av riskerna vid E18**

Av de ny- och tillbyggnader som planeras inom området är inte alla placerade i direkt anslutning till E18. Flera byggnader i form av bostadshus, planeras även väster om centrumbebyggelsen men avståndet mellan vägen och dessa är ca 150 meter, se Figur 5. Byggnaderna ligger därmed på avstånd från riskkällan (E18) som överstiger de 150 meter som Länsstyrelsen ansatt som gräns för när risker bör beaktas i detaljplaneärenden. Eftersom de dessutom ligger skyddade bakom befintlig och tillkommande bebyggelse vid vägen bedöms inga konsekvenser i form av omkomna uppstå där. Riskanalysen kommer därför inte vidare att behandla dessa byggnader.

För tillbyggnader placerade närmast vägen söder och norr om befintlig centrumbebyggelse, samt parkeringshus öster om vägen bedöms risken bli relativt hög och dessa kommer därför att studeras vidare. De tillkommande byggnaderna som bedöms kunna påverkas vid olycka på E18 presenteras i Tabell 3:<sup>9</sup>

**Tabell 3. Beskrivning av de tillkommande byggnaderna som kan komma att påverkas vid olycka på E18. Siffrorna inom parantes hänvisar till Figur 5.**

Byggnad	Beskrivning
Affärshuset (2)	2-3 plan för handel/kontor samt 3 parkeringsplan. De parkeringsplan som är belägna under den nivå där E18 ligger bedöms ej påverkas av en olycka vid vägen. Det översta planet utförs med strålningskyddande glas, övriga delar av fasaden kommer att vara utförd utan fönster. Eventuellt tillkommer en skalfasad utanför. Denna har dock i beräkningarna inte antagits påverka konsekvenserna något.
Höghuset (3)	På samtliga plan i den del av byggnaden som vetter mot E18 kommer verksamheten att vara kontor. I byggnadens andra halva, som vetter bort från E18 planeras bostäder. Kontor och bostäder skiljs åt via en betongvägg i lägst klass EI 60. Byggnadens utformning gör att plan 1-5 kommer att vara beläget ca 10 meter från påfartsrampen och ca 25 meter från E18. Plan 6 (ca 20 meter ovan vägnivån) och planen däröver är belägna ca 30 meter från E18. Fasaden som vetter mot E18 antas vara utförd med strålningskyddande glas.
Parkeringshus (4)	Betongbyggnad i 6 plan. Fasaden mot E18 kommer att vara utförd utan fönster eller andra större öppningar. Eventuellt utförs fasaden även med ett yttre skal i glas.
Södra tillbyggnaden (5)	Byggnad i 10 våningar av vilka de två understa utgör handel och övriga kontor. Fasaden utförs med normal glasning med strålningskyddande glas upp till 20 meter ovan vägnivå.

## 5.4 Personantal i och kring de tillkommande byggnaderna

För att kunna bedöma hur många som kan förväntas omkomma vid de olika möjliga olycksfallen görs här en uppskattning av persontätheten i de tillkommande byggnaderna. Personantalen i byggnaderna inom de övriga delområdena vid den 1 km långa sträckan av E18 som studeras, redovisas i bilaga C.

Exakt hur lokalerna i byggnaderna kommer att utformas var inte fastslaget då denna riskanalys upprättades och några grova antaganden gällande persontäthet är därför nödvändiga, vilka redovisas nedan.

Data som beskriver förväntat antal personer i olika lokaler, utomhus kring byggnaderna o.s.v. saknas. Personantalet i de olika verksamheterna har därför så långt det är möjligt uppskattats med hjälp av schablonvärden.

En uppskattning av förväntat personantal i byggnaderna som kan påverkas vid en olycka redovisas i Tabell 4 nedan. Observera att det endast är personantalen på en yta längs med fasaden mot E18 och 10 meter in från fasad som redovisas, se vidare resonemang under avsnitt 6.5.1. Personantal i butiker och liknande verksamhet skall enligt schablon dimensioneras för 0,4 pers/m<sup>2</sup> i bottenplan och för 0,2 pers/m<sup>2</sup> på övriga plan<sup>24</sup>. Eftersom inga butiker kommer att vara placerade i bottenplan nyttjas det lägre värdet för alla butiksplan.

För höghuset finns ritningar på ett typplan framtagen där 21 kontorsplatser är inritade inom plan 5. Ändringar kan komma att ske men ett värde på 30 personer per plan i kontorsdelarna bedöms rimligt att anta.

**Tabell 4 Sammanställning över uppskattade personantal i och kring byggnaden.**

Lokal/område		Persontäthet	Area	Beräknat antal personer
Affärshuset	Plan 1 – Parkering	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant
	Plan 2 – Handel	0,2 pers/m <sup>2</sup>	ca 1 000 m <sup>2</sup>	200
	Plan 3 – Handel	0,2 pers/m <sup>2</sup>	ca 1 000 m <sup>2</sup>	200
	Plan 4 – Handel	0,2 pers/m <sup>2</sup>	ca 1 000 m <sup>2</sup>	200
	Plan 5 – Kontor	0,1 pers/m <sup>2</sup>	ca 1 000 m <sup>2</sup>	100
Höghuset	Kontor	ca 20-30 arbetsplatser planeras	6 plan a 30 pers	180
Öster om E18	Parkeringshus	Enstaka personer/plan	6 plan	Ca 20
<b>Totalt</b>				<b>Ca 900</b>

Utomhus planeras inga publika ytor mellan utbyggnaderna och vägen. Vid södra delen av byggnaden finns befintligt en busshållplats där människor kan komma att vistas. Vid busshållplatsen samt vid gångbrygga från parkeringshuset kommer dock ingångar anläggas så att besökare direkt kan ta sig in i byggnaden. Detta bedöms vara en förbättring jämfört med nuvarande utförande, sett ur risksynpunkt, då inga personer kommer att behöva promenera utmed fasaden vid E18 till entréerna.

Samtliga huvudentréer och andra öppna ytor kommer att placeras på den västra sidan av centrumbyggnaden. På gångbron förutsätts människor endast vistas en kort stund innan de når byggnaden och de bedöms dessutom vara något mer skyddade än människor som vistas utomhus i höjd med vägen.

Antalet personer som vistas utomhus på området oskyddade mot risker på E18 har utifrån detta resonemang uppskattats vara mycket få. Maxantalet utomhus kan möjligen komma att vara större under enstaka korta stunder, men några höga värden har inte bedömts rimligt att dimensionera utifrån. I antalet innefattas alltså inte personer som vistas inne på torget där byggnaderna avskärmar mot vägen.

## 5.5 Konsekvenser för personer i och kring byggnader

Konsekvensuppskattningar och konsekvensberäkningar presenteras i bilaga B. I detta avsnitt redovisas de antaganden och förutsättningar som ligger till grund för resultaten i bilagorna.

I och med att en sträcka på 1 km av E18 studeras kommer en olycka på vägen bara att drabba en liten del av den studerade sträckan. En indelning har därför gjorts till fyra delområden se Figur 7. Bebyggelsestrukturen, verksamheterna och därmed även personantalen varierar relativt mycket inom dessa grupper. Konsekvenserna i form av antalet omkomna kommer därför att vara olika beroende på var inom kilometern (i vilket av de fyra delområdena) olyckan inträffar. I detta avsnitt redovisas bara ett av de fyra delområdena, nämligen det med de nya byggnaderna som planeras (affärshuset, höghuset samt parkeringshuset). Övriga tre områden presenteras i bilaga C.

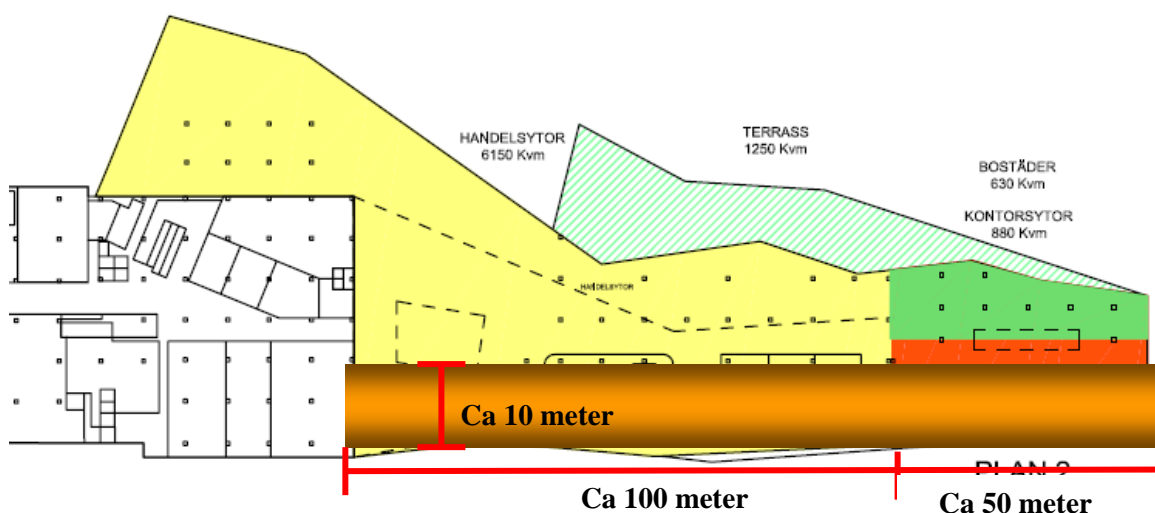
Metodiken/resonemanget kring bedömt antal omkomna är den samma för alla fyra delområden.

### 5.5.1 Delområde 3 – Tillkommande bebyggelse

Vid bedömning av hur stor yta av de olika lokalerna som drabbas, har följande uppskattningar gjorts: Samtliga byggnader bedöms kunna drabbas vid olyckor med spridning av giftig gas samt med explosioner som följd. Där fasaderna utmed E18 är försedda med strålningskyddande glas bedöms conse-

kvenserna vid explosioner bli värre än vid täta fasader. I samtliga fall bedöms personer som befinner sig ca 10 meter in från fasaderna drabbas av olyckorna till följd av ras, tryckvåg eller glassplitter, se Figur 8.<sup>25</sup> Observera dock att samtliga personer inte nödvändigtvis omkommer inom dessa ytor vilket diskuteras nedan.

Vidare bedöms, värmestrålning eller brandspridning inte kunna leda till några omkomna inomhus, detta i och med de täta betongfasaderna alternativt de strålningsskyddande glasen. Vid brandspridning till byggnaderna på annat vis förutsätts byggnaderna vara utförda enligt gällande krav på brandskydd och utrymningsmöjligheter, så att människor hinner utrymma från lokalerna innan kritiska förhållanden uppstår. Detta skall säkerställas vid detaljprojektering av byggnaderna.



Figur 8. Skiss med bedömt riskområde skuggat närmast fasaden. Skissen visar plan 2 i tillbyggnaderna.

Andelen omkomna vid de olika scenarierna som bedömts kunna inträffa presenteras i Tabell 5. Uppskattningarna bygger på ett kvalitativt resonemang eftersom statistik eller erfarenheter kring liknande olycksscenarioer saknas eller endast finns i mycket begränsad omfattning. Nedan redogörs vilka antaganden som gjorts vid de olika olyckstyperna.

### Explosioner

Vid en kraftig explosion (16 ton explosiva ämnen) bedöms ett relativt stort antal människor omkomma till följd av lokala ras eller glassplitter i byggnaden. I Försvarets forskningshandbok<sup>25</sup> med metoder för bedömning av risker uppges att ca 1/3 av människorna 5 meter in från fasaden förväntas omkomma vid kraftiga explosioner. Eftersom påverkanszonen i detta fall ansatts till det dubbla (innebär förändringar vid beräkningar på andra scenarier) halveras istället förväntad andel omkomna till 1/6 (= ca 15-20 %) av människorna som antas vistas i zonen närmast fasaden. Total andel omkomna blir därmed densamma som i referensen. För att ta hänsyn till att konsekvenserna bör skilja sig mellan täta betongfasader och glasfasader antas den lägre siffran i intervallet (15 %) gälla för betongfasaderna och den högre (20 %) gälla för byggnader med glasfasader.

Vid mindre explosioner som kan uppkomma vid olyckor med oxiderande ämnen (klass 5) blir konsekvensområdet mindre. Händelseförloppet är också vanligtvis mycket längre vilket innebär att evakuering av byggnaderna bedömts kunna startas/genomföras innan explosion sker. Därmed bedöms antalet förväntat omkomna bli betydligt mindre.

### Gasutsläpp – Giftig gas

Förväntat antal omkomna vid gasutsläpp baseras på beräkningarna i bilaga B. Värdena för giftig gas i Tabell 5 är något lägre än vad som kan utläsas ur beräkningsresultaten i bilaga B. Detta beror på att

beräkningarna utförts för klor som är den gas som ger de värsta konsekvenserna av alla gaser. I praktiken utgör dock klortransporterna på vägar (körs normalt på järnväg) en mycket liten del av andelen transporter med giftiga gaser. Många av de andra gaserna är mindre giftiga varför det bedöms ge för högt värde att anta omkomna utifrån enbart klorläckage. Den mest giftiga gasen som transporteras i större kvantiteter på vägar bedöms vara svaveldioxid. Andelen omkomna till följd av giftig gas som läckt in i byggnaderna bedöms vara relativt låga vid både mellanstort och stort utsläpp.

Vid stort utsläpp är det möjligt att dödliga koncentrationer skulle uppstå även inne vid torgen väster om centrumbyggnaden där människor kan vistas utomhus. För detta krävs kraftigare vindar som för utsläppet över eller runt byggnaderna vid vägen. Kraftigare vindar leder dock även till att gaser späds ut snabbare och att lägre koncentrationer av gasen tar sig in i byggnader, se tabell b2 - bilaga B. Fler antal omkomna utomhus medför därmed färre antal omkomna inomhus. Förväntat antal omkomna har därför inte justerats med hänsyn till eventuell spridning till torgen väster om byggnaden.

### Gasutsläpp – Brännbar gas

Vid en BLEVE förväntas inte mer än enstaka personer i byggnaderna omkomma tack vara strålningskyddande glas eller täta betongväggar. Att några trots allt omkommer antas då det vid mindre tryckuppbyggnader möjligen skulle kunna leda till att glasen krossas. Även enstaka människor utomhus har förutsatts omkomma vid scenariot. Resonemanget för jetflamma är detsamma med den skillnaden att den inte drabbar ett lika stort område vilket innebär att inte lika många människor kan förväntas drabbas.

### Brand

Vid en pölbrand är konsekvensområdet mindre än vid de båda scenarierna ovan med brännbar gas inblandad, och inga människor bedöms omkomma inomhus. Vid en stor pölbrand är konsekvensområdet ca 30-40 meter från pölens kant och det bedöms möjligt att enstaka person utomhus omkommer till följd av strålningsskador. Vid en eventuell brandspridning till byggnaden, vilket skulle kunna ske vid långvarig exponering, förutsätts människor hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

I Tabell 5 redovisas uppskattningar av antalet omkomna vid respektive olycksscenario.

**Tabell 5. Förväntat antal omkomna vid olika scenarier (bygger på personantal i tabell 4).**

Olyckstyp	Andel omkomna inomhus	Totalt antal omkomna
Kraftig Explosion (klass 1)	Glasfasad – 20 % Betongfasad – 15 %	ca 200
BLEVE (klass 2)	Enstaka personer	5
Giftig gas – stort utsläpp	Ca 5 %	ca 65
Giftig gas – mellanstort utsläpp	Ca 2 %	ca 25
Jetflamma - stor (klass 2)	-	2
Brännbar gas – övriga (klass 2)	-	1
Mindre explosion (klass 5)	Fåtal personer	10
Stor pölbrand (klass 3)	-	1
Liten eller mellanstor pölbrand	-	-

## 6 Resultat

Resultatet från de uppskattningar och beräkningar som genomförts för de identifierade riskerna presenteras i detta kapitel, både i form av individ- och samhällsrisk. Vid objekt som köpcentrum där personantalen är höga bör fokus dock ligga på att studera samhällsrisk. Denna ger en mer relevant bild av risknivån än individrisken i och med att hänsyn till personantal i och kring byggnaderna tas.

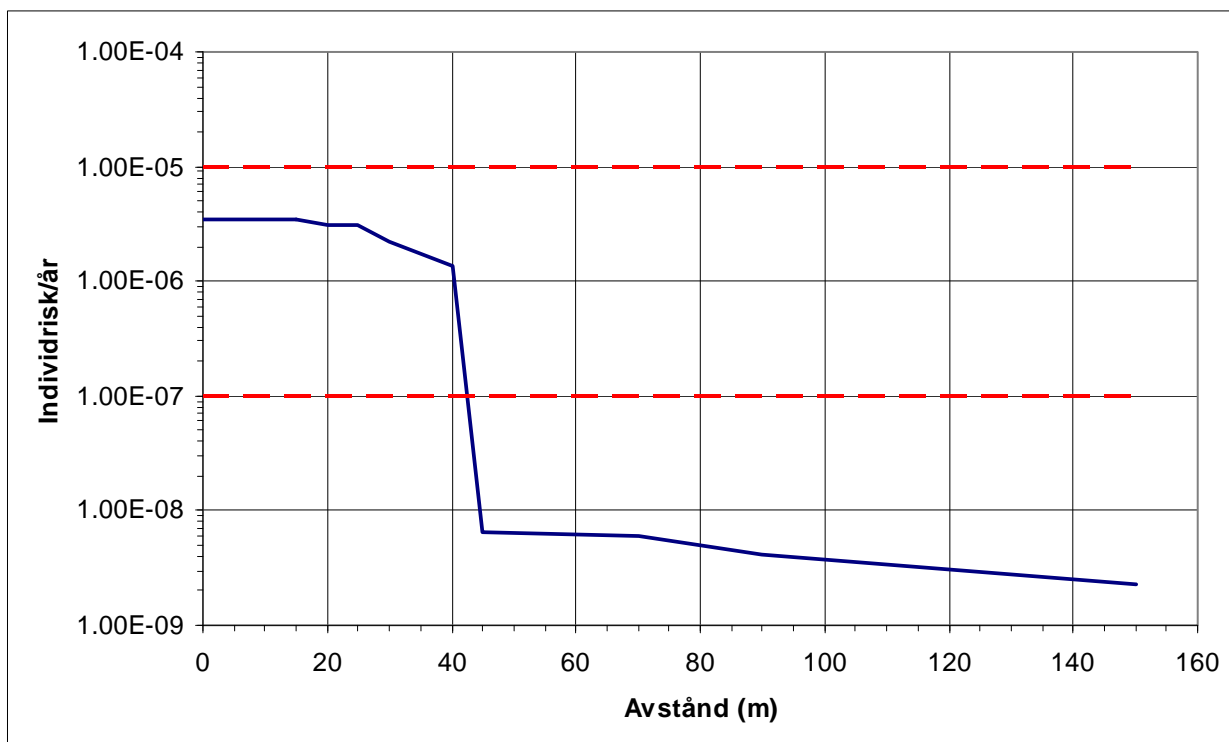
### 6.1 Resultat – Individrisk

I detta avsnitt redovisas den, av de ovan beskrivna riskerna, sammanlagda risknivån för planområdet i form av en individriskprofil (se Figur 9). Individrisken har beräknats utifrån de frekvens- och konsekvensuppskattningar som redovisas i bilaga A respektive bilaga B. Individrisken redovisar den kumulativa frekvensen för att en person ska omkomma om han/hon befinner sig inom ett visst avstånd från riskkällan (i detta fall E18). Detta innebär att en person som befinner sig t.ex. 50 meter från riskkällan, utsätts för risken av samtliga skadescenarier med konsekvensområde som är lika med eller överstiger 50 meter.

Vid frekvensberäkningar i bilaga A har frekvensen för skadescenarier beräknats med avseende på den del av E18 där avståndet mellan väg och byggnad understiger konsekvensområdet för respektive farligtgodsklass. Detta har antagits vara maximalt 150 meter. Konsekvensområdena för några av klasserna (explosiva ämnen samt gaser) överstiger visserligen teoretiskt dessa avstånd men med tanke på skyddande byggnader och objekt i aktuellt området bedöms inte olyckor längre bort än 150 meter från byggnaderna ge upphov till dödliga konsekvenser ens vid dessa klasser.

Utgångspunkt har varit att studera en sträcka av 1 km längs med tillbyggnaderna. För klasser med mindre konsekvensområden är det dock inte relevant att studera hela denna sträcka. Vid framtagande av individrisk beaktas klassernas varierande konsekvensområden genom att frekvensen för scenariot reduceras beroende på hur stor del av den studerade sträckan konsekvensområdet för scenariot berör. Exempelvis för scenariot *utsläpp och antändning av brandfarlig vätska*, vars konsekvensområde bedöms vara maximalt ca 40 meter<sup>1</sup>, innebär detta att endast en sträcka av ca 80 meter (konservativt har dock 100 meter använts) av E18 är aktuell för att uppskatta sannolikhet för olycka (d.v.s. den delen av vägen där avståndet till en punkt på området understiger ca 40 meter). Den totala frekvensen för scenarierna multipliceras i det fallet därför med en faktor 0,1 (100 m/1000 m).

För somliga skadescenarier, t ex gasutsläpp, kan skadeområdet dessutom inte förväntas bli cirkulärt (beroende på vindriktning, vindstyrka, hindrande objekt etc.). Detta leder till att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt avstånd från väg omkommer vid olycka och den ursprungliga frekvensen för scenariot reduceras därför även med avseende på spridningsvinkeln.



**Figur 9. Individeriskprofil med avseende på transport av farligt gods på E18.**

Figuren visar att kurvan befinner sig inom ALARP-området fram till ett avstånd på ca 40 meter från vägen. Därefter är kurvan belägen väl under gränsen för acceptabel risk. De scenarier som bidrar till att risknivån på de korta avstånden från vägen är högre än direkt acceptabel nivå, är uteslutande de med brandfarlig vätska inblandade.

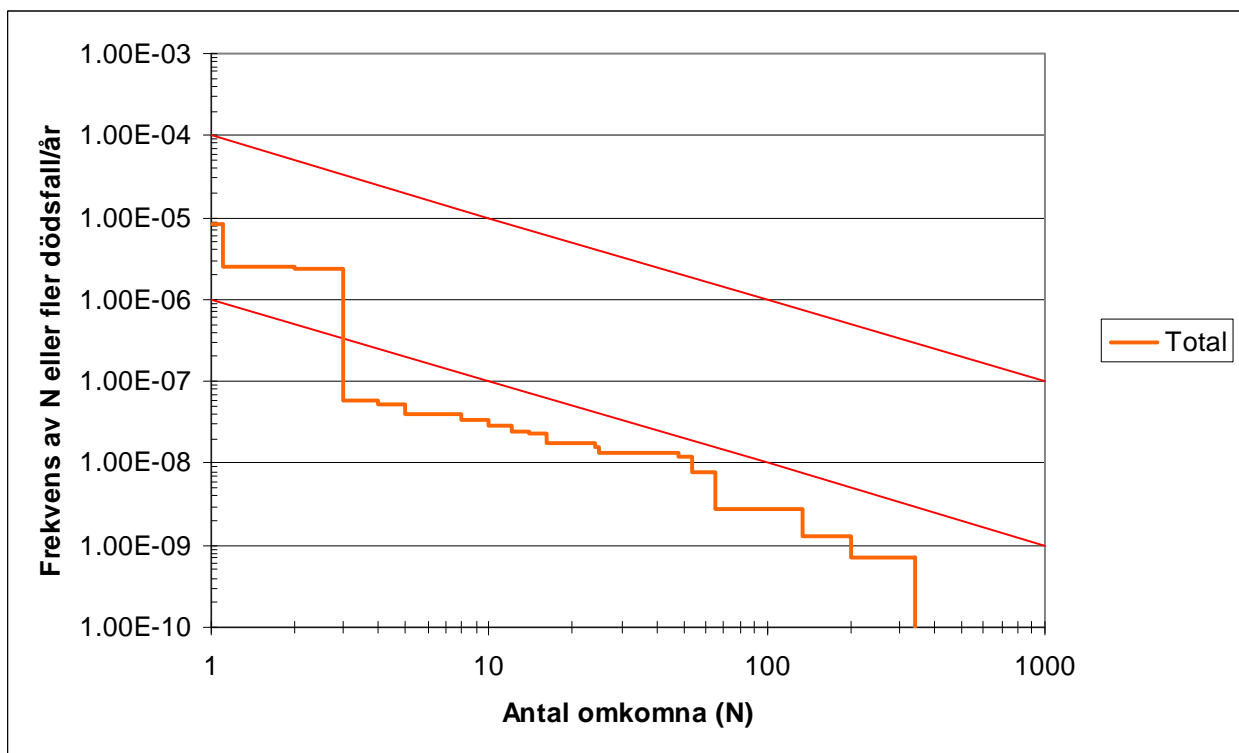
Ingen del av kurvan ligger ovanför gränsen för direkt oacceptabel nivå, se vidare värdering av risknivåerna i kap 7.

## 6.2 Samhällsrisk

I detta avsnitt redovisas samhällsrisken för området. Inom studerat område finns inga andra risker än en farligtgodsolycka på E18 som påverkar samhällsrisken.

Vid beräkning av samhällsrisken har en sträcka av 1 km av E18 i höjd med Mörby centrum studerats.

Vid uppskattning av antalet omkomna har en rad antaganden varit tvungna att göras, se avsnitt 5.3-5.5. Samhällsrisken åskådliggörs nedan. Kurvan ligger endast delvis inom det så kallade ALARP-området och framför allt är det de mest troliga scenarierna med få omkomna (vätskebränder vid oskyddade fassader) som bidrar till att risknivån hamnar där. Vid scenarier där fler än 3 personer bedöms kunna omkomma är risknivån hela tiden belägen under gränsen för direkt acceptabel nivå, se vidare värdering av risknivåerna i kap 7.



Figur 10 Samhällsrisken i planområdet förknippad med transporter av farligt gods på aktuell väg.

## 7 Värdering av risk

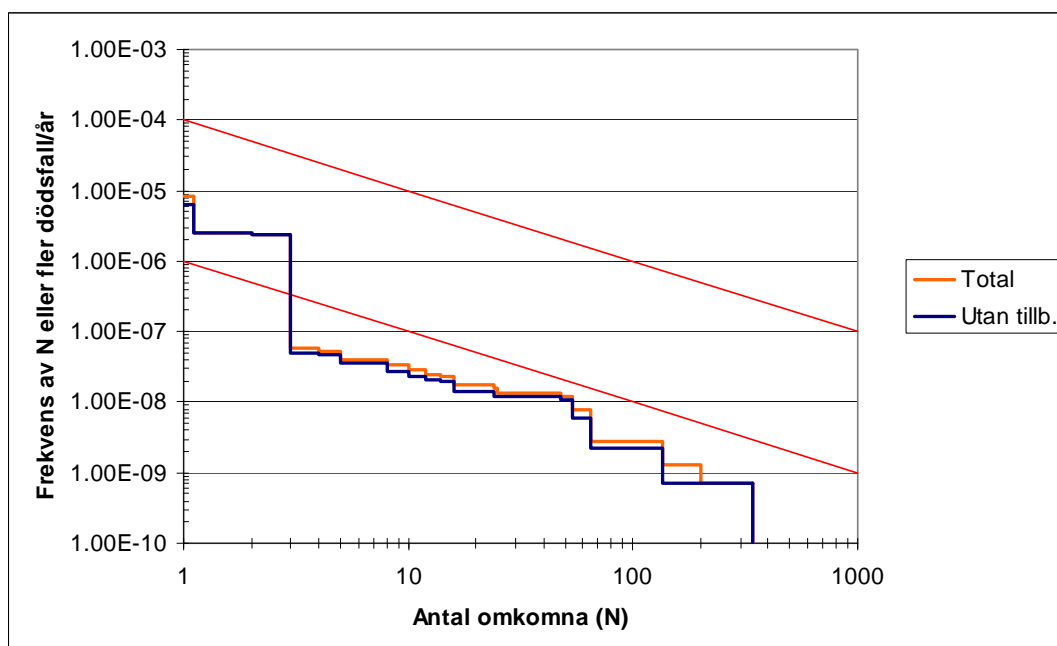
I Figur 9 ovan visas att individrisknivån befinner sig inom ALARP-området fram till ett avstånd på ca 40 meter från vägen. Därefter är kurvan belägen väl under gränsen för acceptabel risk. De scenarier som bidrar till att risknivån på de korta avstånden från vägen är högre än direkt acceptabel nivå, är uteslutande de med brandfarlig vätska inblandade. Detta innebär att riskreducerande åtgärder som vidtas för att sänka individrisken bör fokuseras på dessa scenarier.

De förutsatta åtgärderna i de nya byggnaderna med strålningsskyddande glas samt tät betongfasad innebär att antalet omkomna inomhus till följd av bränder vid vägen minimeras. Eftersom befintliga byggnader inte är försedda med sådana glas är effekten av dessa åtgärder är inte medräknad i den individrisknivå som presenterades i Figur 9.

Om åtgärderna antas medföra att inga människor inomhus i de nya byggnaderna omkommer vid en pölbrand på E18, skulle hela individrisknivån för dem hamna väl under gränsen för direkt acceptabel.

Samhällsriskerna redovisas nedan i Figur 11 tillsammans med ovanstående värderingskriterier. I figuren visas dels total risknivå för 1 km<sup>2</sup> kring tillbyggnaden av Mörby C, och dels nuvarande risknivå utan tillbyggnaderna. Enligt figuren råder en risknivå som är lägre än att den bör ses som direkt oacceptabel. Den överstiger dock till viss del 10<sup>-6</sup> per år vilket är gränsen för direkt acceptabla nivåer. Samhällsriskerna hamnar alltså delvis inom ALARP-området, vilket innebär att riskreducerande åtgärder skall vidtas om kostnaden anses vara proportionerlig i förhållande till den riskreducerande effekten.

I figuren syns det tydligt att det bidrag som tillbyggnaderna medför till den totala risken i området är mycket litet. Istället är det framför allt den befintliga centrumbebyggelsens riskbidrag som är dimensionerande i området. Att utföra ytterligare riskreducerande åtgärder vid den tillkommande bebyggelsen bedöms därmed inte relevant för att sänka samhällsriskerna i området. Istället är det i så fall vid befintlig handelsbebyggelse som åtgärder bör prioriteras.



Figur 11. Samhällsriskerna totalt för området med respektive utan tillbyggnaderna vid Mörby C.

## 8 Diskussion och slutsatser

Enligt avsnitt 7 är risknivån i området som ligger i direkt närhet till vägen sådan att den delvis hamnar mellan gränserna för vad som kan anses vara oacceptabelt höga risker och de som kan anses vara små eller acceptabla risker (ALARP-området). Ett vidare resonemang kring osäkerheter i resultaten samt rimlighet kring ytterligare åtgärder förs därför i detta kapitel.

### 8.1 Osäkerheter i resultaten

Att riskerna inte helt hamnar under gränsen för acceptabel risknivå trots att flera riskreducerande åtgärder förutsatts i analysen (avåkningsskydd, strålningsskyddande fasadglas, få publika ytor vid vägen etc.), beror främst på det korta avståndet mellan byggnaderna och vägen samt på att trafiken på E18 förbi området är hög. Dessutom är sträckan utmed vägen inom vilken en olycka kan få konsekvenser för byggnaderna lång. Själva grundsannolikheten för att en olycka med fordon för farligt gods inblandat skall inträffa utmed byggnaderna är därför hög, vilket främst bidrar till att höja den totala risken.

I en kvantitativ riskanalys där en individ- eller samhällsrisk skall beräknas är det nödvändigt att kvantifiera ett antal faktorer trots att statistik och relevanta referenser saknas. I Sverige har mycket få farligt gods-olyckor med allvarliga konsekvenser inträffat varför det i vissa fall råder stor osäkerhet kring sannolikheter och konsekvenser. Antaganden måste då göras baserade på litteratur, tidigare liknande erfarenheter samt bedömningar utifrån de specifika förutsättningarna. De antaganden som gjorts är generellt konservativt gjorda för att på så sätt undvika att den totala risken underskattas och därmed vara på den säkra sidan vid exempelvis riskvärdering. Resultaten som presenteras i en kvantitativ riskanalys är därför inte exakta utan tenderar oftast att överskattas något. För att få en uppskattning om vilka antaganden som gjorts och hur mycket de leder till att risken eventuellt under- eller överskattas, förs här ett resonemang kring några av faktorerna som ligger till grund för resultaten.

- Antalet personer i byggnader som kan komma att drabbas i samband med en olycka är beräknat utifrån schablonvärden för olika typer av verksamheter. Schablonvärdena används ur risksynpunkt vanligtvis främst för att dimensionera utrymningsmöjligheter från lokaler (dörrbredder, gångtider etc.). Värdena är framtagna för att ge en bild av ogynnsamma förhållanden avseende personantal som kan råda i lokalerna vid speciella, men troliga tillfällen. För butiker kan detta vara helgrealisationer, julhandel, jippon, etc. Värdena som beräknas tenderar därför att grovt överskatta antalet personer vid normal verksamhet. Att beräkna antalet omkomna utifrån det maxantal personer som kan komma att vistas i lokalerna, vilket är gjort i analysen, leder därmed i slutändan till att samhällsriskens överskattas.
- Hur personerna är utspridda i lokalen påverkar också resultatet i form av antalet omkomna. I analysen antas personerna vara jämnt utspridda medan det i verkligheten kan förväntas vistas färre personer utmed väggarna i butikerna och fler centralt vid gångstråk och entréer.
- Hur stor del av byggnaderna som drabbas vid exempelvis explosioner är svårt att förutspå. I analysen har det förutsatts att personer som vistas 10 meter in från fasad kan komma att omkomma till följd av ras, splitter, tryckvåg etc. Vid framför allt affärshuset där fasaden mot E18 utgörs av en tät kraftig betongvägg är det troligt att detta antagande överskattar risken.

Även vid händelseförloppen för de olika olyckorna har ett antal antaganden varit tvungna att göras. Detta då statistik eller referenser saknas på grund av att så få olyckor inträffat i Sverige med stora konsekvenser som följd. Några av antagandena som gjorts redovisas nedan. De bedöms vara rejält konservativa, dock inte orimliga.

- Var fjärde olycka som leder till läckage av oxiderande ämnen (klass 5) antas även leda till att ämnet blandas med organiskt material och ge en explosiv blandning på ca 3 ton (se Bilaga A, avsnitt A.2.4).
- 25 % av alla olyckor med explosiva ämnen där fordonet antänds antas leda till explosion (se Bilaga A, avsnitt A 2.1).
- Samtliga vätskor inom ADR-klass 3 förutsätts vara bensin, många betydligt mindre farliga brandfarliga vätskor transporteras på E18 (exempelvis diesel, eldningsolja, etc.).
- Alla transporter med giftig gas antas innehålla svaveldioxid, många betydligt mindre farliga gaser transporteras normalt på vägarna.

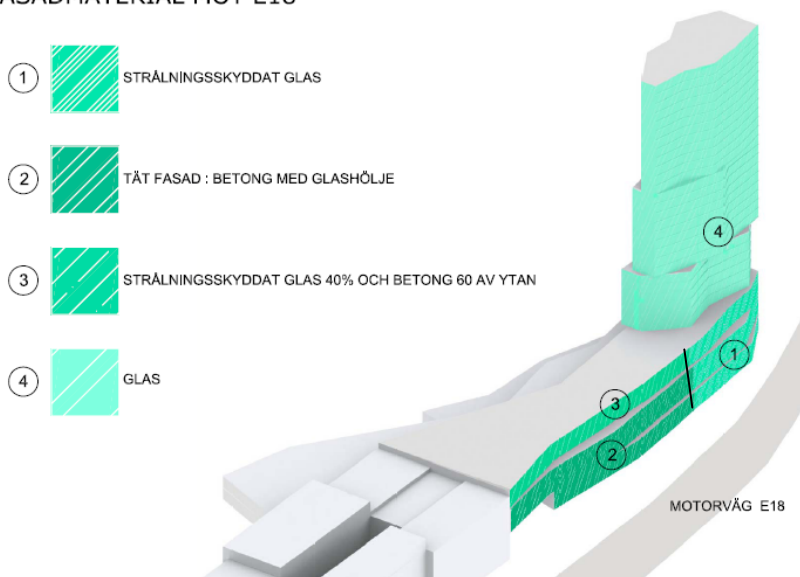
Ett antal antaganden som varit mindre konservativa har också gjorts. För att försäkra att en underskattning vid dessa antaganden inte får stora konsekvenser när risknivån beräknas, genomförs även en övergripande känslighetsanalys som redovisas i bilaga D.

## 8.2 Riskreducerande åtgärder som utgör en förutsättning i analysen

Vid många riskutredningar beräknas risknivåerna utifrån ett grundförslag där liten hänsyn till riskerna i området tagits. Som en slutsats i riskutredningarna föreslås sedan ett antal åtgärder som skulle kunna sänka risknivåerna för de studerade byggnaderna. I detta fall har riskerna varit kända innan varför ett flertal åtgärder redan funnits med som förutsättningar till riskutredningen. Hänsyn har därför i riskberäkningarna tagits till dessa planerade åtgärder. De viktigaste som planerats är:

- **Avåkningsskydd** – Från ca 50 meter norr om och fram till där tillbyggnaderna slutar i söder skall det uppföras ett avåkningsskydd. Skyddets primära syfte är att hindra personfordon från att köra av vägbanan in i byggnaden. Syftet är vidare att hindra vätskespill från att sprida sig i riktning mot byggnaden. Det skall därmed vara tätt i nederkant (förslagsvis likt befintligt skydd, se Figur 6). Med hänsyn till kostnad för och riskreducerande effekt av avåkningsskyddet bedöms det inte behöva utföras med särskilda egenskaper för att klara tunga fordon.
- **Tät betongfasad** – Fasaden vid Affärshuset utförs med tät betongfasad alternativt med en kombination av betong och strålningsskyddande glas. Fasaden i parkeringshuset öster om E18 utförs med tät betongfasad, se Figur 12.

### FASADMATERIAL MOT E18



Figur 12. Fasadmaterial vid tillbyggnader

- **Strålningsskyddande glas (se figur nedan)** – Fasaden vid höghuset skall utföras med glas i lägst klass EI 30 upp till en höjd av 20 meter ovanför vägbanan. Beräkningar visar att flamhöjden vid en bensinbrand på ca 400 m<sup>2</sup> (pöldiameter = 23 m) uppgår till knappt 25 meter.<sup>1</sup> I toppen av flammen är dock strålningen avsevärt reducerad samtidigt som våningarna i höghuset över 20 meter är belägna längre ifrån vägen än underliggande plan (ca 30 meter). Strålningsskyddande glas upp till 20 meter ovan vägbanan har därför ansetts vara en rimlig nivå.

Glas i klass EI 30 bedöms tillräckligt då dess syfte är att skydda människor i det initiala skedet av en brand. Evakuering av de kritiska planen i byggnaden bedöms kunna utföras inom 30 minuter från brandstart. Glasen skall inte primärt utgöra egendomsskydd d.v.s. hindra brandspridning till byggnaden vid långa brandförlopp.

- **Inga öppningar i fasad mot vägen** – Entréer, terrasser, ventilationsintag, etc. har placerats vid fasaderna som vetter bort från vägen. Mot vägen kommer godsintag samt infart till parkeringsplan att finnas. Dessa infarter/öppningar kommer därför att byggas in med betong för att minimera risken för spridning av gaser etc. in i byggnaden.
- **Betongvägg mellan kontor och bostäder** – Bostäderna i höghuset placeras i den del av byggnaden som vetter bort från vägen. I och med byggnadsklass samt olika verksamheter ställer BBR (Boverkets Byggregler) krav på att en brandcellsgräns i klass EI 60 uppförs mellan utrymmena. Om denna vägg uppförs i betong bedöms skyddet mot explosioner vara tillräckligt. Någon verifiering av vilka tryck (dimensionerande mängder explosiva varor) som en sådan vägg klarar inne i byggnaden utförs inte. Utförandet har endast genom diskussioner med länsstyrelsen bedöms utgöra ett rimligt skydd.<sup>26</sup>

### 8.3 Ytterligare riskreducerande åtgärder

För att reducera riskerna med farligt godsolyckor för personer som vistas i området kan man antingen minska sannolikheten för att en olycka med potential att påverka området inträffar och/eller minska konsekvenserna av en sådan olycka. Detta sker vanligtvis genom att avståndet mellan riskkälla (E18) och skyddsobjekt (tillbyggnader) ökas alternativt att tekniska åtgärder genomförs. De kostnader som är förknippade med de olika åtgärderna varierar dock kraftigt liksom dess riskreducerande effekt. Det är därför viktigt att rimligheten mellan kostnaden för åtgärden och hur mycket åtgärden verkligen påverkar risken utreds<sup>22</sup>.

Avseende rimlighet mellan olika åtgärder bör det föras diskussioner angående begreppet *acceptabel risk*. Begreppet *acceptabel risk* kan variera beroende av vilken typ av bebyggelse som planeras i ett planområde. Den undre av kriteriegränserna (10<sup>-6</sup> per år vid samhällsrisk) nyttjas vanligtvis för platser där påverkan från externa risker (t ex förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg, som t.ex. vid bostäder. Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors-, restaurang och butiksverksamheter, mycket beroende på att personer är vakna i dessa verksamheter. Uppskattningsvis är det möjligt att tolerera dessa typer av verksamheter inom ett avstånd från en riskkälla där risknivån överstiger den som enligt angivna kriterier betraktas som låg risk (10<sup>-6</sup> per år). Risknivån bör dock ej överstiga den som enligt kriterierna betraktas som övre gräns för områden där risker under vissa förutsättningar kan tolereras (10<sup>-4</sup> per år).

Vid val av en riskreducerande åtgärd bör man dessutom beakta riskbidraget för de skadescenarier som åtgärden syftar till att reducera. Att reducera ett skadescenario, vars riskbidrag är så litet att det ej bedöms medföra att risknivån hamnar över angivna värderingskriterier är inte rimligt. De skadescenarier som främst bör beaktas vid vidtagande av åtgärder är istället de scenarier som utgör den huvudsakliga orsaken till att risknivån ligger högt.

## 8.4 Slutsatser

Nedan redovisas ett antal slutsatser i punktform:

- De scenarier som bidrar mest till att höja samhällsrisknivån i studerat område är olyckor med brandfarlig vätska (ADR-klass 3) i höjd med befintligt köpcentrum. Detta då denna klass är den klart mest transporterade på E18 samt att fasaden vid befintlig köpcentrum delvis utgörs av fönster som inte är utförda i någon skyddsklass.
- Att införa ytterligare riskreducerande åtgärder vid den tillkommande bebyggelsen än vad som utgör en förutsättning i analysen, bedöms utifrån resultatet inte rimligt då detta endast skulle sänka den totala samhällsrisknivån för området mycket marginellt.
- Åtgärder bör i så fall utföras vid fasaden mot E18 i befintligt köpcentrum, eftersom detta skulle ge mest effekt på samhällsrisken. Framför allt är det åtgärder mot vätskebränder som ger mest effekt på samhällsrisken.
- På grund av att antaganden i analysen generellt gjorts konservativa bedöms det troligt att risken är överskattad snarare än underskattad.
- För att få ett säkrare resultat skulle främst bättre statistik/prognoser kring antal godstransporter på sträckan samt uppskattningar kring personantal i byggnadens olika delar krävas.
- Beräkningar i känslighetsanalysen visar att ökningarna (av antalet farligt gods-transporter med 20 %, antalet omkomna vid samtliga olycks scenarier med 30 % samt antalet transporter med explosiva ämnen samt med giftiga gaser med 100 %) påverkar risknivån men inte mer än att den fortfarande till största delen är belägen under nivån för direkt acceptabla risker. De antaganden som gjorts bedöms därmed inte vara avgörande för resultatet i analysen.

## Bilaga A – Frekvensberäkningar

I Räddningsverkets *Farligt gods – riskbedömning vid transport* ges metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt godstransport.<sup>8</sup>

Denna riskanalysmetod för transporter av farligt gods på väg och järnväg (VTI-metoden) analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt godsolycka på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, dels att använda olycksstatistik för sträckan, dels att skatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägavsnittet. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek samvarierar med ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning. Med hjälp av *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp* kan följande parametrar bestämmas: olyckskvoten, andel singelolyckor och index för farligt godsolyckor (se nedan).

### A.1 Trafikolycka

E18 utgör en av Sveriges mest trafikerade vägar. Enligt prognos för år 2015 förväntas ca 88 000 fordon/dygn summerat i båda köriktningarna trafikera vägen.<sup>10</sup> Den sträcka av E18 som studeras är 1 km. Det totala trafikarbetet på den aktuella sträckan blir då:

$$88\,000 \text{ (fordon/dygn)} \cdot 365 \text{ (dygn)} \cdot 1 \text{ (km)} = 32\,120\,000 \text{ fordonskilometer per år}$$

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \cdot \text{Totalt trafikarbete} \cdot 10^{-6}$$

Där indata för olyckskvoten kommer från *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp*. E18 utgörs av motorväg med flexibel hastighetsbegränsning vilket innebär den varierar mellan 70-90 km/h beroende på framför allt trafiktäthet. Två olika klassificeringar som leder till olika olyckskvoter skulle därmed kunna passa in på vägavsnittet, nämligen:

- Landsbygd med hastighetsgräns 90 km/h vilket ger olyckskvot = 0,32 och
- Tätort med hastighetsgräns 70 km/h vilket ger olyckskvot = 0,60

Det bedöms mest troligt att den lägre hastighetsbegränsningen råder under dagtid då trafiken på vägen är som tätast. Under denna tid är också personbelastningen i byggnaderna som högst. Vidare i beräkningarna används därför värden för *motorväg/flerfältsväg i tätort med hastighetsgräns 70 km/h*.

Nedan beräknas det förväntade antalet fordonsolyckor med avseende på ovanstående trafikarbete.

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = 0,6 \cdot 32\,120\,000 \cdot 10^{-6} = 19,3 \text{ olyckor per år}$$

### A.2 Trafikolycka med transport av farligt gods

Följande ekvation används för att beräkna frekvensen för antal förväntade fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor:

$$\text{Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$$

där  $X$  = Andelen transporter skyltade med farligt gods  
 $Y$  = Andelen singelolyckor på vägdelen

Enligt avsnitt 4.3 är förväntat antal farligt godstransporter beräknade till 26 st/dygn för år 2015.

Då det förutsätts 5 300 tunga fordon per dygn innebär det att ca 0,5 % av den tunga trafiken utgörs av transporter av farligt gods. Andelen transporter skyltade med farligt gods av det totala trafikflödet blir alltså maximalt:

$$X = \frac{26}{88000} = 0,0003 = 0,03 \%$$

Uppskattad andel singelolyckor ( $Y$ ) kommer från *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp* och är för E18 som utgörs av motorväg i tätort med hastighetsgräns 70 km/h är 0,30.

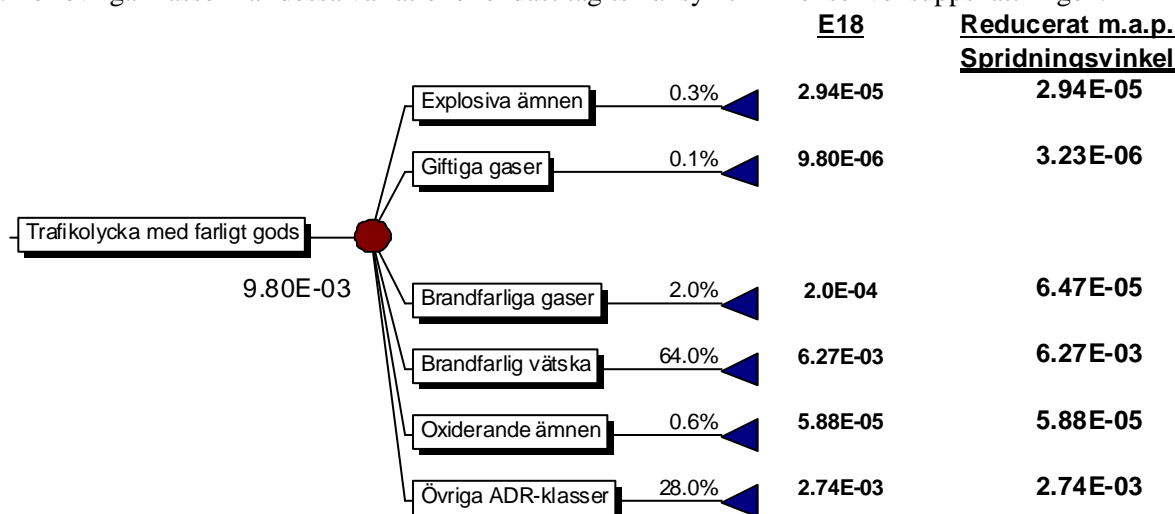
*Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =*

$$19,3 \cdot ((0,0003 \cdot 0,3) + (1 - 0,3) \cdot (2 \cdot 0,0003 - 0,0003^2)) = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ per år}$$

Index för farligt godsolyckor innebär sannolikheten för att en trafikolycka med ett farligt gods-skylat fordon resulterar i ett läckage eller motsvarande, och kommer att användas senare för respektive farligt godsklass. För E18 uppskattas index för farligt godsolyckor vara 13 % enligt *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp*.

De farligt godsklasser som studeras, avseende frekvens för olycka och utsläpp har avgränsats till de som bedöms kunna påverka personsäkerheten i den planerade bebyggelsen, nämligen klass 1, 2, 3 och 5. Den beräknade frekvensen reduceras med avseende på spridningsvinkel (vindförhållanden). I detta fall är det konservativt endast gaser som antagits påverkas av vindförhållandena. Spridning har i en tredjedel av fallen förutsatts ske i riktning mot byggnader på ena sidan vägen (gäller även riktning på jetflamma).

Inom godsklassen gaser (klass 2) varierar konsekvensområdet mycket beroende på vilket scenario som inträffar (jetflamma, gasmoln eller BLEVE). Detta har tagits hänsyn till i frekvensberäkningarna genom att frekvenserna brutits ner ytterligare och justerats utifrån respektive scenarios konsekvensområde. För övriga klasser har dessa variationer endast tagits hänsyn till i konsekvensuppskattningen.



Figur A.1 Händelseträd med sannolikhet för respektive farligt godsklass om farligt godsolycka inträffar på den aktuella vägsträckan av E18. Sannolikheten har här räknats om med tanke på spridningsvinkel.

I följande avsnitt redovisas frekvensberäkningar för respektive aktuell farligt godsklass. Resultaten presenteras i händelsetråd där de färgade rutorna i slutet på trädet visar de händelser som bedömts kunna leda till konsekvenser för personer i området.

### A.2.1 Explosiva ämnen

Explosiva ämnen utgör en mycket liten del, ca 0,3 %, av den totala mängden farligt gods som transporteras på E18. Maximalt tillåten mängd explosiva ämnen på väg är enligt ovan 16 ton. Enligt tabell 5.2 rör det sig om uppskattningsvis ca 600-700 ton per år. Då det inte finns någon anmälningsplikt kring vilken typ av gods som körs eller vilka mängder som transporteras saknas statistik kring denna typ av transporter. Det antas dock vara osannolikt att merparten fordon med explosiva ämnen transporterar stora mängder. Enligt samtal med Räddningsverket samt speditiionsfirmor<sup>27</sup> bedöms antalet transporter med stora mängder massexplosiva ämnen endast utgöras av någon procent. Vidare i beräkningarna antas därför 2 % vara maximalt lastade. För små mängder massexplosiva ämnen, ca 10-100 kg, samt för andra typer av explosiva ämnen än massexplosiva, bedöms konsekvensområdet begränsas till vägområdet och påverkar därför inte planområdet i sådan omfattning att människor i eller kring byggnaderna kan förväntas omkomma.

Detonation av sprängämnen kan vid en olycka ske antingen på grund av att en brand uppstår som sprider sig till lasten eller att lasten utsätts för kraftiga stötar. Nedan beskrivs scenarierna vidare.

#### Brand

Då energi i form av värme kan leda till deflagration beaktas brand som möjlig initiator till en explosion. Baserat på uppgifter från VTI antas 0,4 % av olyckor med tunga fordon leda till brand<sup>28, 29</sup>. I samband med brand i fordon visar en fransk studie att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats medan resterande bränder släcks av räddningstjänsten. Släckning antas ske med hjälp av släckutrustning som fordon för transport av klass 1-varor alltid måste vara utrustade med. Då osäkerheter råder kring inom vilken tid räddningstjänsten kan vara på plats kan ingen slutsats dras om att branden inte kan påverka lasten. Vid transporter med över 1 000 kg (Ex3-fordon) förvaras godset i brandklassade skåp som skall motverka brandspridning från utomstående brand. Detta medför att det är troligt att även bland bränderna som inte kunde släckas, är det en liten andel som når godset. Sannolikheten för att en brand som uppstått även når godset och leder till detonation bedöms konservativt vara 25 %.

#### Stöt

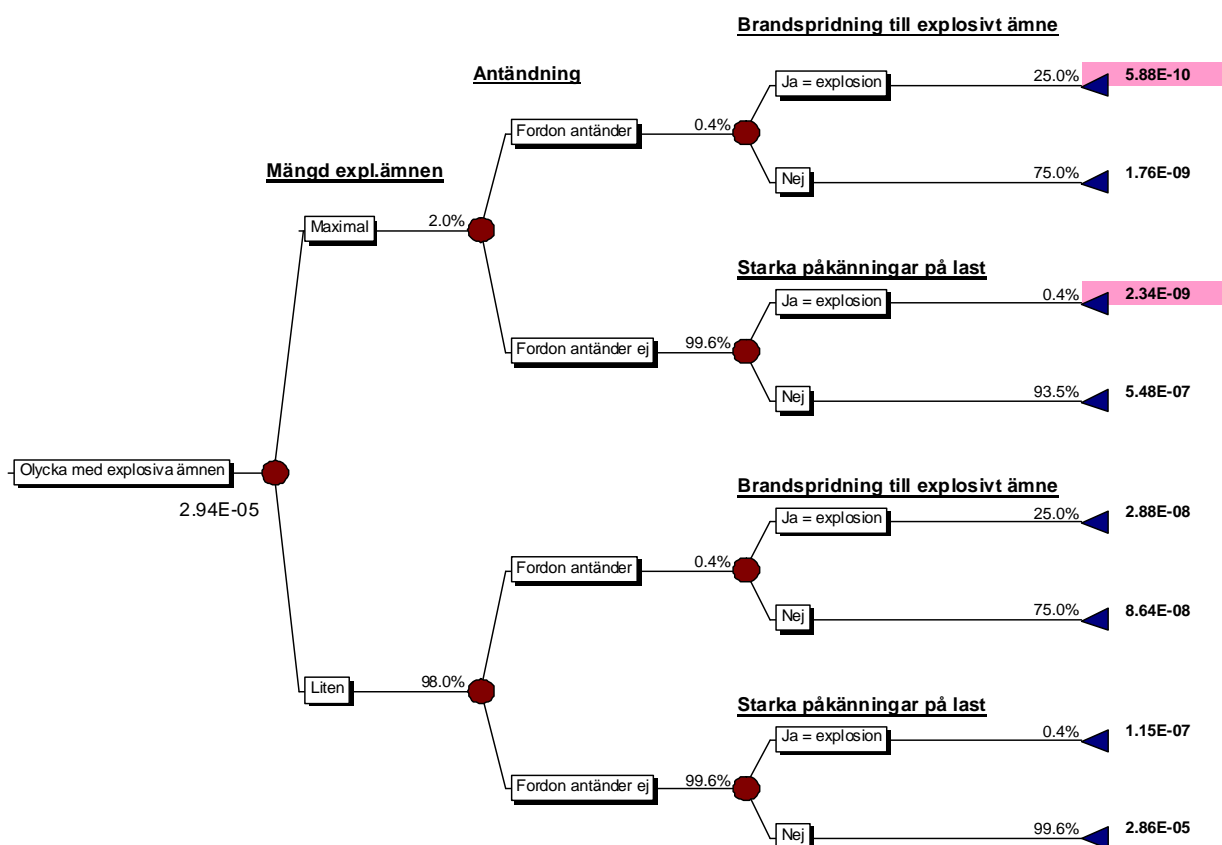
Med stöt avses sådan stöt som har den intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Kring detta råder en del oklarheter. I viss litteratur skrivs att det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s, vilket motsvarar projektiler från vapen.<sup>30</sup> Till skillnad från brand finns i dag ingen känd forskning angående hur stort krockvåld som behövs för att initiera det fraktade godset. Moderna lastbilar i sig är noggrant testade och utformas så att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner. Det finns olika typer av tester för att klassificera explosivämnen. Ett av dessa är slaghammartest där den energi som krävs för att detonation skall ske kan beräknas. Med stöd av testerna kan det slås fast att det ska till ett mycket stort krockvåld för att komma upp i den energimängd som krävs för initiering och att sannolikheten för en sådan olycka inte bedöms vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en kollision, dvs. 0,4 %. Att sannolikheten ändå antas vara så hög är att det kan förekomma olyckliga omständigheter där transporterarna inte sker på rätt sätt mm.

Människor tål tryck förhållandevis bra och det lägsta tryck där direkt dödliga skador kan uppstå är ca 180 kPa tryck.<sup>21</sup> Detta kan jämföras med kritiska tryck för byggnader där gränsen för raserade byggnadsdelar går vid:<sup>18</sup>

- 4,5 kPa för glasrutor, 3 mm tjock 1×1 meter,
- 10 kPa för träbyggnader och hallbyggnader av plåt,
- 20 kPa för tegelbyggnader och äldre betongbyggnader, och
- 40 kPa för nyare betongbyggnader med väl sammanhållande stomme

Det antas att den nya byggnadens stomme/bärverk utförs så att den klarar 40 kPa. Vid en explosion av 16 ton massexplosiva ämnen kan direkt dödligt tryck (180 kPa) uppnås ca 60 meter från olycksplatsen. Tryck överstigande 40 kPa, kan uppnås på en fasad, som vetter mot en olycksplats ca 200 meter bort, och för övriga fasader 120 meter bort.<sup>18</sup> I och med att vinkeln mot byggnaden blir liten på stora avstånd samtidigt som andra byggnader och objekt i viss mån kan reducera konsekvenserna för studerade byggnader, ansätts konsekvensområdet för explosiva ämnen till 150 meter.

Händelseförloppet från olycka till explosion redovisas tillsammans med delfrekvenser i figur A2.



Figur A2. Händelsetråd farligt godsolycka med explosiva ämnen i lasten på E18.

## A.2.2 Gaser

Ca 7 % av det farligt gods som transporteras på E18 utgörs enligt Tabell 2 av gastransporter. Fördelningen mellan de olika undergrupperna är enligt mätningarna 2007 sån att ca 2 % utgörs av brännbara gaser, 5 % av ej brännbara ej giftiga gaser medan andelen giftiga gaser endast utgjorde ca 0,1 %. Detta beror på att de absolut flesta transportererna av giftiga gaser såsom klor, ammoniak etc. transporteras på järnväg.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt gods leder till läckage antas på E18 vara 13 % (Index för farligt godsolyckor) enligt *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp*. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålig. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30,<sup>8</sup> vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på:  $13 \cdot 1/30 = 0,43 \%$ .

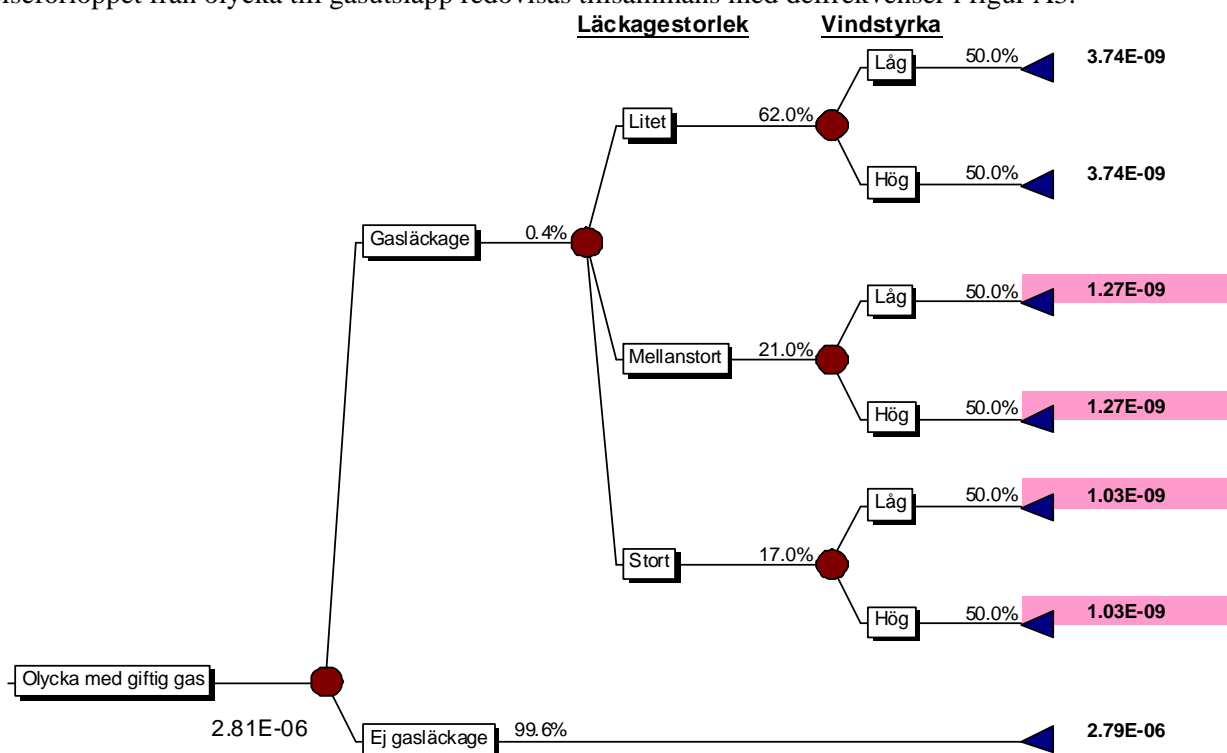
Ett läckage till följd av farligt godsolycka med gas i lasten antas till litet, medelstort eller stort. Beroende på om det är brännbar eller giftig gas är de olika läckagestorlekarna olika. Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms fördelningen för respektive läckagestorlek vara 62 %, 21 % och 17 %.<sup>8</sup>

Vidare påverkar vindriktningar och vindstyrkor utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vanligtvis finns det en vindriktning inom ett område som är dominerande. Statistik om gällande vindriktningar i området har inte kunnat erhållas, antagandet görs därför att spridning direkt mot byggnaden sker i 1/3 av fallen. Detta har tagits hänsyn till i grundfrekvenserna som beräknats i figur A1.

### Giftig gas

För olycka med transport av giftiga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli livshotande först när gasen läcker ut och om koncentrationen överstiger LC<sub>50</sub>. Beroende på läckagets storlek (punktering alternativt stort hål) kommer konsekvensområdenas storlek att variera. Huruvida personer i planområdet påverkas av gasläckaget beror till stor del på vindriktningen och vindstyrkan samt på eventuella barriärer mellan väg och område. I bilaga B presenteras gasspridningsberäkningar med avseende på både brännbara och giftiga gaser.

Konsekvenserna beror även på utsläppets storlek. Ett litet utsläpp uppskattas för giftig gas till ett packningsläckage (0,45 kg/s), medelstort utsläpp är brott på anslutningsrör (3,6 kg/s) och ett stort läckage är en stor punktering av tanken (112 kg/s).<sup>31</sup> Vindstyrkan antas vara antingen hög (cirka 4-6 m/s) eller låg (cirka 2 m/s) och sannolikheten uppskattas grovt till 50 % för respektive alternativ. Händelseförloppet från olycka till gasutsläpp redovisas tillsammans med delfrekvenser i figur A3.



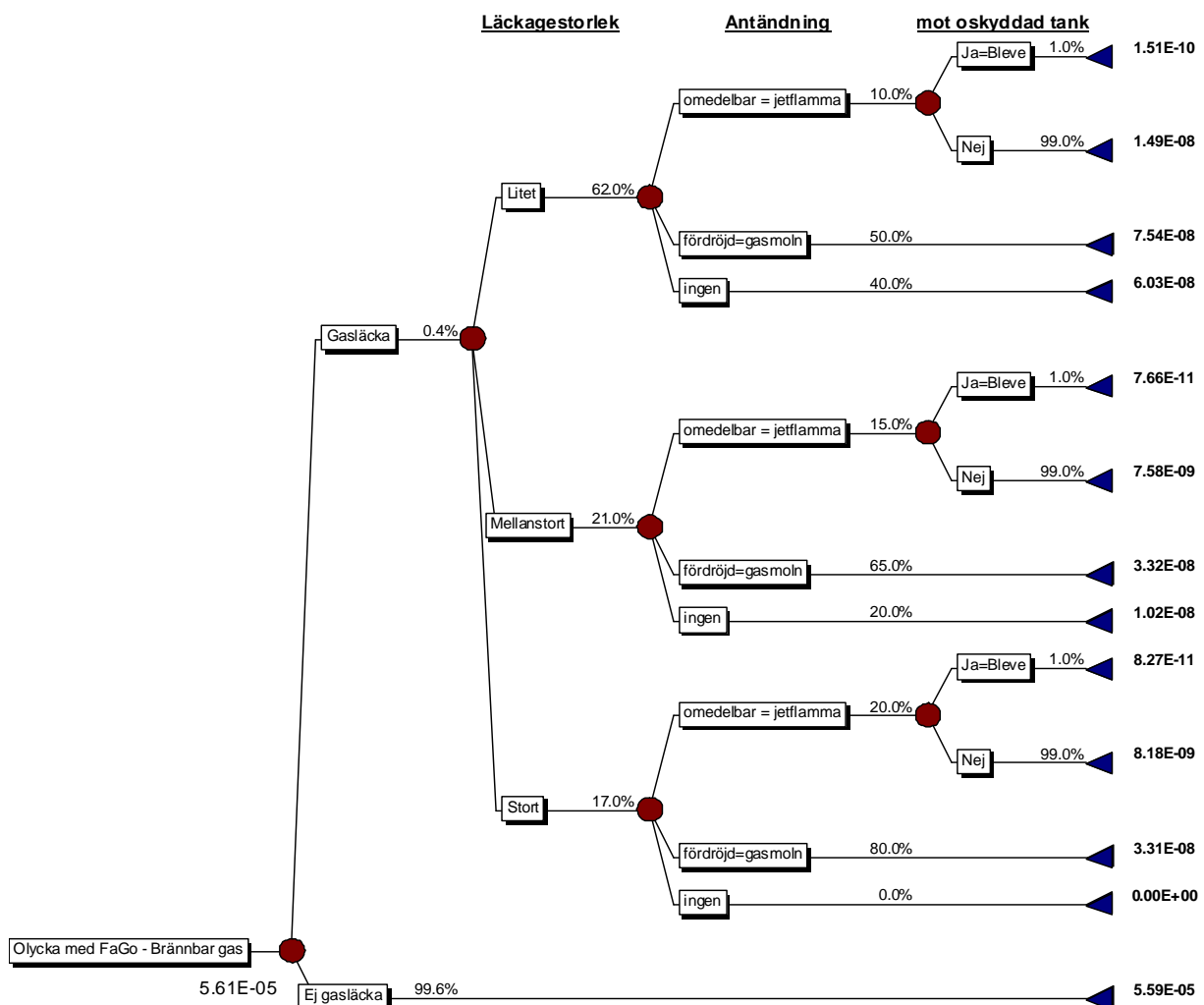
Figur A3. Händelsetråd farligt godsolycka med giftig gas i lasten på E18.

## Brännbar gas

För brännbara gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot kan inträffa om tankbilens säkerhetsventil fallerar och tanken utsätts för utbredd brand. En BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapor Explosion) kan då uppkomma om tanken utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

För ett litet utsläpp brännbar gas (20 mm hål) gäller att sannolikheterna för omedelbar antändning (jetflamma), fördröjd antändning (brinnande gasmoln) och ingen antändning är 0,1, 0,5 respektive 0,4 och för ett stort utsläpp (100 mm hål) är motsvarande siffror 0,2, 0,8 och 0.<sup>32</sup> Motsvarande tal för ett medelstort utsläpp (50 mm hål) antas vara medeltal av ovanstående sannolikhet, d.v.s. 0,15, 0,65 och 0,2.

En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten, uppskattningsvis mindre än 1 %. Händelseförloppet från olycka till jetflamma, BLEVE eller gasmoln redovisas med delfrekvenser i figur A4.



Figur A4. Händelsetråd farligt godsolycka med brännbar gas i lasten på E18.

### A.2.3 Brandfarliga vätskor

De brandfarliga vätskorna transporteras vanligtvis i tunnväggiga tankar och sannolikheten för ett utsläpp förutsatt trafikolycka på en väg som E18 är 13 %.<sup>8</sup> Sannolikheten för att ett utsläpp (oberoende av storlek) skall antändas är ca 3,3 %.<sup>28</sup> Antändningskällor kan vara att bränslet kommer i kontakt med heta delar av motorn, katalysatorn etc. eller gnistbildningar från plåtdelar i samband med olyckan. Konsekvenserna av ett utsläpp av brandfarlig vätska med efterföljande antändning beror mycket på hur stor yta som vätskan sprider sig över. I tidigare riskutredningar för Mörby Centrum redovisas strålningsberäkningar med avseende på olika stora pölareor.<sup>1</sup>

Utifrån Räddningsverkets mätning som utfördes under fjärde kvartalet 1998 uppskattas petroleumprodukter utgöra en stor andel av det totala antalet transporter av brandfarliga vätskor. Under de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter av denna kategori innehåller mycket brandfarliga, lättantändliga vätskor (t ex bensin och etanol).

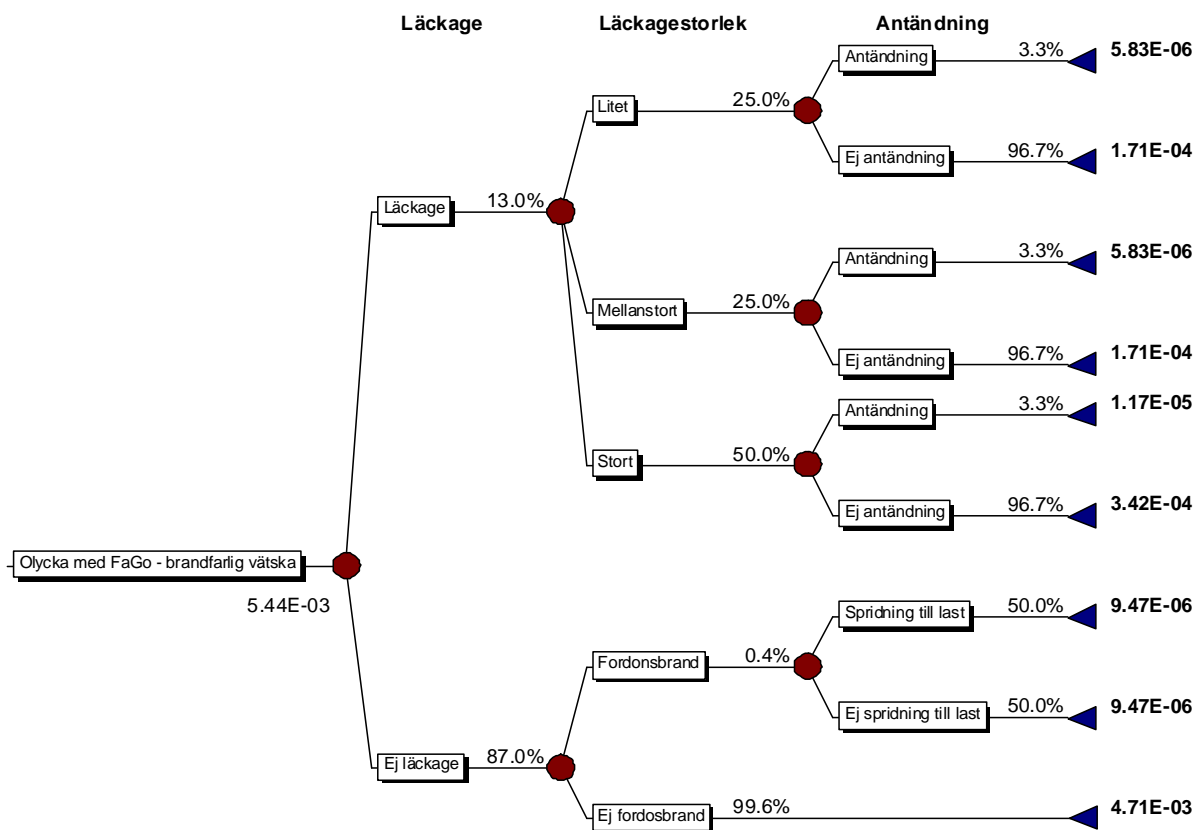
Vid vägbanan på det södergående körfältet kommer ett avkörningsskydd att uppföras på de sträckor där sådan inte redan finns. Det förutsätts därmed i fortsättningen att tankbilen och utsläppet kommer att stanna på vägen. Pölkant räknas därmed från samma avstånd som vägkant.

Vid skadescenarier på vägens norrgående körfält antas ingen spridning ske närmare tillbyggnaderna än körbanorna eftersom en betongbarriär skiljer de båda körbanorna åt, se figur 3.2. Avståndet från det norrgående körfältet till tillbyggnaden i norr uppgår till ca 25-30 meter och till tillbyggnaderna i söder till ca 20 meter. En olycka med brandfarliga vätskor med liten eller medelstor pölbrand som följd på det norrgående körfältet bedöms därför inte innebära dödliga konsekvenser för personer som finns i respektive byggnad. (För parkeringshuset öster om E18 blir förutsättningarna omvända). Detta då skadeområdet (jämför tabell 5.1) från mitten av vägen understiger avstånden till byggnaderna.

För att leda till större konsekvenser för människor måste antingen utsläpp och antändning ske av den brandfarliga vätskan alternativt att fordonet fattar eld till följd av olyckan. Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad leder till läckage antas för E18 vara 13 % (Index för farligt godsolyckor) enligt *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp*. Vid läckage från tankbil med släp antas fördelningen för respektive läckagestorlek, liten, mellan och stor (pölarea) vara 25%, 25% och 50%.<sup>8</sup>

Antändning av petroleumprodukter (bensin etc.) sker med en sannolikhet på cirka 3,3 %<sup>8</sup> oberoende om det är ett litet eller stort läckage. Sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon är ca 0,4 %.<sup>24</sup> Grovt uppskattat antas sannolikheten för spridning till last vid fordonsbrand 50 %.

Händelseförloppet från olycka till vätskebrand redovisas tillsammans med delfrekvenser i figur A5.



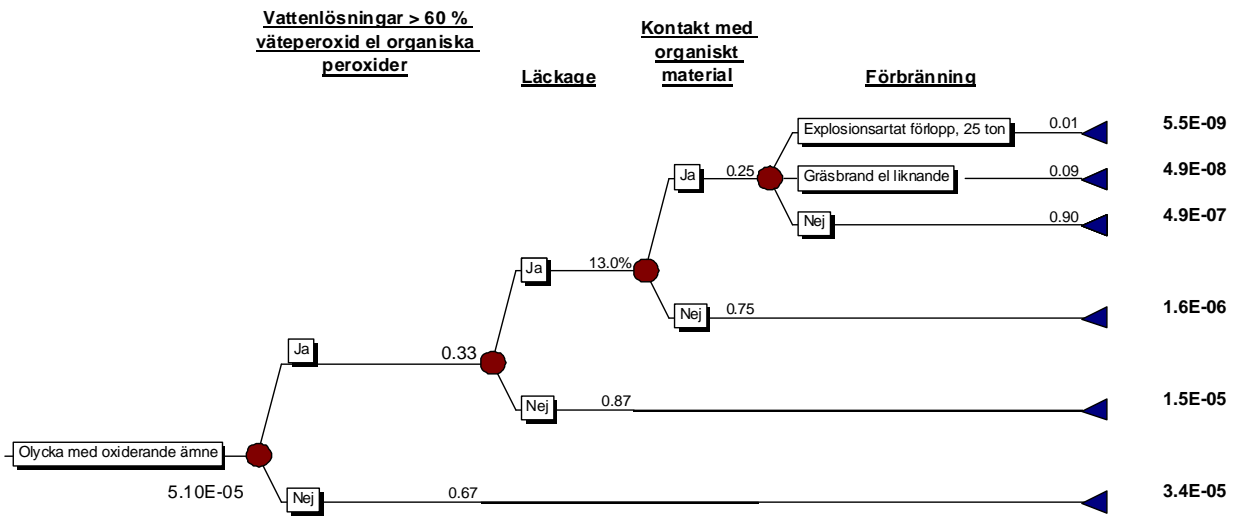
Figur A.5. Händelseträd farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten på E18.

#### A.2.4 Oxiderande ämnen

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

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

Andelen oxiderande ämnen och organiska peroxider som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas konservativt utgöra 1/3 av den totala mängden av farligt gods-klass 5 som transporteras på E18. Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas för vägen vara 0,13 (index för farligt gods-olyckor). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material så att en maximal explosiv blandning på ca 3 ton uppstår är antagen till en gång på fyra (25%). Av dessa gånger bedöms förbränning endast ske i 10 % av fallen och utav dessa förbränningar antas konservativt en andel om 0,1 kunna ge upphov till explosionsartade förlopp, se figur A6.



Figur A6. Händelsetråd farligt godsolycka med oxiderande ämne i lasten på E18.



## Bilaga B – Konsekvensuppskattningar

Eftersom egenskaperna för ämnen i de olika farligt godsclasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna vid olika scenarier. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

Avseende antalet omkomna i och kring byggnaderna vid olycka har ett antal antagande varit nödvändiga, ett resonemang kring detta förs i kapitel 5.

Riskberäkningar för samtliga scenarier redovisas i bilaga D.

### B.1 Explosiva ämnen

Gränsen för direkt dödliga skador går vid 180 kPa tryck. Vid en explosion av 15 ton explosiva ämnen kan detta tryck uppnås ca 60 meter från olycksplatsen.<sup>18</sup> Samtliga personer som vistas utomhus bedöms i detta fall omkomma. Denna typ av olycka bedöms även leda till att människor inne i byggnaden omkommer.

En modern byggnad utförd i betong med sammanhållen stomme klarar av ett tryck på ca 40 kPa. Vid en explosion av 15 ton explosiva ämnen kan detta tryck uppnås på en fasad, som vetter mot en olycksplats, ca 200 meter bort, och för övriga fasader 120 meter bort. I och med att vinkeln mot byggnaden blir liten på stora avstånd samtidigt som andra objekt i viss mån kan reducera konsekvenserna för studerad byggnad ansätts konsekvensområdet för explosiva ämnen till 150 meter.<sup>18</sup>

En olycka med en liten mängd explosiva ämnen i lasten, exempelvis 50-100 kg ammunition antas endast leda till skador på människor som vistas utomhus (busshållplats, gångbro etc.). Skadorna bedöms dock inte bli livshotande och scenariot bedöms inte leda till några omkomna i eller kring byggnaderna.

### B.2 Gaser

#### **Brännbar gas**

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt godsolycka med utsläpp av brännbar gas uppskattas det grovt att samtliga gastransporter utgörs av tankbilar och att mängden gas i en tankbil är 25 ton. Konservativt kommer det antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga tankbilar eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen.

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm), medelstort hål (hålstorlek 50 mm), och stort hål (hålstorlek 100 mm). För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol*,<sup>33</sup> dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym. Det skadedrabbade området vid en eventuell BLEVE beräknas också för tank med 25 ton gasol. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet, men den totala mängden gas i tanken påverkar inte skadeområdet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet. Vindstyrkan varierar från 3-8 m/s.

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

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmmingskoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläktat utåt)
- Tankdiameter: 2,0 m
- Tanklängd: 18 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4\*designtrycket
- Luftryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Tätortsförhållanden (många fordon, barriärer etc.)

Nedan visas de avstånd, inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tankbilen och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Vid brinnande gasmoln uppskattas det skadedrabbade området vara molnets storlek plus avståndet inom vilket tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten. Vid jetflamma och brinnande gasmoln beror skadeområdet på läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet.

Scenario	Läckagestorlek	Antändning	Vindstyrka [m/s]	Skadedrabbat område
BLEVE				Cirkulärt 170 m radie
Hål i tank nära vätskeyta	Punktering (2,4 kg/s)	Jetflamma Gasmoln	-	Plym 18,1 m * 16 m
			3	Plym 18,2 m * 13,7 m
			5	Plym 18 m * 11,5 m
			8	Plym 15,9 m * 11 m
	Medelstort hål (15 kg/s)	Jetflamma Gasmoln	-	Plym 46,3 m * 40 m
			3	Plym 18,9 m * 18,2 m
			5	Plym 18,5 m * 17 m
			8	Plym 19,2 m * 19,4 m
	Stort hål (60 kg/s)	Jetflamma Gasmoln	-	Plym 91,5 m * 80 m
			3	Plym 21 m * 26,4 m
			5	Plym 20,7 m * 25,6 m
			8	Plym 21,2 m * 24,4 m

**Tabell B.1. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med brännbar gas i lasten.**

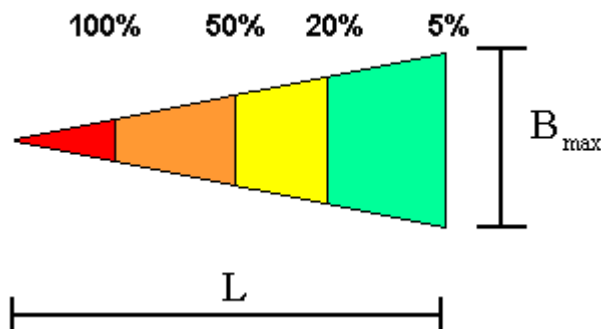
Inomhus bedöms enligt tidigare beskrivning under rubrik 5.4 inga människor omkomma då fönstren är strålningsskyddande i de fall fasaderna inte utgörs av täta betongväggar. I riskberäkningarna har dock konservativt ett fåtal människor har antagits omkomma som exempelvis vistas utomhus kring byggnaderna.

Ovanstående tabell visar på att vindstyrkan inte medför någon markant skillnad med avseende på skadeområde vid fördröjd antändning, d.v.s. gasmolnsexplosion.

### ***Icke brännbar, giftig gas***

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på vägarna i Sverige. Att använda klor som dimensionerande skall ses som ett konservativt antagande då mycket få transporter av klor går på vägarna (transporteras vanligtvis på järnväg). Tankbilen antas rymma 17 ton tryckkondenserat klorgas och utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (packningsläckage 0,45 kg/s), mellanstort läckage (brott på rör 3,2 kg/s) och stort läckage (stor punktering 102 kg/s). Med simuleringsprogrammet *Bfk*<sup>27</sup> beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus).

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. *Bfk* visar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Vid uppskattning av antal omkomna till följd av utsläpp av icke brännbar, giftig gas används avstånden från *Bfk* men en förenkling görs genom att gasmolnets koncentrationskurva antas enligt figur B1:



**Figur B.1. Andel av befolkningen som antas omkomma vid läckage av icke brännbar, men giftig gas.**

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

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Lastbil (17 000 kg)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: vår, dag och klart

**Tabell B.2. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten. Procentsatserna avser andel av personer i området som omkommer inom respektive skadeområde.**

Scenario	Vindstyrka [m/s]	Andel omkomna	Skadedrabbat område Skadeavstånd utomhus (L*Bmax) [m]	Skadedrabbat område Skadeavstånd inomhus (L*Bmax) [m]
Litet läckage (0,45 kg/s)	3	100 %	15*10	-
		50 %	31*14	-
		20 %	41*20	-
		5 %	51*24	-
	5	100 %	15*6	-
		50 %	30*12	-
		20 %	40*16	-
		5 %	54*20	-
	8	100 %	17*4	-
		50 %	35*6	-
		20 %	45*10	-
		5 %	61*14	-
Mellanstort läckage (3.2 kg/s)	3	100 %	40*20	-
		50 %	85*40	25*10
		20 %	110*50	38*14
		5 %	150*54	50*20
	5	100 %	40*20	-
		50 %	85*30	20*2
		20 %	110*34	31*6
		5 %	140*40	45*10
	8	100 %	50*12	-
		50 %	90*24	-
		20 %	120*30	20*4
		5 %	160*40	44*10
Stort läckage (102 kg/s)	3	100 %	250*80	50*10
		50 %	365*100	120*30
		20 %	425*120	175*40
		5 %	525*140	240*60
	5	100 %	150*50	35*6
		50 %	275*70	80*20
		20 %	350*100	100*20
		5 %	450*130	130*30
	8	100 %	140*40	25*4
		50 %	290*60	60*10
		20 %	390*70	80*20
		5 %	520*110	110*30

### B.3 Brandfarliga vätskor

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Uppskattningsvis rymmer en normal tankbil 45 ton bensin, men vanligtvis är tanken uppdelad i mindre fack och därför är sannolikheten för att all bensin läcker ut mycket liten. Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m<sup>2</sup> pöl, mellanstort 200 m<sup>2</sup> och litet läckage 50 m<sup>2</sup>.

Strålningsberäkningarna har i de tidigare analyserna för området genomförts med hjälp av handberäkningar.<sup>1</sup>

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma antas vara fram till där värmestrål-

ningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>, vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder).<sup>18</sup>

I tabell B.3 presenteras det skadeområde inom vilket personer kan förväntas omkomma. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det ofta viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över relativt stort område. För utsläpp på norrgående körfält antas det i och med betongbarriären mellan vägbanorna, att pölens kant för samtliga brandscenarier går längs vägområdets kant.

**Tabell B3. Skadedrabbat område för scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.<sup>1</sup>**

Scenario	Infallande strålning > 15 kW/m <sup>2</sup> från pölkant	Maximalt skadeområde
Liten pölbrand (50 m <sup>2</sup> )	12 m	Ca 16 m
Medelstor pölbrand (200 m <sup>2</sup> )	23 m	Ca 30 m
Stor pölbrand (400 m <sup>2</sup> )	30 m	Ca 40 m

Enligt tabell B3 kommer samtliga scenarier kunna påverka byggnaderna i och med de små avstånden mellan väg och byggnad. På grund av att byggnaderna antingen har fasader av betong eller strålningskyddande glas bedöms dock inget scenario leda till några konsekvenser inomhus i form av omkomna.

Strålningsnivåerna utomhus i närheten av vägen kan vid den stora vätskebranden bli sådana att människor kan antas omkomma. Många faktorer skall dock stämma för att någon människa verkligen skall omkomma i och med att förloppet inte är så snabbt mellan olyckan och en antänd vätskepöl ca 400 m<sup>2</sup> stor. Av denna anledning antas endast enstaka person omkomma vid en stor vätskebrand.

#### B.4 Oxiderande ämnen

Vid olycka med oxiderande ämne antas inte några personer inom planområdet omkomma, om inte det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ett explosionsartat förlopp uppstår.

En explosiv oxidatorbränsleblandning innehåller ca 13 % bränsle. Lasten av en farligt godsolycka på väg kan blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material) och skapa cirka 3 ton explosiv blandning. Tryck över 180 kPa (direkt dödligt tryck) kan då uppstå inom en radie på 30 meter från olycksplatsen och fasader kan antas rasa (tryck på 40 kPa för ny betongbyggnad) inom 70 meter.<sup>18</sup> Totalt antas ca 10 personer kunna omkomma inomhus och utomhus till följd av ras, glassplitter, tryckvåg etc.

## Bilaga C – Underlag samhällsrisk

### Delområde 1 - Bostäder

Bostäderna är belägna på ett avstånd av ca 50-80 meter väster om vägen och ca 80-100 meter öster om vägen. Väster om vägen är byggnaderna ca 4 plan höga och gränsar mot vägen längs en sträcka på knappt 200 meter. Grovt antas därmed ca 20 lägenheter per plan gränsa mot vägen. Personantal antas uppgå till i snitt 3 personer per lägenhet. Totalt personantal i byggnaderna väster om vägen blir därmed ca 240 personer. Dagtid förutsätts 25 % vara hemma och kväll/natt förutsätts 100 % vara hemma.

Öster om vägen finns inom delområdet två större bostadshus som bedöms kunna drabbas vid en olycka på vägen. Byggnaderna är i 10 plan och ca 8 lägenheter per plan och byggnad bedöms finnas med fasad mot vägen. Utifrån samma antaganden som ovan bedöms därmed totalt 480 personer vistas i lägenheterna. Vid bedömning av antalet omkomna i öster tas hänsyn till ett större avstånd från väg än i väster samt till höjdskillnader och växtlighet mellan byggnader och väg.



Figur 13. Bilder över bostadsbyggnaderna väster respektive öster om E18.

Tabell C1. Förväntat antal omkomna inom- och utomhus.

Olyckstyp	Andel omkomna	Totalt antal omkomna DAG	Totalt antal omkomna NATT
Kraftig Explosion (klass 1)	Väster – 10 % Öster – 5 %	12	48
Bleve (klass 2)	Enstaka personer	3	3
Giftig gas – stort utsläpp	Väster – 10 % Öster – 5 %	12	48
Giftig gas – mellan utsläpp	Väster – 2 % Öster – 2 %	4	14
Jetflamma - stor (klass 2)	Enstaka personer	1	1
Brännbar gas – övriga (klass2)	-	-	-
Mindre explosion (klass 5)	Väster – Enstaka Öster – 0	2	2
Pölbrand (klass 3)	-	-	-

## Delområde 2 – Befintlig handel/kontor/skola

Befintlig centrumbebyggelse (handel/kontor) är belägen på ett avstånd av endast ca 10 meter väster om vägen. Byggnaden vetter mot vägen längs en sträcka på ca 200 meter. Personantal beräknas på samma sätt som vid den tillkommande bebyggelsen (se avsnitt 5.4). Vid bedömning av antalet omkomna tas det dock hänsyn till skillnaden att fönstren inte är utförda i strålningsskyddat glas vilket innebär att människor kan omkomma även till följd av strålningsskador. Totalt personantal på de olika planen (7 plan ovan mark) i byggnaderna redovisas i tabell C2. Dagtid förutsätts 100 % vara där och kväll/natt förutsätts 0 % vara där till följd av verksamhetens art.

**Tabell C2. Sammanställning över uppskattade personantal i och kring byggnaden.**

Lokal/område		Persontäthet	Beräknat antal personer
Plan 2 (gatuplan)	Handel	0,4 pers/m <sup>2</sup>	800
Plan 3	Handel	0,2 pers/m <sup>2</sup>	400
Plan 4	Handel/Kontor	0,2/0,1 person per m <sup>2</sup>	300
Plan 5	Handel/Kontor	0,2/0,1 person per m <sup>2</sup>	300
Plan 6	Kontor	0,1 person per m <sup>2</sup>	200
Plan 7	Kontor	0,1 person per m <sup>2</sup>	200
<b>Totalt</b>			<b>2200</b>

Öster om vägen är en skola belägen ca 60-70 meter från vägen och dessutom på ett berg med betydande höjdskillnad. Endast ett fåtal scenarier bedöms därför kunna innebära att människor där omkommer. Totalt antal elever uppgår till ca 450 stycken och personantalet sätts därmed till ca 500 st. Dagtid förutsätts 100 % vara där och kväll/natt förutsätts 0 % vara där till följd av verksamhetens art.



**Figur 14. Bild över befintlig centrumbebyggelse väster om respektive skolan öster om E18.**

**Tabell C3. Förväntat antal omkomna inom- och utomhus vid olika scenarier**

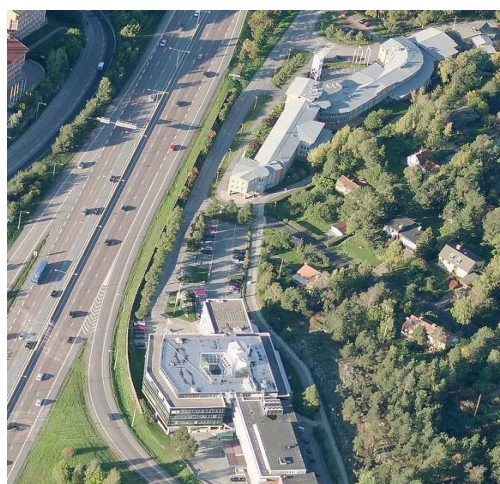
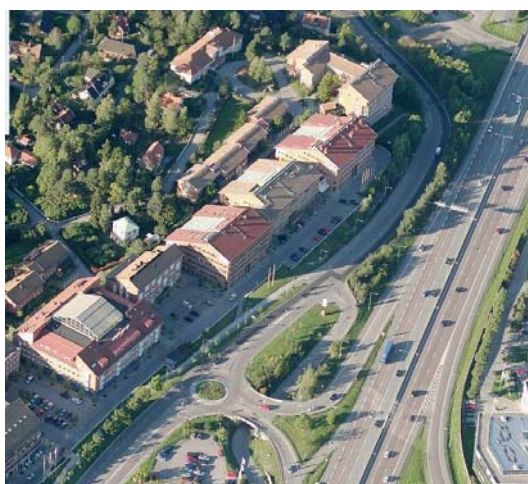
Olyckstyp	Andel omkomna	Totalt antal omkomna DAG	Totalt antal omkomna NATT
Kraftig Explosion (klass 1)	Väster – 15 % Öster – 2 %	340	-
Bleve (klass 2)	Fåtal personer	10	-
Giftig gas – stort utsläpp	Väster – 5 % Öster – 5 %	135	-
Giftig gas – mellan utsläpp	Väster – 2 % Öster – 2 %	54	-
Jetflamma - stor (klass 2)	Enstaka personer	5	-
Brännbar gas – övriga (klass2)	-	3	-
Mindre explosion (klass 5)	Väster – 3 % Öster – 0	66	-
Pölbrand (klass 3)	Väster - Enstaka Öster – 0	3	-

## Delområde 4 – Kontor

Befintlig kontorsbebyggelse norr om Mörby Centrum är till väster belägen på ett avstånd av ca 40-100 meter från vägen och till öster ca 25-30 meter från vägen. Byggnaderna vetter mot vägen längs en sträcka på ca 200 meter på båda sidor. Personantal beräknas på samma sätt som vid den tillkommande bebyggelsen (se avsnitt 5.4). Vid bedömning av antalet omkomna tas det dock hänsyn till skillnaden i avstånd från vägen samt att fönstren inte är utförda i strålningskyddat glas vilket innebär att människor kan omkomma även till följd av strålningsskador. Totalt personantal på de olika planen (ca 4 plan på båda sidor) i byggnaderna redovisas i tabell C4. Dagtid förutsätts 100 % vara där och kväll/natt förutsätts 0 % vara där till följd av verksamhetens art.

Tabell C4. Sammanställning över uppskattade personantal i och kring byggnaden.

Lokal/område		Persontäthet	Beräknat antal personer per sida
Plan 1 (gatuplan)	Kontor	0,1 person per m <sup>2</sup>	200
Plan 2	Kontor	0,1 person per m <sup>2</sup>	200
Plan 3	Kontor	0,1 person per m <sup>2</sup>	200
Plan 4	Kontor	0,1 person per m <sup>2</sup>	200
<b>Totalt</b>			<b>800 st/sida om vägen</b>



Figur 15. Kontorsbebyggelse väster och öster om E18.

Tabell C5. Förväntat antal omkomna inom- och utomhus vid olika scenarier

Olyckstyp	Andel omkomna/sida	Totalt antal omkomna DAG
Kraftig Explosion (klass 1)	3 %	48
Bleve (klass 2)	Enstaka personer	3
Giftig gas – stort utsläpp	3 % (obs en sida)	24
Giftig gas – mellan utsläpp	1% (obs en sida)	8
Jetflamma - stor (klass 2)	Enstaka personer	3
Brännbar gas – övriga (klass2)	Enstaka person	1
Mindre explosion (klass 5)	1 %	16
Pölbrand (klass 3)	Enstaka person	1

## Bilaga D – Känslighetsanalys

I känslighetsanalysen varieras några av riskanalysens mest osäkra parametrar, för att se hur risknivån påverkas.

### D.1 Varierade parametrar

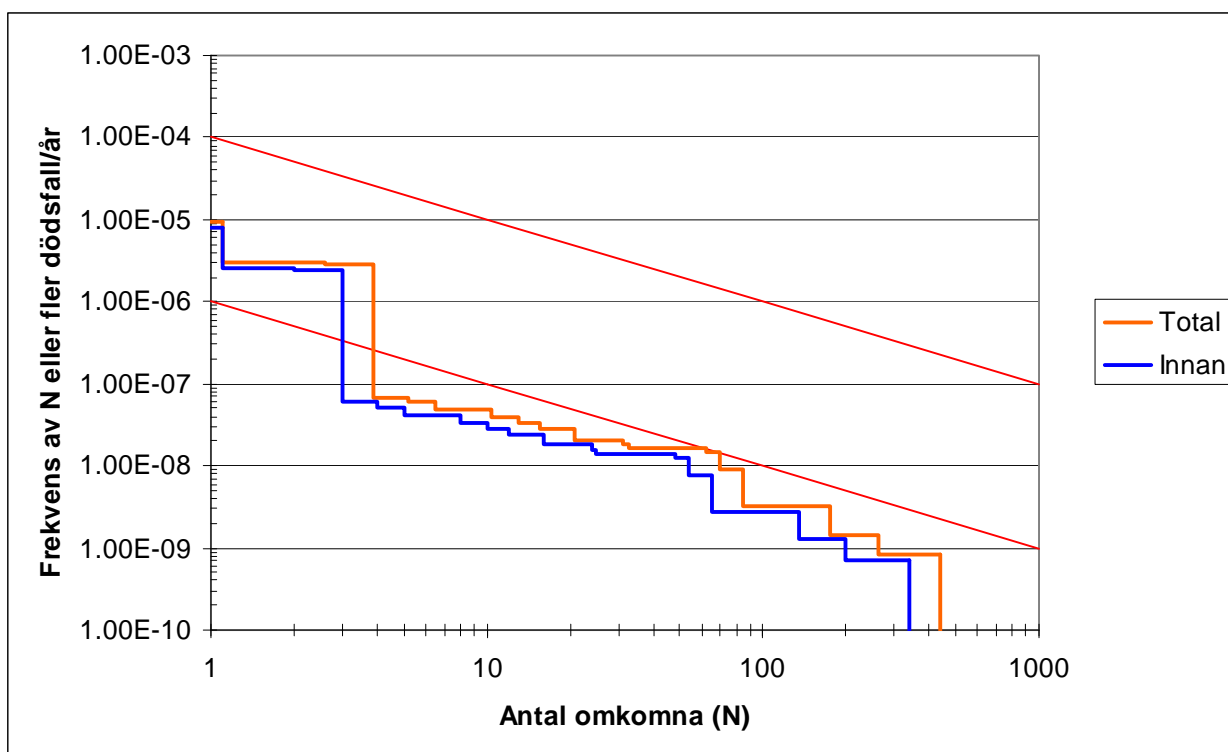
Följande osäkra parametrar har varierats i känslighetsanalysen.

- Antalet transporter har ökat med 20 % (från ca 9500/år till ca 11300/år)
- Antalet omkomna har ökat med 30 % i samtliga olycksscenarier
- Andelen transporter med explosiva ämnen samt med giftiga gaser har utökats med 100 %.

I övrigt har inga parametrar förändrats i beräkningarna. Beräkningar har även genomförts där olyckskvoter och index för farligt godsolyckor ändrats till dem som gäller för en 90-väg (70 km/h har använts som grundförutsättning i rapporten). Ändringen visade sig endast påverka risknivån mycket marginellt. Eftersom samtliga antaganden i föreliggande analys gjorts konservativa, och en ytterligare ökning av dessa indata inte bedömts som rimlig alternativt inte bedömts påverka risknivån mer än marginellt, har inga mer indata varierats.

### D.2 Resultat av känslighetsanalys

I Figur D1 nedan redovisas den samhällsrisknivå som erhålls vid beräkningar utförda med ökat antal farligt gods-transporter. I figuren är även samhällsrisknivån innan ändringarna medtagen. Beräkningarna visar att ökningarna enligt ovan påverkar risknivån men att den fortfarande till största delen är belägen under nivån för direkt acceptabla risker.



Figur D.1 Samhällsrisknivån före och efter ändringar enligt känslighetsanalysen gjorts.

## Referenslista

- <sup>1</sup> Detaljerad riskanalys – Huvudförslag, Mörby Centrum, WSP Brand- och Riskteknik, 2007-10-17.
- <sup>2</sup> Plan- och bygglag (SFS 1987:10), utfärdad 1987-01-08, med ändringar till och med SFS 2005:1212.
- <sup>3</sup> Miljöbalk (SFS 1998:808), utfärdad 1998-06-11, med ändringar till och med SFS 2005:939.
- <sup>4</sup> Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag, Länsstyrelsen i Stockholms län, Faktablad nr 4:2003.
- <sup>5</sup> Riskanalyser i detaljplaneprocessen, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2003:15, 2003.
- <sup>6</sup> Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, 2006:000.
- <sup>7</sup> Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer, Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000.
- <sup>8</sup> International Electrotechnical Commission (IEC). International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems, Genève, 1995.
- <sup>9</sup> International Organization for Standardization (ISO). Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73, Geneva, 2002.
- <sup>10</sup> Värdering av risk, Räddningsverket Karlstad, 1997.
- <sup>11</sup> Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner, Boverket och Räddningsverket, 2006.
- <sup>12</sup> Mörby Centrum, Projektutveckling, Erik Guidice Architecture, 2008-11-21.
- <sup>13</sup> Trafikprognoser i bullerutredning för utbyggnad av Mörby C, Ingemansson, 2008-11-20.
- <sup>14</sup> ADR-S, Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2002:1) om transport av farligt gods på väg och i terräng, 2002.
- <sup>15</sup> Väginformation 2003. Stockholms län, Vägverket, 2003.
- <sup>16</sup> Riskidentifiering i samband med övergripande miljöbedömning för utbyggnad av Mörby C, WSP Brand- och Riskteknik, H.Langén, 2006-10-30
- <sup>17</sup> Handbok för riskanalys, Statens Räddningsverk, 2003.
- <sup>18</sup> Översiktsplan för Göteborg – Fördjupad för sektorn transport av farligt gods, bilaga 2, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, december 1997.
- <sup>19</sup> Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- <sup>20</sup> Räddningsverkets statistik för farligt gods, [www.srv.se](http://www.srv.se) 2008-02-17
- <sup>21</sup> Samtal med personal på Statoil i Göteborg samt med ADR Haanpää, 2008-02-25.
- <sup>22</sup> Carlsson, T., Riskanalys av farligtgodstransporter i Borlänge kommun, Rapport 5129, Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 2003.
- <sup>23</sup> Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- <sup>24</sup> Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005.
- <sup>25</sup> Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och västkor (FOA-handboken), Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1995.
- <sup>26</sup> Samtal med Sten Haugli, Länsstyrelsen i Stockholm, 2008-11-27.
- <sup>27</sup> Samtal med Leif Gren, SAAB-Bofors Test center, samt räddningsverkets farligt gods-avdelning, 2007-08-09.
- <sup>28</sup> Vägtrafikskador 2001, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- <sup>29</sup> Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut, 2003-05-27.
- <sup>30</sup> Lamnevik, S. 2000. Explosivämneskunskap. Institutionen för energetiska material Försvarets Forskningsanstalt (FOA).
- <sup>31</sup> BfK – Beräkningsmodeller för Kemikalieexponering, handbok, Räddningsverket 2005.
- <sup>32</sup> Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, vol 33 1993.
- <sup>33</sup> Gasol 2001 – version 2.5, handbok, Räddningsverket 2005.