

# Nybygggnad av mång- kulturcentrum, Rinkeby

## Detaljerad riskbedömning Utgåva 5

2015-04-20

Lina Åteg  
Brandingenjör/  
civilingenjör riskhantering  
Handläggare

Martin Wier  
Brandingenjör/  
civilingenjör riskhantering  
Handläggare

Anders Karlsson  
Brandingenjör  
Internkontrollerande



**Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB**

Organisationsnr: 556389-3345  
Styrelsen har sitt säte i Stockholm

**Gävlegatan 12 B**

Tel: +46 8 505 344 00  
Fax: +46 8 505 344 01

**113 30 Stockholm**

[www.brandkonsulten.se](http://www.brandkonsulten.se)  
[info@brandkonsulten.se](mailto:info@brandkonsulten.se)

**Nybyggnad av mångkulturcentrum, Rinkeby****Detaljerad riskbedömning, Utgåva 5****Uppdragsgivare:** Spridd Arkitekter**Upprättad av:**

Lina Åteg  
Brandingenjör/civilingenjör riskhantering

Martin Wier  
Brandingenjör/civilingenjör riskhantering

**Internkontrollerad av:**

Anders Karlsson  
Brandingenjör

Utgåva 5	2015-04-20	LÅ/MW	AK
Utgåva 4	2014-09-17	LÅ/MW	MN
Utgåva 3	2014-08-15	LÅ/MW	MN
Utgåva 2	2013-10-28	LÅ/KW	AK
Utgåva 1	2013-08-19	LÅ/KW	AK
Version	Datum	Utförd av	Kontrollerad av

## Sammanfattning

I anslutning till studerat planområde finns en riskkälla i form av farligt godstransporter på E 18 som är en primär transportled för farligt gods. Detta har gjorts som en del i arbetet med att ta fram en ny detaljplan för området.

Riskbedömningen har utförts som en detaljerad analys där beräkningar och bedömningar primärt legat till grund för resultaten.

Transporterna av farligt gods regleras inte på de vägar som är klassade som farligt godsleder och kan i framtiden öka eller komma att omfatta fler ämnesklasser.

Brandkonsulten AB bedömer att vissa vid projekteringen enkla riskreducerade åtgärder ska genomföras för att risknivån ska anses acceptabel.

Nedanstående punkter ska implementeras vid detaljprojektering av byggnaden och omgivande mark:

- Utrymningsvägar ska primärt vara vända från E 18. Alternativa utrymningsvägar får dock finnas i den fasad som vetter mot E 18 för att säkerställa utrymningen vid en brand i byggnaden.
- Marken mellan byggnaden och E 18 utformas så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras. Ytan kan nyttjas för ytparkering.
- Barriär med lägst laminerat glas placeras på betongkant kring huvudentrén upp till en höjd av lägst 2 m från entréplanets golv.
- Glasytor i fasad som vetter mot E 18 utförs med laminerat glas.
- Fasad mot E 18 utförs i obrännbart material.
- Luftintag placeras ej i fasad mot E 18.

Följande förutsättningar för byggnadens placering och utformning behöver behållas under projekterings gång.

- Byggnaden uppförs minst 25 m från E 18.
- Tät vägg mot E 18 behålls i så stor utsträckning som möjligt. Glas in mot samlingslokalen får endast förekomma som smala fönsterband högst upp mot taket.

Under förutsättning att ovanstående riskreducerande åtgärder utförs bedöms risknivån som acceptabel för området.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrund .....	5
1.2	Syfte .....	5
1.3	Underlag .....	5
1.4	Avgränsningar .....	5
1.5	Styrande dokument och riktlinjer .....	5
<b>2</b>	<b>Metod .....</b>	<b>6</b>
2.1	Riskanalys .....	7
2.2	Riskvärdering .....	7
2.3	Tillämpningar i denna riskbedömning .....	8
<b>3</b>	<b>Beskrivning av berört planområde och dess närhet .....</b>	<b>10</b>
3.1	Byggnadsbeskrivning .....	10
3.2	Områdesbeskrivning .....	10
<b>4</b>	<b>Identifiering av skyddsobjekt .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Identifiering av riskkällor .....</b>	<b>14</b>
5.2	Analys och värdering av risker .....	16
<b>6</b>	<b>Frekvensberäkning .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Konsekvensberäkning .....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Individ- och samhällsrisk utan riskreducerande åtgärder .....</b>	<b>19</b>
8.1	Individrisk .....	19
<b>9</b>	<b>Samhällsrisk .....</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Riskreducerande åtgärder .....</b>	<b>23</b>
10.1	Kommentarer och värdering av risknivå efter åtgärder .....	23
<b>11</b>	<b>Individ- och samhällsrisk efter åtgärder och givna förutsättningar .....</b>	<b>24</b>
11.1	Individrisk .....	24
11.2	Samhällsrisk .....	25
<b>12</b>	<b>Hantering av osäkerheter .....</b>	<b>26</b>
<b>13</b>	<b>Slutsats .....</b>	<b>27</b>
<b>14</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>28</b>
<b>Bilaga A</b>	<b>Frekvensberäkningar .....</b>	<b>29</b>
14.1	Transporter av farligt gods på väg .....	29
14.2	Frekvens för trafikolycka med farligt godsfordon .....	30
<b>Bilaga B</b>	<b>Analys av konsekvenser vid olycka med brandfarlig vätska .....</b>	<b>35</b>
B.1	Beräkning av infallande strålning .....	35
B.2	Dimensionerande skada .....	37
B.3	Resultat .....	37
B.4	Slutsats och diskussion .....	38
<b>15</b>	<b>Bilaga C Analys av konsekvenser vid olycka med brandfarlig gas på E 18</b>	<b>39</b>
<b>16</b>	<b>Bilaga D Analys av konsekvenser vid olycka med giftig gas på E 18 .....</b>	<b>46</b>
<b>18</b>	<b>Bilaga F. Konsekvenser vid olycka med massexplosivt ämne .....</b>	<b>49</b>

## **1 Inledning**

### **1.1 Bakgrund**

Civilingenjörer i riskhantering Lina Åteg och Martin Wier, Brandkonsulten AB, har på uppdrag av Spridd AB genomfört en riskbedömning för nybyggnation av Mångkulturellt-centrum i Rinkeby. Rapporten är en del i arbetet med att ta fram en ny detaljplan över området som idag är en del av ett stort planområde samt viss del av tidigare vägmark.

Byggnaden kommer bland annat att innefatta garageplan, utbildningslokaler, kommersiella lokaler och moské.

Denna version av riskbedömningen utgör en revidering av tidigare underlag för att förtydliga moskéns utformning invändigt samt med beaktande av Länsstyrelsens och Storstockholms brandförsvars synpunkter. Två möten har även hållit med Länsstyrelsen för att diskutera revideringar och erforderliga åtgärder.

Riskbedömningen har internkontrollerats av brandingenjör i riskhantering Anders Karlsson, Brandkonsulten AB.

### **1.2 Syfte**

Riskbedömningen syftar till att identifiera och redogöra för vilka potentiella risker avseende farligt gods-transporter, bensinstationer, farlig verksamhet etc som kan påverka personsäkerheten vid nybyggnad av Mångkulturellt centrum samt vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, vilka innebär en för ändamålet acceptabel risknivå.

Målet med riskbedömningen är att skapa ett beslutsunderlag för detaljplaneärende med avseende på olycksrisker. Rapporten ska presentera de förutsättningar kring vilka en ny detaljplan för det aktuella planområdet kan genomföras.

### **1.3 Underlag**

Underlag för analysen har varit:

- Ritningsunderlag daterat 2015-02-10 upprättat av Spridd.
- Situationsplan.
- Platsbesök.

### **1.4 Avgränsningar**

De risker som studeras behandlar endast personsäkerhetsrisker med avseende på liv och hälsa för personer som vistas i aktuellt planområde. Det innebär att inga miljörisker, eventuella skador på egendom eller uppsåtliga risker har beaktats.

Riskbedömningen i denna rapport är avgränsad till att endast behandla olycksrisker som kan leda till negativa effekter på människors liv. Eventuella hälsoeffekter som uppkommer till följd av normal vardaglig vistelse inom planområdet beaktas inte.

Risker som härstammar från uppsåtliga händelser eller illvilja beaktas inte i riskbedömningen.

Riskobjekt som ligger långt ifrån ( $\geq 150$  m) berörda byggnader har inte tagits med i analysen.

### **1.5 Styrande dokument och riktlinjer**

Styrande dokument finns i form av olika lagstiftningar med tillhörande förordningar och föreskrifter samt riktlinjer och rekommendationer som anger när en riskanalys/riskutredning/riskbedömning ska eller bör utföras.

Som stöd och som underlag till riktlinjer för värdering av risker används rapporten "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer". Rapportens rekommendationer används som riktlinjer avseende risker i den fysiska planeringen i Stockholms län. I rapporten framgår bl a följande rekommendationer avseende bebyggelse intill vägar med transporter av farligt gods.

- Inom 100 m från transportled för farligt gods ska risksituation bedömas vid exploatering.
- 25 m närmast vägen bör lämnas byggnadsfritt.
- Tät kontorsbebyggelse närmare än 40 m från vägkant bör undvikas.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse och placering av personintensiva verksamheter närmare än 75 m från vägkant bör undvikas.

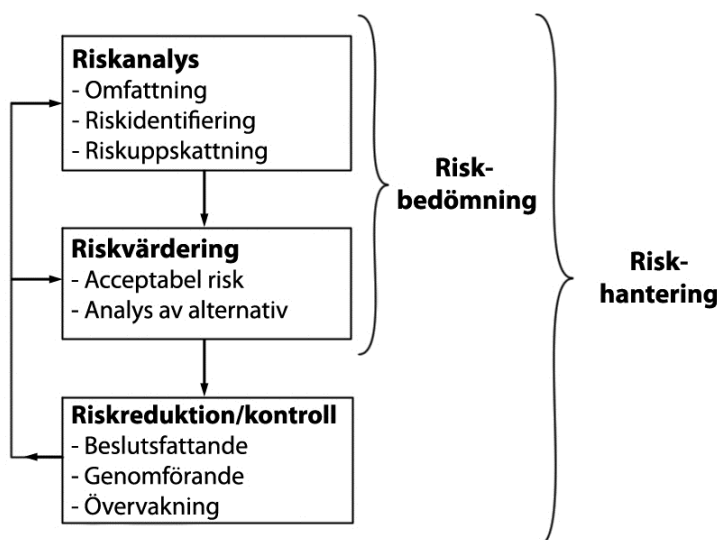
En riskbedömning som identifierar och analyserar eventuella risker och som visar på att en tolerabel/acceptabel risknivå kan erhållas, innebär att avsteg kan göras från de rekommenderade avstånden.

Sedan 2006 har länsstyrelserna i Skåne, Västra Götalands och Stockholms län enats om att risker ska beaktas och bedömas inom 150 m från farligt godsled i samband med detaljplaneprocessen.

Utöver ovanstående finns riktlinjer i rapporten "Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur", Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor samt Boverkets Byggregler som är relevanta för projektet.

## 2 Metod

Denna riskbedömning är upprättad med vägledning i en grundläggande modell för riskhantering framtagen av den Internationella elektrotekniska kommissionen. Modellen som visas i Figur 1 är framtagen som ett stöd för riskhantering inom tekniska system men kan i dess fundamentala delar anses vara applicerbar även för riskutredningar i exempelvis detaljplaneärenden.



Figur 1: Modell för riskhantering, återskapad från IEC (1995, s.41)(författarens översättning).

Enligt IEC:s modell kan riskhantering delas upp i två block; riskbedömning och riskreduktion. Riskbedömningen består i sin tur dels av en riskanalys, dels en riskvärdering.

## 2.1 Riskanalys

### 2.1.1 Omfattning och riskidentifiering

Riskanalysen syftar till att definiera systemet/området som ska analyseras, identifiera risker samt göra en inledande uppskattning av desamma. I exempelvis detaljplaneändan avgränsas normalt riskanalysen till att endast omfatta det berörda planområdet. I samband med definiering av systemet/området görs också en identifiering av skyddsobjekt, dvs de byggnader eller verksamheter inom planområdet gentemot vilka riskexponeringen ska utredas. Det kan röra sig om personintensiva lokaler, bostäder eller andra verksamheter som innebär en stadigvarande vistelse av människor.

Vidare sker en identifiering av riskkällor, dvs potentiella verksamheter, transporter etc i områdets omgivning, vilka i samband med en viss oönskad händelse kan utgöra en fara för de personer som vistas inom det berörda området. Exempel på riskkällor kan vara transporter av farligt gods, bensinstationer, järnvägar etc. Riskidentifieringen omfattar en beskrivning av respektive riskkälla samt en initial bedömning av deras möjliga bidrag till den övergripande riskbilden. Den initiala bedömningen kan sägas utgöra en grovsällning bland riskkällorna för att identifiera vilka av dem som erfordrar en mer detaljerad analys.

### 2.1.2 Riskuppskattning

Riskuppskattningen är den huvudsakliga och mer detaljerade utredningen kring riskerna och dess förutsättningar. Riskuppskattningen ska beskriva hur riskerna kan initieras samt karaktären och frekvensen på dess skadliga konsekvenser, med syftet att presentera ett mått på risknivån.

Riskuppskattningen baseras ofta på kvantitativa analyser såsom frekvens och konsekvensanalyser men kan även utgöras av kvalitativa resonemang. Det senare kan exempelvis vara aktuellt i de fall där kvantitativ information är otillräcklig. I sådana situationer kan dock samråd med sakkunniga anses motsvara en rimlig nivå.

Det finns flera olika sätt att presentera risk. De vanligaste är individ- och samhällsrisk. Individrisk beskriver risken för att en individ omkommer och uttrycks i en frekvens per år. Individrisk redovisas vanligen i form av riskkonturer på en karta eller i form av ett diagram som visar risknivån som funktion av avståndet från riskkällan.

Samhällsrisk återspeglar risken för ett helt område och resultatet beror på antalet personer som kan tänkas påverkas av risken. Samhällsrisk inkluderar samtliga personer som kan tänkas vistas inom ett område oavsett hur långvarig vistelsen är.

Samhällsrisk redovisas ofta med en s k FN-kurva, där FN står för *frequency number*. FN-kurvan beskriver sambandet mellan ackumulerad frekvens och antal omkomna.

## 2.2 Riskvärdering

### 2.2.1 Allmänt

Riskvärderingen innebär att de risker som identifieras och uppskattas i riskanalysfasen ska värderas och tolkas. Syftet med detta är att utreda huruvida riskerna är för stora eller kan anses vara acceptabla med hänsyn till den planerade verksamheten, och sedermera även fastställa om riskreducerade åtgärder krävs eller ej. Riskvärderingen grundas på fyra grundläggande principer:

1. **Rimlighetsprincipen** - en verksamhet bör inte leda till risker som är rimliga att undvika.
2. **Proportionalitetsprincipen** - de totala riskerna förknippade med en verksamhet bör inte vara oproportionerligt stora i förhållande till verksamhetens fördelar.
3. **Fördelningsprincipen** - riskerna förknippade med en verksamhet bör vara skäligt fördelade i samhället i relation till nyttan med verksamheten.

4. **Principen om undvikande av katastrofer** - risker bör hellre realiseras i mindre olyckor med begränsade konsekvenser än tvärtom.

För att underlätta riskvärderingen krävs någon form av acceptanskriterier. En del i detta består vanligen av att risker delas in i tre kategorier; generellt acceptabla, acceptabla under vissa förutsättningar och oacceptabla risker. En sådan uppdelning skapar två gränser; en gräns som avgör upp till vilken nivå risker generellt sett anses vara acceptabla och en gräns över vilka risker som inte får existera. I området mellan dessa två gränser, även kallat ALARP-området (*as low as reasonably practicable*) ska risker göras så små som möjligt med rimliga åtgärder. Risker som ligger nära den övre gränsen kan exempelvis tänkas accepteras antingen om riskreduktion är omöjlig, eller om kostnaderna för riskreduktionen är oproportionerligt stora. Risker som ligger nära den nedre gränsen kan tänkas accepteras om kostnaden för riskreducerande åtgärder överstiger nyttan. Figur 2 visar de tre kategorierna för värdering av risk.



Figur 2: Konceptet med de två gränserna för acceptabla/oacceptabla risker, samt ALARP-området

### 2.2.2 Acceptanskriterier

Sverige har i dagsläget inga nationellt fastlagda kriterier för acceptabla eller oacceptabla risker. Davidson m fl har dock tagit fram förslag på acceptanskriterier avseende undre, respektive övre gränsen enligt resonemanget ovan. Dessa är enligt följande.

#### Individerisk

Övre gräns för ALARP-området:  $10^{-5}$  per år.

Övre gräns för område med huvudsakligen acceptabla risker:  $10^{-7}$  per år.

#### Samhällsrisk

Övre gräns för ALARP-området:  $F=10^{-4}$  per år för  $N=1$ .

Övre gräns för område med huvudsakligen acceptabla risker:  $F=10^{-6}$  per år för  $N=1$ .

Lutning på FN-kurva: -1 (då antalet döda ( $N$ ) ökar med en tiopotens minskar den ackumulerade frekvensen med en tiopotens).

Övre gränsvärde för möjliga konsekvenser: Inget.

Undre gränsvärde för tillämpning av kriterier:  $N=1$ .

### 2.3 Tillämpningar i denna riskbedömning

Denna riskbedömning görs i huvudsak kvantitativ med stöd i kvalitativa bedömningar och resonemang.

I denna reviderade utgåva har en tydligare bild av individ och samhällsrisk presenteras med stöd i kvantitativa beräkningar.

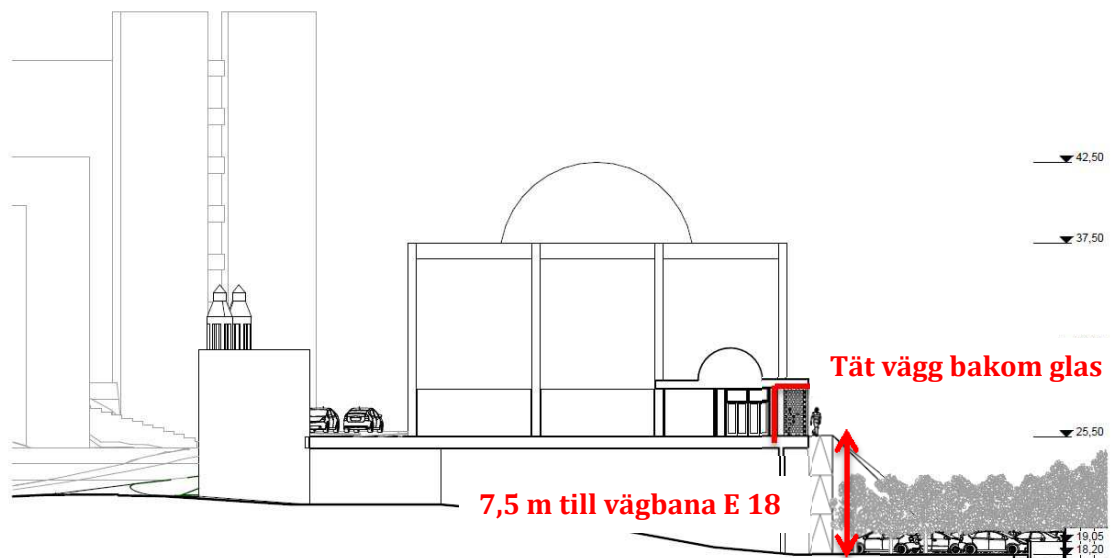
### 3 Beskrivning av berört planområde och dess närhet

#### 3.1 Byggnadsbeskrivning

Byggnaden är planerad att uppföras i två våningar ovan mark samt ett källarplan. Verksamheterna i byggnaden ska utgöras bland annat av garage i källarplanet, utbildning och samvaroytor på entréplanet samt moské på plan 1. Då denna utredning görs i tidigt skede kan verksamheterna förändras under arbetets gång.

Mot E 18 kommer viss glasyta att finnas. En nedre rand av glas är placerad ca 7,5 m ovanför E 18 i höjddled och som kortast 25 m från E 18. Innanför glasytorna finns en passage. Enligt uppgift från arkitekten kommer drygt 10 % av fasaden mot E 18 utgöras av glas. Samlingsyta, ej bönesal, är placerad bakom korridoren som är avskild med tät vägg vilket är gynnsamt ur ett riskperspektiv. Det finns även ett fönsterband för ljusinsläpp högst upp i taknivå i bönesalen. Glasytan är placerad längst upp mot taket vilket innebär att personer inte kan förväntas befinna sig bakom glaset.

Huvudentrén är placerad på kortsidan av huset, vilket delvis vetter mot E 18.



Figur 3. Figuren visar en sektion över byggnaden från nedfart till parkering på sida mot E18. Byggnaden placeras så att 25 m byggnadsfritt mellan väg och byggnad uppnås. Höjden mellan väg och glas i byggnaden uppgår till 7,5 m.

#### 3.2 Områdesbeskrivning

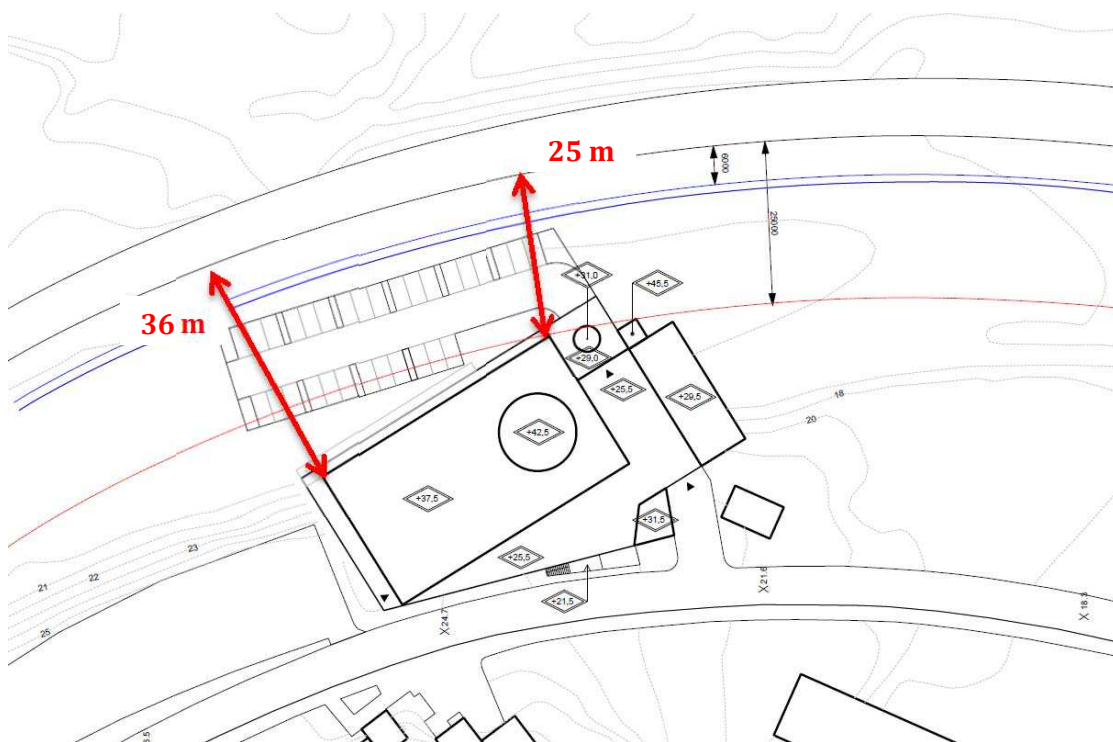
Byggnaden planeras i Rinkeby på en yta som idag inte är bebyggd. Den nya markanvändningen erfordrar därför en ny detaljplan med bl a en riskbedömning som underlag med hänsyn till kringliggande riskkällor.

Byggnaden uppförs friliggande med mer än 8 m till annan byggnad. Intilliggande byggnader utgörs främst av bostadshus, placerade på Kv Kvarntullen 8.

På ca 300 m avstånd från den tänkta placeringen av byggnaden finns en bensinmack och förbi aktuellt område går E 18 som är en primär led för farligt gods, se fig 4 nedan. I figur 5 redovisas byggnadens placering och avstånd i förhållande till E 18.



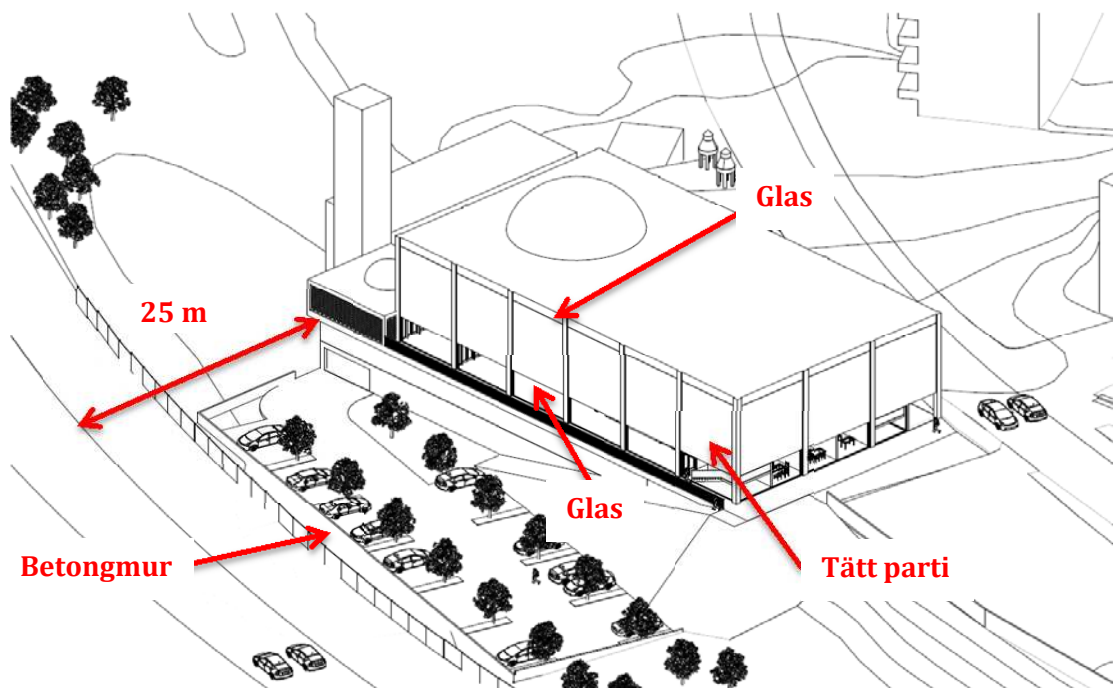
Figur 4. Redovisar området på plankarta. Byggnadens placering i förhållande till bensinmack och E 18.



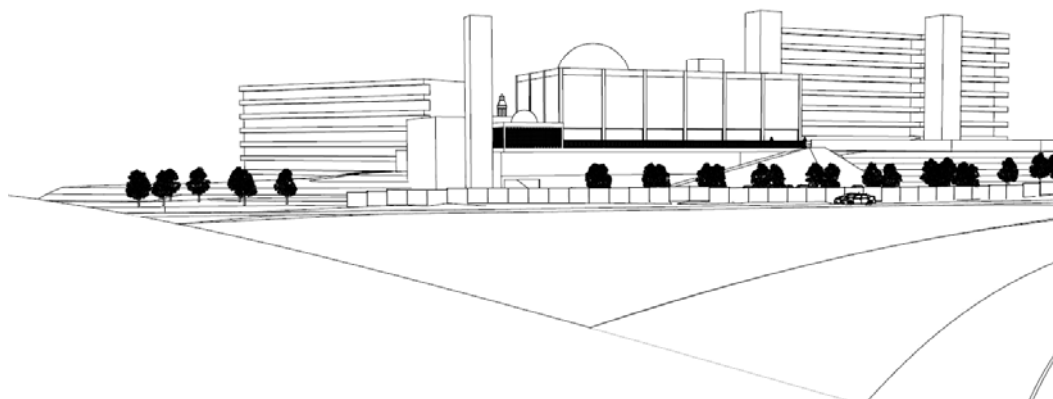
Figur 5. Figuren visar byggnadens placering i området och avstånd till E 18.

I anslutning till berört planområde passerar E 18. Förändring av sträckningen för E 18 pågår och figuren ovan visar den nya sträckningen och avståndet till aktuell byggnad. Byggnaden placeras så att 25 m byggnadsfritt mellan väg och byggnad uppnås.

Marken sluttar från berörd byggnad ner mot E 18, se illustrationsbilder nedan. Figur 6 visar vyn från E 18 mot den nya byggnaden. Horisontellt avstånd till vägen uppgår till 25 m på den plats där avståndet är kortast. Infarten till garaget och inlastningen (byggnadens lägsta punkt) är placerad ungefär 2 m över E 18. Våning 1, vilket är det första våningsplanet med fönster som vetter mot E 18 är placerad ca 7,5 meter över vägbanans höjd. Ytan mellan byggnad och E 18 utförs med ytparkering. Kring parkeringen planeras en betongmur som sannolikt kommer att bli relativt hög med hänsyn till risken för bländning för mötande bilar på E 18.



Figur 6. Illustrationsbild 1 visar fasaden som vetter mot E 18. Moskéns nedersta plan (inga öppningar/fönster mot vägen) ligger ca 2 m högre än E18. Fönsterpartier i fasaden ligger ca 7,5 m högre än E 18. På illustrationsbilden syns också ytparkeringen som är placerad på ytan mellan byggnad och E 18 omgiven av betongkant.



*Figur 7. Illustrationsbild 2.*

Det finns ingen avfart från E 18 i anslutning till berört område.

I anslutning till byggnaden finns ett elverk med ett avstånd av ca 5 m från aktuell byggnad.

## 4 Identifiering av skyddsobjekt

I analysen utgör det nya planområdet samt den byggnad som är tänkt på området skyddsobjekt. Övriga byggnader eller verksamheter ingår inte som skyddsobjekt i analysen.

## 5 Identifiering av riskkällor

Brandkonsulten AB har kartlagt de riskkällor som påverkar risknivån för det aktuella planområdet. Riskkällorna beskrivs i korthet i nedanstående avsnitt. Större delen av riskkällorna kan hänföras till hantering och transporter av farligt gods.

### 5.1.1 Transport av farligt gods

I anslutning till aktuellt planområde transporteras farligt gods på E 18. Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under exempelvis transporter. Begreppet transport innefattar såväl förflyttning av godset som lastning och lossning samt kortare förvaring och hantering i samband med transport.

Farligt gods kan enligt ADR-S<sup>1</sup>, vilket är ett internationellt regelverk gällande farligt godstransporter på väg och i terräng, delas in i olika klasser för ämnen med liknande egenskaper.

Tabell 1. Klassificering och ämnestyp.

Klass	Ämne
1	<b>Explosiva ämnen och föremål, t ex sprängämnen, ammunition, krut, fyrverkerier.</b>
2	<b>Gaser, t ex gasol, kväve, ammoniak.</b> Delklass 2.1: brandfarliga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med bokstaven F). Delklass 2.2: icke brandfarliga, icke giftiga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med bokstaven A eller O). Delklass 2.3: giftiga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med bokstaven T, dvs T, TF, TC, TO, TFC och TOC).
3	<b>Brandfarliga vätskor, t ex bensin, olja.</b>
4.1	<b>Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva okänsliggjorda explosiv-ämnen.</b>
4.2	<b>Självantändande ämne.</b>
4.3	<b>Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.</b>
5.1	<b>Oxiderande ämne, ex natriumklorat, väteperoxid och kaliumklorat.</b>
5.2	<b>Organiska peroxider.</b>
6.1	<b>Giftiga ämnen, t ex färgämne, pesticider toxiner.</b>
6.2	<b>Smittförande ämnen, t ex genetiskt modifierade mikroorganismer, medicinskt eller kliniskt avfall.</b>
7	<b>Radioaktiva ämnen, t ex uranmalm, kontaminerat material, medicinska preparat.</b>
8	<b>Frätande ämnen, t ex syror eller basiska ämnen.</b>

<sup>1</sup> ADR-S, Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, SRVFS 2004:14

Klass	Ämne
9	Övriga farliga ämnen och föremål, t ex miljöfarliga ämnen, genetiskt modifierade mikroorganismer, upphettade ämnen.

Hur stora transportmängderna av farligt gods är på Sveriges vägar har kartlagts av Räddningsverket vid olika tillfällen, bl a under första kvartalet 1994 och sista kvartalet 1998 samt under september månad 2006. Informationen är inte heltäckande, men ger en indikation på hur situationen ser ut samt hur den har förändrats de senaste åren. Kartläggningen från 1994 har enbart redovisats som det sammanlagda antalet transporter (samtliga klasser) på olika vägar. Kartläggningarna från 1998 respektive 2006 är däremot uppdelade för respektive klass. I tabell 2 redovisas transportmängderna av respektive klass på E18 enligt kartläggningarna 1998 och 2006. Statistiken har räknats om till årsbasis för att förenkla jämförelse mellan underlagen.

Utifrån en uppskattad medelmängd per transport för respektive farligt godsklass har även antalet transporter beräknats.

Både kartläggningen från 1998 och 2006 omfattar relativt omfattande intervall avseende de mängder farligt gods som transporteras. Detta innebär att det är svårt att avgöra om det skett några förändringar avseende mängderna av respektive farligt godsklass. Utifrån tabell 2 så bedöms dock det totala antalet transporter ha ökat på den aktuella vägsträckan. Uppskattningsvis så omfattar ökningen i stort sett samtliga klasser. De stora skillnaderna mellan de två mätningarna kan dock bero på att båda mätningarna har utförts under begränsade tidsperioder. Värden för 2006 har använts vidare i beräkningarna eftersom de har ansetts mer representativa för dagens transportmängder och även konservativt antagna.

Tabell 2. Kartläggning av transporter av farligt gods på E 18.

Klass	1998[1]		2006[2]	
	Ton/år	Transp./år	Ton/år	Transp./år
1	40-400	1-10	0-840	0-21
2	4 000-20 000	100-500	105 600-180 300*	2 640-4 508*
3	80 000-200 000	2 000-5 000	1 200-198 000	30-4 950
4	40-400	1-10	0-3 240	0-81
5.1	2 000-10 000	50-250	0-5 880	0-147
5.2	-	-	24-60	1-2
6	4 000-20 000	100-500	0-1 080	0-27
7	-	-	-	-
8	4 000-20 000	100-500	0-139 200	0-3 480
9	40-800	1-20	0-138 000	0-3 450
<b>Totalt</b>	<b>110 120-291 600</b>	<b>2 753-7 290</b>	<b>106 824-666 600</b>	<b>2 671-16 665</b>

\* I 2006 års kartläggning redovisas klass 2 i underklasserna enligt följande:

- Klass 2.1: 0-21 600 ton/år (0-864 transporter/år)
- Klass 2.2: 105 600-158 400 ton/år (4 225-6 335 transporter/år);
- Klass 2.3: 0-300 ton/år (0-12 transporter/år)

### 5.1.2 Bensinstation

I anslutning till planområdet finns en bensinstation. Avståndet till bensinstationen uppgår till ca 300 m. Bensinstationen hanterar bensin, diesel, E85 samt biogas.

Länsstyrelsens riktlinjer om avstånd mellan bensinstation och bebyggelse på 100 m efterföljs. Vidare överstiger avståndet 150 m från aktuellt område.

Med hänsyn till avståndet mellan bensinstation och byggnaden bedömer Brandkonsulten AB att den inte utgör en sådan stor risk att vidare analys erfordras.

### 5.1.3 Elverk

I nära anslutning, på ca 5 m avstånd är ett elverk beläget. Elverket bedöms inte tillföra någon ökad risk för personer som vistas inne i eller i anslutning till byggnaden med hänsyn till avstånd och utformning.



Figur 8. Bild över befintligt elverk.

## 5.2 Analys och värdering av risker

Utifrån den riskinventering som gjorts har endast transporter av farligt gods på E 18 bedömts utgöra så stor risk att vidare bedömning erfordras. Övriga risker bedöms tillföra försumbart litet bidrag till den totala risknivån i området och hanteras inte vidare.

### 5.2.1 Transport av farligt gods på E 18

En olycka på E 18 där ett fordon som transporterar farligt gods är inblandad kan leda till utsläpp vilket kan påverka berört planområde. Är ämnet brandfarligt kan antändning av ett utsläpp leda till höga strålningsnivåer mot byggnaden i området.

Brandfarlig vätska utgör överlägset störst andel av alla transporter. Därefter är transporter med gaser vanligast tillsammans med frätande ämnen.

Med hänsyn till risken för personskador inom berört område kan dock frätande ämnen anses utgöra en liten risk då personer mestadels vistas inomhus och konsekvensområdet vid utsläpp är relativt litet.

Andelen transporter med giftig gas är relativt liten. Konsekvensen av ett utsläpp kan dock bli allvarlig för personer inom planområdet varför denna risk kommer att analyseras vidare.

Sannolikheten för ett scenario med brandfarligt fast ämne är relativt liten med hänsyn till mängden transporter. Konsekvensområdet av ett scenario med denna klass bedöms som relativt kort och vidare analys av brandfarliga fasta ämnen anses ej nödvändigt.

Vad gäller ämnen i klass 1, explosiva varor, är sannolikheten för eventuell olycka vid transport liten. Vid kontroll av mängden transporter för 2006 varierar antalet transporter mellan 1-20 men är generellt få i förhållande till totalt transporterad mängd. Det är dock endast en begränsad del av den totala mängden klass 1 som bedöms ge konsekvenser för byggnaden då andelen massexplosiva ämnen bedöms som mycket begränsad i förhållande till totala mängden transporter med klass 1.

Det finns även en risk att en transport med tungt fordon kör av vägen och påverkar byggnaden. Planerat avstånd mellan väg och byggnad är som diskuterat ovan relativt långt. Sannolikheten för att en olycka enligt detta scenario ska inträffa bedöms som mycket liten, primärt med hänsyn till höjdskillnaden, den mur som omringar parkeringsytan och avståndet mellan väg och byggnad. Vidare analys av detta kommer därför inte att genomföras.

Brandfarlig vätska, brandfarlig gas, giftig gas och explosiva ämnen kan anses utgöra störst risk för personskador inom planområdet. En olycka med någon av dessa fyra klasser kan anses täcka in övriga scenarier då risken bedöms vara avsevärt högre. De scenarier som kommer att analyseras vidare avseende E 18 är:

- A.1 Olycka med transport av brandfarlig vätska som leder till utsläpp och antändning.
- A.2 Olycka med transport av brandfarlig gas som leder till utsläpp och antändning (tidig och sen antändning undersöks).
- A.3 Olycka med transport av giftig gas som leder till utsläpp.
- A.4 Olycka med massexplosivt ämne.

Scenarierna har analyserats avseende sannolikhet och/eller konsekvens då de bedöms ha betydelse för risknivån i området. Övriga scenarier/ämnesklasser har antagits ge så pass litet bidrag till risknivån att de inte behövt analyseras vidare.

## 6 Frekvensberäkning

Nedanstående tabell redovisar frekvenser för respektive scenario som kan påverka planområdet samt har erfordrat detaljerad analys. Beräkningar redovisas i bilaga.

Tabell 3. Frekvenser för respektive skadefall.

Typ av farligt gods	Andel	Skadefall	Sannolikhet för resp skadefall	Sannolikhet för antändning/vindriktning/detonation	Tidig/sen antändning. 50% för respektive/träff	Total olycksfrekvens med utsläpp och skada
Massexplosiva ämnen	0,0001	Medel	1	0,05	1	3,59E-09
Brandfarlig vätska	0,2580	Litet	0,25	0,03	1	1,26E-06
		Mellan	0,25	0,03	1	1,26E-06
		Stort	0,5	0,03	1	2,53E-06
Brandfarlig gas	0,0280	Litet	0,525	0,03	0,5	1,44E-07
			0,525	0,03	0,5	1,44E-07
		Mellan	0,208	0,03	0,5	5,71E-08
			0,208	0,03	0,5	5,71E-08
		Stort	0,167	0,03	0,5	4,58E-08
			0,167	0,03	0,5	4,58E-08
		Styckegods	0,1	0,03	0,1	5,49E-09
		Bleve	0,001	1	1	1,83E-08
Giftig gas	0,0006	Litet	0,625	0,5	1	1,22E-07
		Mellan	0,208	0,5	1	4,08E-08
		Stort	0,167	0,5	1	3,27E-08

\*För Bleve är sannolikheten för antändning inräknad i skadefallet.

Sannolikhet för antändning givet en farligt gods-olycka har antagits till värden i enlighet med "riskbedömning vid transport" (SRV 1996). För giftig gas har 50 % av scenarierna antagits blåsa mot det berörda området och i 50 % av fallen har det antagits att det blåser från det berörda området. Vid mer detaljerad studie med spridningsvinklar m m skulle sannolikheten troligen vara lägre vilket innebär att antagandet är konservativt. De vanligaste tryckkondenserade gaserna antingen är tunga (svaveldioxid och klorgas) eller vattenlösliga (ammoniak) vilket medför att sannolikheten att de påverkar aktuell byggnad är ytterligare mindre.

Sannolikhet för skadefall har antagits i enlighet med de värden som anges i rapporten "riskbedömning vid transport" där värde för detta finns. För BLEVE har sannolikheten för skadefall antagits till 0,001. Övriga antaganden återfinns i Bilaga för frekvensberäkningar.

## 7 Konsekvensberäkning

Kriterier för vad som definierats som konsekvensområde samt vilka ämnen som använts som dimensionerande framgår av respektive bilaga.

Bedömningarna av konsekvensområden är utförda primärt med avseende på individ-risken (konsekvensområde). Samhällsrisken är grovt bedömd för varje enskild händelse.

Tabell 4. Konsekvensområde för respektive skadefall.

Typ av farligt gods	Andel	Skadefall	Tidig/sen antändning. 50% för respektive/träff	Total olycksfrekvens med utsläpp och skada	Avstånd till kritiskt värde i meter
Massexplosiva ämnen	0,0001	Medel	1	3,59E-09	25
Brandfarlig vätska	0,2580	Litet	1	1,26E-06	<10
		Mellan	1	1,26E-06	15
		Stort	1	2,53E-06	37
Brandfarlig gas	0,0280	Litet	0,5	1,44E-07	<10
			0,5	1,44E-07	<10
		Mellan	0,5	5,71E-08	11
			0,5	5,71E-08	8
		Stort	0,5	4,58E-08	40
			0,5	4,58E-08	30
		Styckegods	0,1	5,49E-09	200
		Bleve	1	1,83E-08	105
Giftig gas	0,0006	Litet	1	1,22E-07	45
		Mellan	1	4,08E-08	126
		Stort	1	3,27E-08	470

## 8 Individ- och samhällsrisk utan riskreducerande åtgärder

För att få en uppfattning om hur risknivån ser ut innan och efter vidtagna riskreducerande åtgärder eller givna förutsättningar har två olika beräkningar genomförts. Det är dock svårt att avgöra vilka åtgärder som kan anses vara riskreducerande åtgärder som lagts till med hänsyn till risknivån eftersom Brandkonsulten AB varit med och utformat byggnaden och kommit med input längs vägen. Det är som är intressant är främst kurvorna för individ- och samhällsrisk efter att hänsyn tagits till åtgärder och befintliga förhållanden. I detta kapitel redovisas en indikation på hur risknivån skulle sett ut om inga riskreducerande åtgärder vidtagits.

### 8.1 Individrisk

Beräknade individrisker inom det undersökta området ligger inom ALARP-zonen innan åtgärder vidtagits, dvs vid beräkningen av fri exponering av risker i området. Detta innebär att skäliga åtgärder ska vidtas för att minska risknivån samt att lokaliseringen av personer och byggnader inom planområdet behöver regleras.

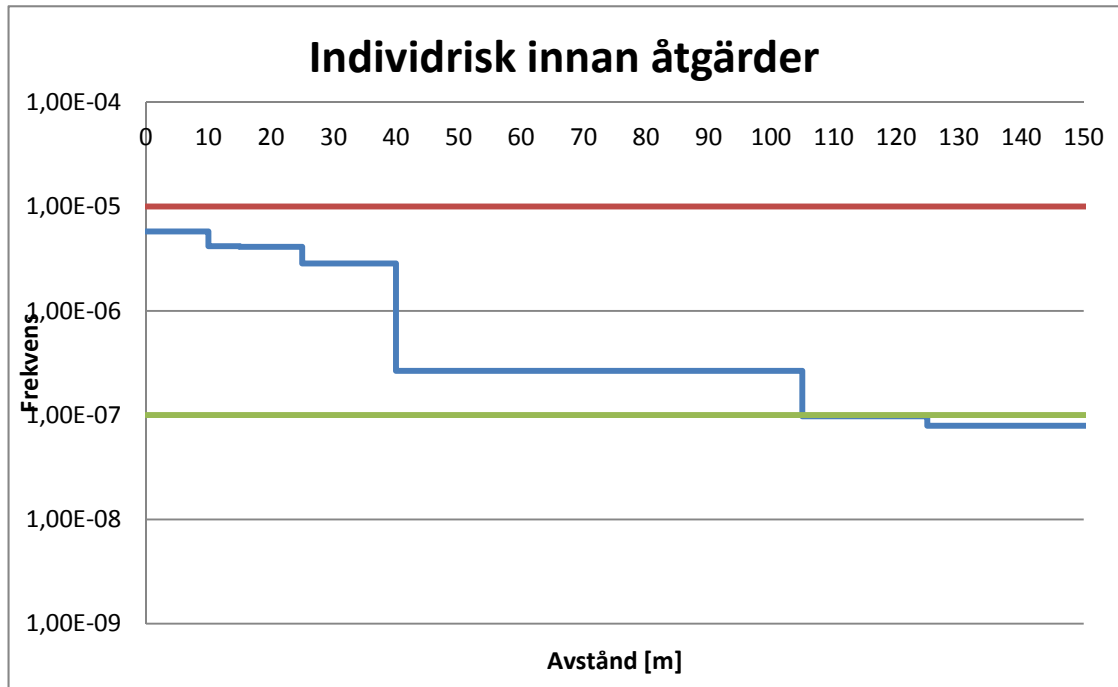
Det kan konstateras att individrisken är hög fram till 25 m från vägen, vilket är den plats där byggnaden placeras.

Individrisken redovisas i tabellform i tabell 5. Individrisken redovisas också i diagram för ett avstånd på 0-150 m från riskkällan.

Tabell 5. Individrisk för respektive avståndsintervall.

Avstånd [m]	Frekvens
<10	5,77E-06
10-15	4,16E-06
15-25	4,11E-06
25-40	2,84E-06

40-105	2,66E-07
105-125	9,73E-08
125-470	7,90E-08



Figur 9. Individrisk innan riskreducerande åtgärder

Genom att närmare studera siffrorna syns att scenarier som berör transport med brandfarlig vätska på E18 är de scenarier som har överlägset störst påverkan på individrisken. Det kan också konstateras att byggnader som ligger längre bort än ca 25 m från vägen inte påverkas av kritiska strålningsnivåer från de två mest sannolika skadefallen "litet" och "mellan"-utsläpp. Strålningsnivåerna överstiger endast kritiska nivåer på ett längre avstånd än 25 m för "stort" utsläpp vilket bedöms vara ett mycket osannolikt skadefall.

Skäliga åtgärder för att minska konsekvensen vid utsläpp med brandfarlig vätska bör dock ändå vidtas eftersom dessa scenarier har störst påverkan på risknivån. Åtgärdsförslag presenteras i kapitel 10.

## 9 Samhällsrisk

För att kunna få en jämförelsesituation och en verifiering av de åtgärder som genomförs har två olika FN-kurvor tagits fram. I den första har den situation beskrivits som föreligger utan riskreducerande åtgärder. Vissa förutsättningar i byggnaden är dock också av riskreducerande karaktär och något som Brandkonsulten AB föreslagit under tiden för gestaltning av byggnaden. Det är därför svårt att avgöra vad som är en riskreducerande åtgärd och vad som hör till byggnadens gestaltning. I den andra FN-kurvan har bedömning gjorts efter åtgärder för att verifiera att åtgärder och begränsningar minskar risknivån för personer inom berört område.

Samhällsrisk innan riskreducerande åtgärder redovisas i tabell och diagram nedan.

Tabell 6. Tabell över scenarier och antal döda innan riskreducerande åtgärder vidtagits.

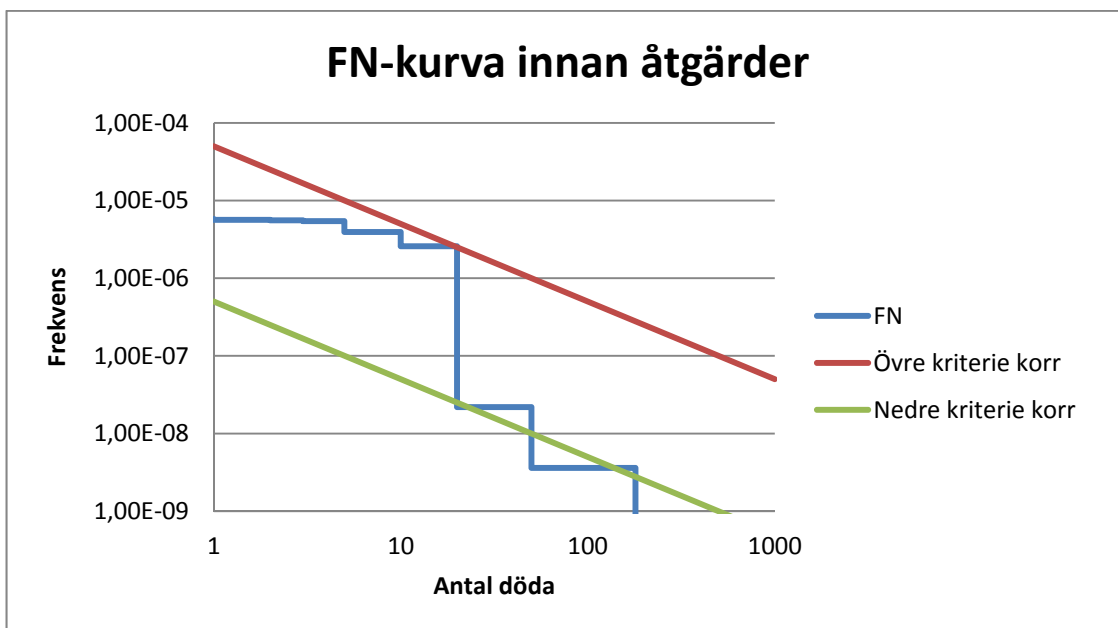
Typ av farligt gods	Andel	Skadefall	Tidig/sen antändning. 50% för respektive/träff	Total olycksfrekvens med utsläpp och skada	Avstånd till kritiskt värde i meter	Antal döda
Massexplosiva ämnen	0,0001	Medel	1	3,59E-09	25	180
Brandfarlig vätska	0,2580	Litet	1	1,26E-06	<10	5
		Mellan	1	1,26E-06	15	10
		Stort	1	2,53E-06	37	20
Brandfarlig gas	0,0280	Litet	0,5	1,44E-07	<10	1
			0,5	1,44E-07	<10	3
		Mellan	0,5	5,71E-08	11	2
			0,5	5,71E-08	8	5
		Stort	0,5	4,58E-08	40	10
			0,5	4,58E-08	30	5
		Styckegods	0,1	5,49E-09	200	4
		Bleve	1	1,83E-08	105	50
Giftig gas	0,0006	Litet	1	1,22E-07	45	5
		Mellan	1	4,08E-08	126	10
		Stort	1	3,27E-08	470	20

När antal döda har bedömts för respektive scenario innan riskreducerande åtgärder vidtagits har det antagits att personer kan vistas utomhus stadigvarande, t ex vid eventuella uteplatser samt på öppna ytor kring byggnaden samt på parkeringen.

Personer vistas utanför entrén oskyddade utan säkerhetshöjande åtgärder och personer kan inte utrymma bort från riskkällan från alla ytor i byggnaden. Scenarier med brandfarlig vätska och gas kan därmed ge upphov till förolyckade personer utomhus.

Giftig gas har möjlighet att påverka personer både utomhus och i byggnaden.

För explosiva ämnen kan personer förolyckas utanför byggnaden på grund av kaststycken och glassplitter samt inne i byggnaden till följd av byggnadsras.



Figur 10. FN-kurva innan riskreducerande åtgärder.

Beräknad samhällsrisk ligger över gränsen för oacceptabla risker varför skäligen riskreducerande åtgärder behöver vidtas och krav på lokalisering av byggnader och samlingar av människor behöver regleras i planen. Riskreducerande åtgärder presenteras i separat kapitel. Acceptanskriterierna har halverats i enlighet med riktlinjer i Värdering av risk med hänsyn till att den undersökta vägsträckan är 0,5 km, dvs 50 % av 1 km.

## 10 Riskreducerande åtgärder

Nivåerna för individ- och samhällsrisk ligger inom den zon där skäligen åtgärder ska vidtas för att minska risknivån. Genom att studera beräkningarna kan det konstateras att de scenarier som har störst påverkan på risknivåerna är transporter med brandfarlig vätska och brandfarlig gas. Därmed erfordras primärt åtgärder för att minska konsekvensen vid olycka med brandfarlig vätska och gas eftersom sannolikheten för olycka inte kan påverkas. De flesta av de åtgärder som föreslås har dock positiv effekt på risknivån för samtliga skadefall.

De nedan föreslagna riskreducerande åtgärderna anses av Brandkonsulten AB vara rimliga att vidta med hänsyn till kostnad och riskreducerande effekt. Åtgärderna är nödvändiga för att risknivån i området med hänsyn till den ändrade detaljplanen ska anses acceptabla.

- Utrymningsvägar ska primärt vara vända från E 18. Alternativa utrymningsvägar får dock finnas i den fasad som vetter mot E 18 för att säkerställa utrymningen vid en brand i byggnaden.
- Marken mellan byggnaden och E 18 utformas så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras. Ytan kan nyttjas för ytparkering.
- Barriär med lägst laminerat glas placeras på betongkant kring huvudentrén upp till en höjd av lägst 2 m från entréplanets golv.
- Glasytor i fasad som vetter mot E 18 utförs med laminerat glas.
- Fasad mot E 18 utförs i obrännbart material.
- Luftintag placeras ej i fasad mot E 18.

Följande förutsättningar för byggnadens placering och utformning behöver behållas under projekterings gång.

- Byggnaden placeras minst 25 m från E 18.
- Tät vägg mot E 18 behålls i så stor utsträckning som möjligt. Glas in mot samlingslokalen får endast förekomma som smala fönsterband högst upp mot taket.

Under förutsättning att ovanstående riskreducerande åtgärder utförs bedöms risknivån som acceptabel för området.

### 10.1 Kommentarer och värdering av risknivå efter åtgärder

Det kan konstateras att risknivåerna inom det undersökta området är relativt höga men relativt lätt kan sänkas betydligt genom att ställa krav på skyddsavstånd mellan byggnad och E 18. Risknivån sänks även då stadigvarande vistelse ej uppmuntras på korta avstånd från vägen. Både individrisk och samhällsrisk ligger inom ALARP-området, vilket innebär att skäligen åtgärder ska vidtas. De föreslagna åtgärderna bedöms minska risknivåerna för samtliga skadefall samt minska både individ- och samhällsrisk.

Eftersom de höga risknivåerna främst utgörs av de scenarier som utgörs av transport med brandfarlig vätska har åtgärder vidtagits för att minska konsekvenserna för dessa scenarier. Det innebär att konsekvensen av de scenarier som har stort bidrag till riskbilden minskar. Åtgärder har också föreslagits för andra scenarier eftersom de är relativt enkla att genomföra och bidrar till en reducerad riskbild. Dvs åtgärderna är skäligen i förhållande till dess riskreducerande effekt.

Strålningen från en uppkommen pölbrand skulle kunna nå byggnaden och orsaka skador på personer som vistas inom området vid den beräkning som gjorts med störst pöl. Detta scenario är dock inte särskilt sannolikt, och en pölbrand med storleken 500 m<sup>2</sup> ska framförallt ses som en känslighetsanalys.

Beräkningar för infallande strålning mot byggnaden vid olycka med petroleumprodukt på E 18 redovisas i Bilaga B. Beräkningen visar att infallande strålning mot byggnaden överstiger det antagna gränsvärdet 15 kW/m<sup>2</sup> endast för det störst antagna utsläppet vilket är en pöl om 500 m<sup>2</sup>. För de övriga scenarierna är stålningssnivån mot byggnaden lägre än 15 kW/m<sup>2</sup>. Att dimensionera byggnaden utifrån att studera endast detta scenario anses inte som rimligt då det framförallt ska ses som en känslighetsanalys. Höjdskillnaden mellan vägbana och byggnad medför också att påverkan på byggnaden bedöms vara mindre i verkligheten än enligt de konservativa beräkningar som utförts. Detta då beräkningarna inte tagit hänsyn till att byggnaden befinner sig på en nivå av ca 2 m ovan vägbanan med fönster på en nivå av ca 7,5 m ovan vägbanan. Åtgärd för skydd mot de scenarier som uppkommer med brandfarlig vätska och gas utgörs främst av att ytor mellan byggnad och E 18 (närmare än 25 m från E 18) inte får nyttjas för stadigvarande vistelse. På så sätt minskas antalet förolyckade personer både för scenarierna med brandfarlig vätska och scenarierna med brandfarlig gas.

En av de föreslagna åtgärderna är att den fasad som vetter mot vägen ska utföras i obrännbart material. Fasaden kommer att fungera som ett strålningsskydd för de personer som befinner sig i byggnaden. Fasadens utförande ska följas upp i detaljprojekteringen av byggnaden för att säkerställa att den blir utförd enligt beskrivningen.

En barriär behöver även tillskapas kring uppehållsytan utanför huvudentrén eftersom den delvis vetter mot E 18 och är en av de huvudsakliga utrymningsvägarna från byggnaden. Skyddet kan bestå av laminerat glas om så önskas. Syftet med skyddet är framförallt strålningsreducering och splitterskydd. Totalt behöver höjden för sockel och glas uppgå till 2 m över golvplanet för ytan utanför huvudentrén. Desamma gäller för glasytorna i fasaden mot E 18. Lägsta nivå för glaset är laminerat glas vilket ger viss strålningsreduktion men även fungerar som splitterskydd för personer inne i byggnaden.

En annan åtgärd är att personer ska kunna utrymma bort från riskkällan, dvs utrymning får inte endast ske mot E 18. Det gör att personer i byggnaden på ett enkelt sätt kan utrymma bort från riskkällan och ta sig till en plats där strålningsnivån understiger gränsvärdet 15 kW/m<sup>2</sup>. Personer som befinner sig på ett avstånd av 25 m från vägbanan behöver som längst förflytta sig ca 15 m vid en stor pölbrand för att hamna på en nivå som understiger gränsvärdet, om de hade befunnit sig utomhus. För personer inomhus fungerar byggnadens fasad som stålningsskärm och personerna har då större möjlighet att själva sätta sig i säkerhet vid en olycka.

De som kommer att vistas i byggnaden har antagits vara vakna och eftersom byggnaden kommer att projekteras som en samlingslokal kommer utrymningsvägar utföras med en minsta fri bredd av 1,2 m. Utrymning bedöms därmed kunna ske snabbt i händelse av en olycka på E 18 och utrymmande kommer primärt att söka sig till byggnadens huvudentré i en utrymningssituation, vilken är avskärmad från vägen.

Riskenivån är hög mellan byggnad och vägbana och denna yta ska utformas så att stadigvarande vistelse inte uppmuntras. Ytparkering kan dock placeras inom denna yta. För att ta hänsyn till riskbidraget från utsläpp med giftig gas ska friskluftsintag placeras i fasad som ej vetter mot E 18.

Sammantaget anser Brandkonsulten AB att skäligen riskreducerande åtgärder har föreslagits för att minska riskenivån i området i enlighet med "Värdering av risk".

## **11 Individ- och samhällsrisk efter åtgärder och givna förutsättningar**

### **11.1 Individrisk**

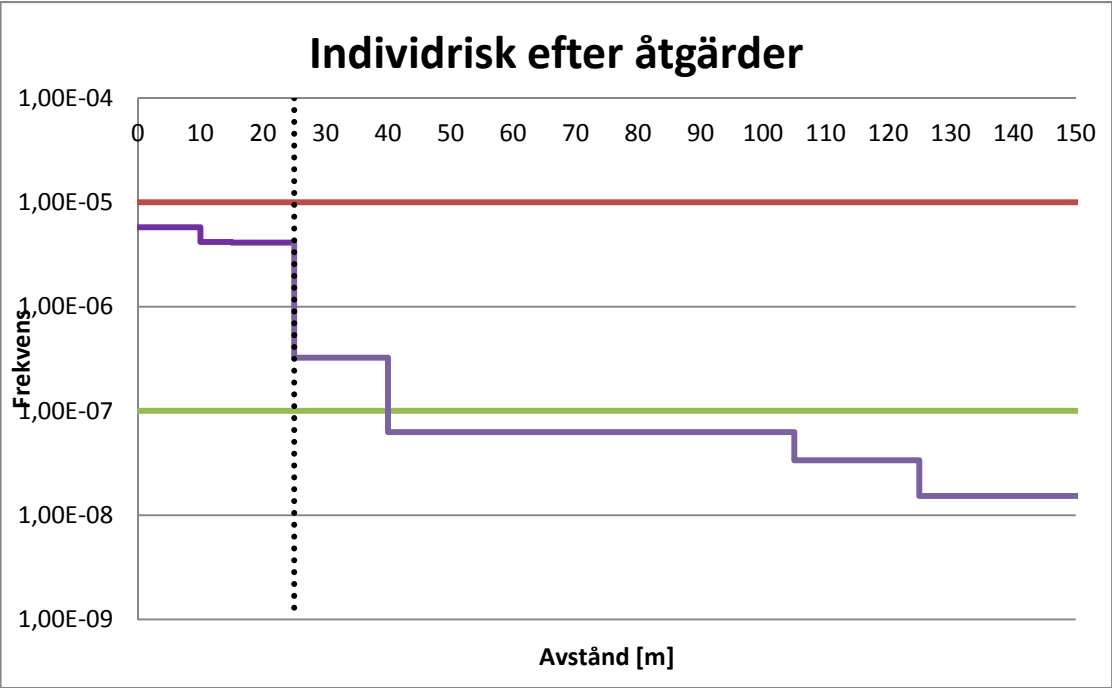
Individrisken är ett mått på sannolikheten att omkomma på ett givet avstånd från riskkällan under ett år.

Brandkonsulten AB har gjort en bedömning av området utifrån de givna förutsättningar som finns för byggnaden och området med utgångspunkt i de resonemang som presenterats i kapitel 10.

Riskenivån för vissa scenarier har reducerats med hänsyn till de åtgärder som vidtagits samt de naturliga barriärer i form av byggnader och markförhållanden som finns. De personer som kan förväntas befinna sig inomhus utsätts inte för riskerna i lika stor utsträckning som utomhus varför ett givet avstånd och frekvens inte ger hela riskbilden.

Brandkonsulten AB har antagit att inga personer befinner sig på parkeringen vid det givna tillfället för olycka då denna yta inte nyttjas för stadigvarande vistelse. Personer befinner sig alltså inte närmare E 18 än 25 m. Scenarier som når längre än 25 m men som inte kan förväntas påverka människor inne i byggnaden har reducerats.

I scenarier med brandfarlig vätska är individrisken inne i byggnaden i princip 0 eftersom byggnaden reducerar strålningen. För att fånga upp att personer kan vistas utanför byggnaden inom konsekvensområdena har frekvensen dock reducerats med 90 % istället för 100 %. Brandkonsulten AB bedömer att detta är ett mycket konservativt antagande. Desamma gäller för brandfarlig gas. För giftig gas har frekvensen har reducerats med 80 % med samma argument. Figuren visar reducerad individrisk efter 25 m avstånd från vägen.



Figur 11. Individrisk efter riskreducerande åtgärder och givna förutsättningar.

11.2 Samhällsrisk

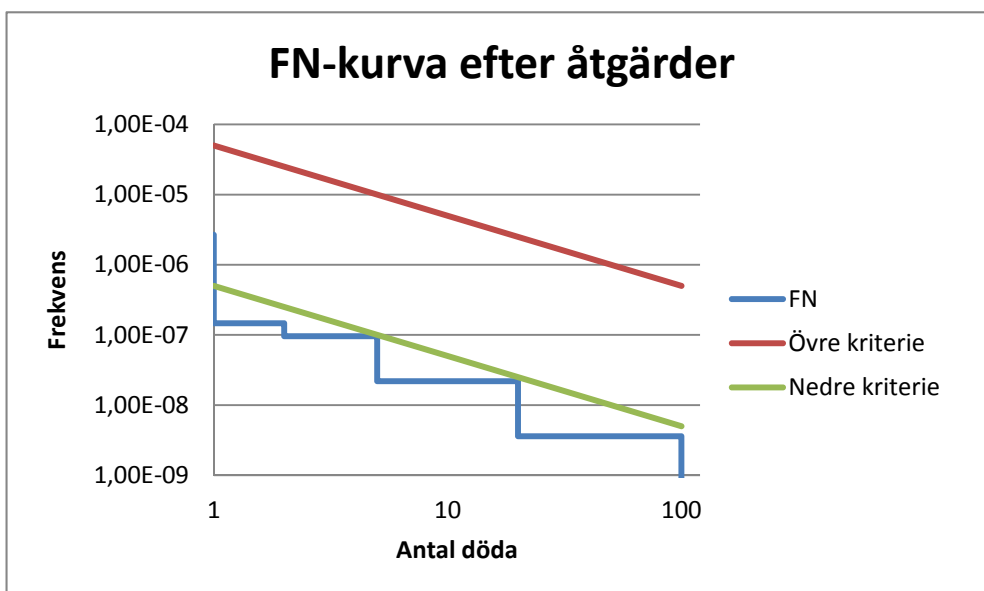
I figur 13 redovisas FN-kurva efter att åtgärder vidtagits och hänsyn tagits till områdets förutsättningar.

Tabell 7 Samhällsrisk med bedömt antal döda för respektive scenario.

Typ av farligt gods	Andel	Skadefall	Tidig/sen antändning. 50% för respektive/träff	Total olycksfrekvens med utsläpp och skada	Avstånd till kritiskt värde i meter	Antal döda
Massexplosiva ämnen	0,0001	Medel	1	3,59E-09	25	100*
Brandfarlig vätska	0,2580	Litet	1	1,26E-06	<10	0

Brandfarlig gas	0,0280	Mellan	1	1,26E-06	15	0
		Stort	1	2,53E-06	37	1
		Litet	0,5	1,44E-07	<10	0
			0,5	1,44E-07	<10	0
		Mellan	0,5	5,71E-08	11	0
			0,5	5,71E-08	8	0
		Stort	0,5	4,58E-08	40	2
			0,5	4,58E-08	30	0
		Styckegods	0,1	5,49E-09	200	2
		Bleve	1	1,83E-08	105	20
Giftig gas	0,0006	Litet	1	1,22E-07	45	0
		Mellan	1	4,08E-08	126	5
		Stort	1	3,27E-08	470	5

\*Personer omkommer till följd av byggnadsras.



Figur 12. FN-kurva efter riskreducerande åtgärder.

Samhällsrisk efter åtgärder ligger nedanför nivån med huvudsakligen acceptabla risknivåer. De scenarier som har hög frekvens ger upphov till få antal döda vilket gör att samhällsrisk som helhet ligger på en acceptabel nivå.

## 12 Hantering av osäkerheter

Vid analys av risker måste osäkerheter i indata och bedömningar särskilt beaktas. I arbetet med aktuella bedömningar har detta inneburit att statistikuppgifter avseende mängder transporterat farligt gods beaktats med försiktighet.

Denna bedömning ger en stor osäkerhet avseende transporterade ämnesklasser och transportmängder, då det inte finns någon begränsning av vad som får transporteras på en transportväg för farligt gods, vilket innebär att andra ämnen och mängder kan transporteras i framtiden jämfört med vad som transporteras idag.

Dock verkar trenden var att mängden farligt gods på vägnätet minskar succesivt. Trafikanalys har gjort en kartläggning av lastbilstrafik mellan åren 2000 och 2012 där mängderna minskar, delvis som en följd av att branschen arbetar aktivt med att minska mängden transporter på det svenska vägnätet. Det finns därmed ingen anledning att tro att transporterad mängd på vägnätet skulle öka framöver.

När det gäller bedömningar av konsekvenser är det viktigt att beakta att dessa utgår från erfarenheter inom Brandkonsulten AB utifrån litteraturstudier, tidigare utförda riskanalyser och bedömningar, arbete inom kommunal räddningstjänst m m. För en läsare av denna riskbedömning är det därför viktigt att beakta att resultatet skulle kunna skilja sig åt om någon annan utfört analysen.

### **13 Slutsats**

Brandkonsulten AB bedömer att vissa vid projekteringen riskreducerade åtgärder ska genomföras för att risknivån ska anses acceptabel.

Nedanstående punkter ska implementeras vid detaljprojektering av byggnaden och omgivande mark:

- Utrymningsvägar ska primärt vara vända från E 18. Alternativa utrymningsvägar får dock finnas i den fasad som vetter mot E 18 för att säkerställa utrymningen vid en brand i byggnaden.
- Marken mellan byggnaden och E 18 utformas så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras. Ytan kan nyttjas för ytparkering.
- Barriär med lägst laminerat glas placeras på betongkant kring huvudentrén upp till en höjd av lägst 2 m från entréplanets golv.
- Glasytor i fasad som vetter mot E 18 utförs med laminerat glas.
- Fasad mot E 18 utförs i obrännbart material.
- Luftintag placeras ej i fasad mot E 18.

Följande förutsättningar för byggnadens placering och utformning behöver behållas under projekterings gång.

- Byggnaden placeras minst 25 m från E 18.
- Tät vägg mot E 18 behålls i så stor utsträckning som möjligt. Glas in mot samlingslokalen får endast förekomma som smala fönsterband högst upp mot taket.

I planbeskrivningen ska hänvisning göras till denna riskbedömning för utformning av planområdet.

De föreslagna åtgärderna minskar risknivåerna för både individ- och samhällsrisk. Under förutsättning att ovanstående riskreducerande åtgärder utförs och övriga förhållanden inom området och för byggnaden vidtas bedöms risknivån som acceptabel för området.

## 14 Referenser

Länsstyrelserna (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands Län). (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.*

Olsson, S. & Wasting, M. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer.* Rapport 2000:1, Stockholm: länsstyrelsen i Stockholms län.

Slettenmark, O. (2003). *Risikanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?* Rapport 15:2003, Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Räddningsverket, (2008). *hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer.*

Davidsson, G., Lindgren, M., & Mett, L. (1997). *Värdering av risk.* Karlstad: Statens räddningsverk.

SRV, (1996). *Farligt Gods, riskbedömning vid transport.* B20-194/96.

Räddningsverket. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter, September 2006.*

## Bilaga A Frekvensberäkningar

### 14.1 Transporter av farligt gods på väg

I anslutning till aktuellt planområde transporteras farligt gods. Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under exempelvis transporter. Begreppet transport innefattar såväl förflyttning av godset som lastning och lossning samt kortare förvaring och hantering i samband med transport.

Farligt gods kan enligt ADR-S, vilket är ett internationellt regelverk gällande farligt gods-transporter på väg och i terräng, delas in i olika klasser för ämnen med liknande egenskaper.

Farligt godstransporter kan utgöras av explosiva varor, gaser (brännbara, giftiga etc), brandfarliga vätskor etc. Normalt är att ca 70 % av farligt godstransporterna utgör brandfarliga vätskor, medan övriga transporter huvudsakligen utgörs av, gaser (brännbara, giftiga etc) explosiva varor och oxiderande ämnen.

Räddningsverket (1998 och 2006) har dock genomfört en kartläggning av farligt gods-transporter på vägar i hela landet. Vid mätningen som ägde rum såg fördelningen mellan klasserna ut enligt tabell nedan.

Klass	1998 <sup>2</sup>		2006 <sup>3</sup>	
	Ton/år	Transp./år	Ton/år	Transp./år
1	40-400	1-10	0-840	0-21
2	4 000-20 000	100-500	105 600-180 300*	2 640-4 508
3	80 000-200 000	2 000-5 000	1 200-198 000	30-4 950
4	40-400	1-10	0-3 240	0-81
5.1	2 000-10 000	50-250	0-5 880	0-147
5.2	-	-	24-60	1-2
6	4 000-20 000	100-500	0-1 080	0-27
7	-	-	-	-
8	4 000-20 000	100-500	0-139 200	0-3 480
9	40-800	1-20	0-138 000	0-3 450
<b>Totalt</b>	<b>110 120-291 600</b>	<b>2 753-7 290</b>	<b>106 824-666 600</b>	<b>2 671-16 665</b>

\* I 2006 års kartläggning redovisas klass 2 i underklasserna enligt följande:

- Klass 2.1: 0-21 600 ton/år (0-864 transporter/år)
- Klass 2.2: 105 600-158 400 ton/år (4 225-6 335 transporter/år);
- Klass 2.3: 0-300 ton/år (0-12 transporter/år)

Enligt statistik från MSB (myndigheten för samhällsskydd och beredskap) kan mängden transporter med farligt gods uppskattas enligt tabellen. MSB har kartlagt mängder under sista kvartalet 1998 och under september månad 2006.

En medeltransport av farligt gods bedöms vara brandfarlig vätska. En transport med brandfarliga vätskor brukar normalt omfatta ca 40 ton. Detta värde har använts för att räkna om transporterad mängd till antalet transporter för respektive klass samt total transporterad mängd.

Värden för 2006 har använts då de kan antas vara mer representativa för dagens transportmängd. Värden från 1998 har nyttjats som referensvärden.

<sup>2</sup> Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige under fjärde kvartalet 1998, Statens räddningsverk, 1998, ([www.srv.se](http://www.srv.se))

<sup>3</sup> Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige under september 2006, Statens räddningsverk, 2007 ([www.srv.se](http://www.srv.se))

## 14.2 Frekvens för trafikolycka med farligt godsfordon

I detta avsnitt presenteras en frekvensanalys avseende trafikolyckor med farligt godsfordon. Den erhållna frekvensen anger det förväntade antalet trafikolyckor per år där farligt godstransporter är inblandade. Det beräknade värdet kan därmed användas som en grundläggande parameter i den vidare analysen av samtliga scenarier som innefattar olyckor med farligt godstransporter på E 18. Observera att detta endast innebär frekvensen för trafikolycka och inkluderar farligt godstransporter och inte utsläpp och/eller eventuella följdverkningar av olyckan.

För att kunna göra beräkning av frekvens för farligt godsolycka på väg enligt VTI-modellen krävs information kring tre huvudsakliga kategorier; 1) det totala antalet singel- och kollisionsoolyckor på det aktuella vägavsnittet, 2) det totala trafikflödet på vägavsnittet (även kallat årsmedeldygnstrafik, ÅDT) samt 3) andelen fordon av det totala trafikflödet som är skyltade med farligt gods.

### 14.2.1 Antal singel- och kollisionsoolyckor

Antalet singel- och kollisionsoolyckor på vägavsnittet kan om tillräcklig statistik saknas skattas med hjälp av en metod framtagen av SRV (1996). Beräkningen sker enligt nedan.

$$O = \text{olyckskvot} \cdot \text{trafikarbete} \quad (\text{Ekv 1})$$

där;

$O$  = antalet förväntade singel- och kollisionsoolyckor

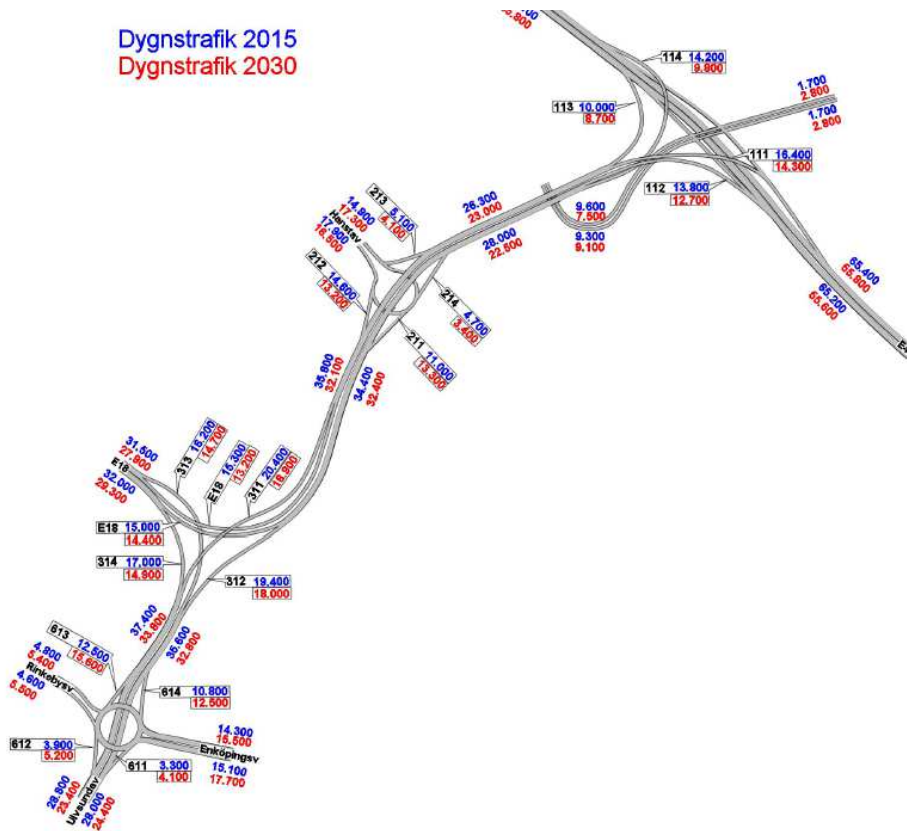
$\text{Olyckskvot}$  = tabellvärde baserat på bebyggelse, vägtyp och hastighetsbegränsning.

$$\text{Trafikarbete} = \text{ÅDT} \cdot 365 \cdot \text{vägdelens längd i kilometer} \cdot 10^{-6} \quad (\text{Ekv 2})$$

#### 14.2.2 Totala trafikflödet (ÅDT)

Årsmedelsdygnstrafiken för vägen har hämtats från prognos framtagen av vägverket konsult 2006-10-16 och refererad i Grontmij's översiktsbild nedan.

Dygnstrafik 2015  
Dygnstrafik 2030



Dygnstrafik 2015 och 2030 U2  
Trafikmängder och svängandelar baseras  
på prognos framtagen av  
Vägverket Konsult 2006-10-16



ÅDT uppskattas till 63500 i båda riktningarna. Detta är dock konservativt eftersom kortaste avståndet till byggnaden endast gäller för närmaste vägbana.

Vägdelen där E 18 passerar berört planområde har uppskattats till 500 m. Brandkonsulten AB är medveten om att avståndet är kortare i verkligheten, men för att vara konservativ och för att underlätta beräkningsgången har 500 m antagits. VTI-modellen som används vid beräkningarna utgår från 1 km vägsträcka.

#### 14.2.3 Andelen fordon som är skyltade med farligt gods

Transporter med brandfarliga vätskor utgör det största antalet transporter förbi aktuellt planområde. En medeltransport av farligt gods bedöms därför utgöras av brandfarliga vätskor. En transport med brandfarliga vätskor brukar normalt omfatta ca 40 ton. Det innebär vidare att Brandkonsulten AB uppskattar att det sker 9660 transporter av farligt gods per år förbi området, vilket i sin tur ger ca 27 transporter av farligt gods per dygn.

Andelen fordon skyltade med farligt gods är därmed  $27/63500 = 0,000425 = 4,25 \cdot 10^{-4}$ , givet att det totala trafikflödet uppgår till ca 63 500 fordon/dygn.

#### 14.2.4 Beräkning av antalet trafikolyckor med farligt gods

För att slutligen skatta frekvensen för trafikolyckor med farligt godsfordon används nedanstående beräkning (SRV, 1996).

$$\text{Olyckor med farligt godsfordon/år} = O((Y \cdot X) + (1 - Y)(2X - X^2)) \quad (\text{Ekv 3})$$

där;

$O$  = antalet olyckor på vägningsnittet = Ekv 1.

$Y$  = andelen singelolyckor på vägningsnittet (tabellvärde).

$X$  = andelen transporter skyltade med farligt gods.

Området inom vilket olycksfrekvensen analyseras betraktas som tätort. Det aktuella avsnittet av vägen betraktas som gata/väg och har hastighetsbegränsningen 70 km/h. Enligt tabellvärden i SRV (1996) ger detta en olyckskvot på 0,6 och andel singelolyckor på 0,3. Vägningsnittet förbi planområdet är ca 500 m.

Tabellen redovisar en sammanställning av indata samt beräkningsresultat med insättning i Ekv 1, 2 och 3.

<b>VTI-modellen</b>		
<b>Väggtyp och hastighet</b>	Gata/väg, 70 km/h	
<b>Längd (a)</b>	0,50	
<b>ADT (b)</b>	63500	
<b>Trafikarbete (<math>a \cdot b \cdot 365 \cdot 10^6 = c</math>)</b>	11,59	
<b>Olyckskvot (tabell)</b>	0,60	
<b>Antal olyckor (olyckskvot <math>\cdot c</math>) (<math>O</math>)</b>	6,95	
<b>Andel singelolyckor (<math>Y</math>)</b>	0,3	
<b>Index för FG-olycka (tabell)</b>	0,13	
<b>Antal fordon skyltade med FG per dygn</b>	27,00	
<b>Andel fordon skyltade med FG (<math>X</math>)</b>	4,25E-04	
<b>Antal fordon skyltade med FG i trafikolycka per år (modellen)</b>	5,03E-03	per år
<b>Förväntat antal år mellan fordon skyltade med FG i trafikolycka</b>	199	år
<b>antal FG-olyckor (modell <math>\cdot</math> index)</b>	6,53E-04	
<b>Förväntat antal år mellan FG-olyckor (<math>1/(\text{modell} \cdot \text{index})</math>)</b>	1531	år

Ovanstående beräkningar visar att frekvensen för trafikolyckor som involverar farligt godsfordon på E 18 förbi aktuellt område är ca  $5,03 \cdot 10^{-3}$  olyckor per år. Detta innebär att det på platsen förväntas ske en trafikolycka med farligt godsfordon på ca 1531 år.

Genom att multiplicera startvärdet med andelen transporter av respektive klass samt med sannolikheten för utsläpp och antändning/vindriktning etc erhålls nedanstående frekvenser för respektive scenario.

Andelen för respektive klass har beräknats genom att ta medelvärdet för antalet av respektive klass dividerat med medelvärdet av totala antalet transporter.

Klass	1998[1]		2006[2]		Andel
	Ton/år	Transp./år	Ton/år	Transp./år	
1	40-400	1-10	0-840	0-21**	1,10E-03
2	4 000-20 000	100-500	105 600-180 300*	2 640-4 508*	0,37
3	80 000-200 000	2 000-5 000	1 200-198 000	30-4 950	0,258
4	40-400	1-10	0-3 240	0-81	0,0042
5.1	2 000-10 000	50-250	0-5 880	0-147	0,0076
5.2	-	-	24-60	1-2	2,00E-04
6	4 000-20 000	100-500	0-1 080	0-27	0,0014
7	-	-	-	-	0
8	4 000-20 000	100-500	0-139 200	0-3 480	0,1801
9	40-800	1-20	0-138 000	0-3 450	0,1786
<b>Totalt</b>	<b>110 120-291 600</b>	<b>2 753-7 290</b>	<b>106 824-666 600</b>	<b>2 671-16 665</b>	

\* I 2006 års kartläggning redovisas klass 2 i underklasserna enligt följande:

- Klass 2.1: 0-21 600 ton/år (0-864 transporter/år)
- Klass 2.2: 105 600-158 400 ton/år (4 225-6 335 transporter/år);
- Klass 2.3: 0-300 ton/år (0-12 transporter/år)

\*\* För explosiva varor har det konservativt i beräkningarna antagits att 10 % av mängden klass 1 utgörs av massexplosiva ämnen.

Typ av farligt gods	Andel	Skadefall	Sannolikhet för resp skadefall	Sannolikhet för antändning/vind-riktning/detonation	Tidig/sen antändning. 50% för respektive/träff	Total olycksfrekvens med utsläpp och skada
Massexplosiva ämnen	0,0001	Medel	1	0,05	1	3,59E-09
Brandfarlig vätska	0,2580	Litet	0,25	0,03	1	1,26E-06
		Mellan	0,25	0,03	1	1,26E-06
		Stort	0,5	0,03	1	2,53E-06
Brandfarlig gas	0,0280	Litet	0,525	0,03	0,5	1,44E-07
			0,525	0,03	0,5	1,44E-07
		Mellan	0,208	0,03	0,5	5,71E-08
			0,208	0,03	0,5	5,71E-08
		Stort	0,167	0,03	0,5	4,58E-08
			0,167	0,03	0,5	4,58E-08
		Styckegods	0,1	0,03	0,1	5,49E-09
		Bleve	0,001	1	1	1,83E-08
Giftig gas	0,0006	Litet	0,625	0,5	1	1,22E-07
		Mellan	0,208	0,5	1	4,08E-08
		Stort	0,167	0,5	1	3,27E-08
Övrigt	0,7134					

\_\_\_\_\_

Andelen för brandfarlig gas och giftig gas utgör en del av totala andelen av klass 2, gaser. Särredovisning för brandfarlig gas gav 0-540 transporter/år. Vilket ger en andel på 0,027. För giftig gas beräknades 0-12 transporter/ år vilket ger en andel på 0,0006.

Andelen massexplosiver har antagits till 10 % av den totala mängden av transporterna i klass 1.

Sannolikheten för respektive skadefall är hämtade ur "riskbedömning vid transport"(SRV 1996). Andelen styckegods har antagits utgöra 10 % av transporterna. Dessa 10 % har tagits bort från andelen litet utsläpp med brandfarlig gas då det ansetts som mest sannolikt. Sannolikheten för att träffas vid olycka med styckegods kan anses relativt liten även om det sker en olycka då det krävs att personer träffas av en flygande gasflaska/splitter för att ett skadefall ska inträffa. Sannolikheten att träffas är oerhört svår att uppskatta men för att kunna beräkna individrisken har sannolikheten att träffas av en flygande flaskas bedömts till 10 %.

Sannolikhet för antändning givet en farligt gods-olycka har antagits till värden i enlighet med "riskbedömning vid transport"(SRV 1996). För giftig gas har 50 % av scenarierna antagits blåsa mot det berörda området och i 50 % av fallen har det antagits att det blåser från det berörda området. Vid mer detaljerad studie med spridningsvinklar m m skulle sannolikheten troligen vara lägre vilket innebär att antagandet är konservativt. De vanligaste tryckkondenserade gaserna antingen är tunga (svaveldioxid och klorgas) eller vattenlösliga (ammoniak) vilket medför att sannolikheten att de påverkar aktuell byggnad är ytterligare mindre.

Sannolikhet för detonation i samband med en olycka med massexplosiver har antagits till 5 % vilket kan anses konservativt. De scenarier som skulle kunna innebära detonation är en kraftig kollision alternativt en större brand. Sannolikheten för en större brand kan uppskattas i samma härad som antändning vid brandfarlig vätska eller brandfarlig gas vilket enligt "riskbedömning vid transport" uppgår till 3 %. Övriga 2 % utgörs av detonation som uppkommer till följd av kollision.

## **Bilaga B Analys av konsekvenser vid olycka med brandfarlig vätska**

Följande beräkningar syftar till att utreda vilka infallande strålningsnivåer som uppnås vid en pölbrand från vägtransport med brandfarlig vätska som läckt ut.

### **B.1 Beräkning av infallande strålning**

Att beräkna infallande strålning från en yta mot en punkt med givet avstånd består i huvudsak av två moment. Det första är att bestämma hur stor den emitterade effekten är. Det andra momentet är att bestämma hur stor del av den emitterade effekt som träffar målet, dvs beräkning av den synfaktorn ( $\Phi$ ).

#### **Emitterad effekt**

För bestämning av hur stor utstrålningsintensitet en brand har, kan dels empiriskt framtagna ekvationer användas, dels data från genomförda fullskaleförsök.

Genomförda fullskaleförsök<sup>4</sup> visar att vissa ekvationer som kan användas för att beräkna emitterad effekt för stora pölbränder ger högre strålningsnivåer jämfört med nämnda fullskaleförsök. Förklaringen till det kan vara att det i ekvationerna antas att fullständig förbränning av bränslet sker, vilket sällan är fallet med fritt brinnande bränslen. Förbränningen i en stor pölbrand sker med underskott av syre, vilket ger ett ansenligt inslag av sot som fångar upp en betydande del av den emitterade effekten och minskar temperaturen i flamzonen. Lägre temperatur ger lägre emitterad effekt. Mindre pölbränder har en bättre förbränning då luftens syre når större delen av bränslet. Det medför att mindre pölbränder i vissa fall har högre emitterad effekt, genom bl a ökad temperatur i flamzonen, än stora bränder.

En pöl med en diameter av ca 11 m emitterar ca 60 kW/m<sup>2</sup> enligt de genomförda fullskaleförsöken. Fullskaleförsök visar på att en pöl med diameter mellan 1-3 m emitterar mellan 85-130 kW/m<sup>2</sup>.

Det dimensionerande värdet som använts vid beräkningarna är 60 kW/m<sup>2</sup>. Detta motsvarar en genomsnittlig flamtemperatur på ca 835 °C.

Den emitterade effekten blir förhållandevis liten på grund av att en mindre brand har en mindre synfaktor. Ytterligare studier av mindre bränder bedöms inte nödvändiga i det här fallet tack vare den begränsade infallande strålningsnivån.

#### **Dimensionerande utsläpp**

Utsläpp i händelse av en olycka vid transport av brandfarlig vätska på väg är antagen att ske representerat av tre dimensionerande händelser:

1. Litet utsläpp: 0,1 kg/s, total utsläpp mängd: 180 kg (0,3 m<sup>3</sup>)
2. Mellan utsläpp: 1,1 kg/s, total utsläpp mängd: 1986 kg (3 m<sup>3</sup>)
3. Stort utsläpp: 19,3 kg/s, total utsläpp mängd: 34 800 kg (50 m<sup>3</sup>)

Värden på dimensionerande scenarier är valda i enlighet med värden för "Bensin" i *Farligt gods, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Journal of Fire Protection Engineering, vol. 1, no. 4, pages 141-149, October, November, December 1989.

<sup>5</sup> SRV, (1996). *Farligt gods, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. B20-194/96.

Vid utsläpp och efterföljande brand är utsläppshastighet och utsläppt mängd inte direkt avgörande för det maximala skadeområdet utan storleken på den brinnande pölen är det som primärt påverkar, både beräknad flamhöjd och infallande strålning från branden. Ett större utsläpp ger normalt en större pöl, men i varje enskilt fall måste de yttre förutsättningarna för ett utsläpps utbredning beaktas (naturliga invallningar, marklutning, underlag etc).

Brandkonsulten AB har gjort följande bedömning av maximal pöl för respektive utsläppsfall:

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Litet utsläpp:       | 10 m <sup>2</sup>  |
| 2. Mellanstort utsläpp: | 100 m <sup>2</sup> |
| 3. Stort utsläpp:       | 500 m <sup>2</sup> |

För litet och mellanstort utsläpp motsvarar detta ett utsläpp med ett genomsnittligt pöldjup om 0,03 m (utan hänsyn till att vätska tränger ner i marken).

För ett stort utsläpp antas pölen i första hand begränsas av de invallande förutsättningarna. En pölstorlek om 500 m<sup>2</sup> antas inte direkt vara representativt för detta scenario utan dimensionerande scenario antas vara 100 m<sup>2</sup> vilket anses rimligt.

### Beräkning av flamhöjd

För att bestämma hur stor en flamma från en pölbrand blir finns olika empiriskt framtagna ekvationer att tillgå. I denna rapport har en ekvation av Thomas (1963)<sup>6</sup> använts för beräkning av flamhöjder.

Thomas ekvation:

$$H_f = 42D \left[ \frac{\dot{m}''}{\rho \sqrt{gD}} \right]^{0,61}$$

där D är brandens diameter (m), m'' är förbränningshastighet (kg/m<sup>2</sup>s), g är tyngdaccelerationen (m/s<sup>2</sup>) och ρ är luftens densitet (kg/m<sup>3</sup>).

	Litet utsläpp	Mellan utsläpp	Stort utsläpp
	Area <sub>pöl</sub> = 10m <sup>2</sup>	Area <sub>pöl</sub> = 100m <sup>2</sup>	Area <sub>pöl</sub> = 500m <sup>2</sup>
<b>Flamhöjd</b>	3,6 m	11 m	25 m

### Synfaktor

Med hjälp av beräknad flamhöjd och pölens utbredning approximeras i det här fallet flammen, dvs den emitterande kroppen, med en rektangel. Pölens diameter utgör rektangelns bas och flammans höjd utgör rektangelns höjd.

Enligt ekvationer i The SFPE Handbook<sup>7</sup> har synfaktorer (Φ) beräknats för en cirkulär pölbrand med varierande areor av 10, 100 och 500 m<sup>2</sup> på avstånden 10, 20, 25, 30 och 40, 50 m.

### Synfaktorer (Φ) för antagna pölstorlekar.

<sup>6</sup> "The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", National Fire Protection Association.

2nd ed. Quincy, 1995.

<sup>7</sup> "The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", National Fire Protection Association.

2nd ed. Quincy, 1995.

	Litet utsläpp	Mellan utsläpp	Stort utsläpp
Avstånd [m]	Area <sub>pöl</sub> = 10m <sup>2</sup>	Area <sub>pöl</sub> = 100m <sup>2</sup>	Area <sub>pöl</sub> = 500m <sup>2</sup>
10	0,093	0,405	0,723
20	0,026	0,158	0,416
25	0,017	0,108	0,317
30	0,012	0,079	0,246
40	0,007	0,046	0,157
50	0,004	0,030	0,107

## B.2 Dimensionerande skada

För det dimensionerande skadefallet beaktas både skador på personer utomhus och inomhus.

Gränsvärde för personskada inomhus är antaget till 15 kW/m<sup>2</sup> mot fasaden då detta är accepterat gränsvärde för skydd mot brandspridning mellan byggnader i BBRAD<sup>8</sup>.

Över 15 kW/m<sup>2</sup> finns en risk att antändning av material kan ske med pilotlåga. Strålningsnivån är då också så hög att det inte går att utrymma förbi ett område som utsätts för denna strålning. Därmed är gränsvärdet för personer utomhus även satt till denna nivå.

Personer som vistas i en lokal som utsätts för mer än 15 kW/m<sup>2</sup> där man inte har möjlighet att själv utrymma eller där man inte har möjlighet att utrymma bort från strålningskällan antas påverkas av strålningsnivån.

## B.3 Resultat

Den infallande strålningsintensiteten mot en punkt beräknas med följande ekvation<sup>9</sup>:

$$I = E \cdot \Phi$$

där E är den emitterade effekten (kW/m<sup>2</sup>) och  $\Phi$  är synfaktorn.

Infallande strålning har beräknats vid en punkt vinkelrätt mot flammans centrum, dvs på höjden  $h_{\text{flamma}}/2$ . Infallande strålningsnivåer som överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> har markerats i röd text. Dimensionerande scenario har varit en pöl om 100 m<sup>2</sup> vilket antas vara värsta troliga scenario. Gränsvärde på 15 kW/m<sup>2</sup> underskrids därmed på det avstånd där byggnaden är placerad (25 m).

	Litet utsläpp	Mellan utsläpp	Stort utsläpp
Avstånd [m]	Area <sub>pöl</sub> = 10m <sup>2</sup>	Area <sub>pöl</sub> = 100m <sup>2</sup>	Area <sub>pöl</sub> = 500m <sup>2</sup>
10	5,29 kW/m <sup>2</sup>	24,2* kW/m <sup>2</sup>	60,1 kW/m <sup>2</sup>
20	1,57 kW/m <sup>2</sup>	9,4 kW/m <sup>2</sup>	34,5 kW/m <sup>2</sup>
25	1,02 kW/m <sup>2</sup>	6,49 kW/m <sup>2</sup>	26,3 kW/m <sup>2</sup>
30	0,71 kW/m <sup>2</sup>	4,70 kW/m <sup>2</sup>	20,4** kW/m <sup>2</sup>

<sup>8</sup> BBRAD, Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2011:27, Boverket, 2011

<sup>9</sup> ”Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker.” FOA rapport R—97-00490-990-SE

40	0,41 kW/m <sup>2</sup>	2,76 kW/m <sup>2</sup>	13,0 kW/m <sup>2</sup>
50	0,26 kW/m <sup>2</sup>	1,81 kW/m <sup>2</sup>	8,88 kW/m <sup>2</sup>

\*Avstånd till gränsvärdet 15 kW/m<sup>2</sup> är ca 15m för ett mellan utsläpp

\*\* Avstånd till gränsvärdet 15 kW/m<sup>2</sup> är ca 37m för ett stort utsläpp

#### **B.4 Slutsats och diskussion**

Vid mellan och litet utsläpp bedöms konsekvenserna inom det undersökta området vara mycket små. Vid stort utsläpp uppnås höga stålningsvärden mot byggnaden. Dock är personer vakna och kan utrymma bort från riskkällan. Ett utsläpp om 500 m<sup>2</sup> är heller inte särskilt troligt och bedöms inte sannolikt som dimensionerande scenario. Ingen hänsyn har heller tagits till nivåskillnaderna mellan vägbana och byggnad i beräkningarna vilket ger konservativa värden.

Beräkningarna har gjorts med ett antal konservativa antaganden:

- Spontan antändning av fasta material sker vid ca 33 kW/m<sup>2</sup>. Mellan 15 och 30 kW/m<sup>2</sup> infallande strålning krävs normalt pilotlåga för att antändning ska kunna ske. En person kan dock inte utsättas för dessa strålningsnivåer.
- Infallande strålning beräknades vid flammans centrum. Detta ger det största strålningsbidraget, men det antas att hela fasaden inom beräknad flamhöjd utsätts för beräknad strålning.

## **15 Bilaga C Analys av konsekvenser vid olycka med brandfarlig gas på E 18**

Beräkningar har genomförts i programmet gasol för att undersöka vilka konsekvenser utsläpp av gasol som antänder har mot berörd byggnad.

Fyra scenarier med olika utsläppsstorlekar har antagits vilket antas täcka in de scenarier som kan tänkas uppkomma. Sen antändning vilket ger upphov till gasmolnexplosion har inte beräknats särskilt då BLEVE antas täcka in konsekvensområden större än så. Dock har uppdelning av frekvens och konsekvens, dvs antalet döda för scenario med sen antändning har antagits vara ett annat än för tidig antändning vilket ger upphov till jetflamma. Givet att läckaget antänder har fyra scenarier utretts. Litet utsläpp, mellanstort utsläpp, stort utsläpp och BLEVE.

Skadeområdet för respektive scenario har antagits till det avstånd där 3:e gradens brännskador uppkommer. Inom denna sträcka kan personer utomhus som inte förväntas hinna undan i tid förolyckas. Inne i byggnaderna har personer antagits förolyckas endast vid scenariot med BLEVE då övriga scenarier inte kan förväntas påverka byggnadens konstruktion i sådan omfattning att personer omkommer.

För styckegods har konsekvensområdet antagits till det avstånd dit splitter kan förväntas flyga. Sannolikheten att träffas är dock mycket liten.

### **UTDATA FRÅN GASOL (LITET)**

#### **INDATA**

##### **LAGRING:**

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad.

UTSLÄPPSTYP: Hål i tank nära vätskeytan

Cd-värde: 0,83

##### **TANKEN:**

Form: cylindrisk

Diameter: 2,0 m

Längd: 8,0 m

Fyllnadsgrad : 80 %

##### **HÅLETS STORLEK:**

Hålets diameter: 4 mm

Hålets area: 0,00001 m<sup>2</sup>

Utsläppstid: 1500 s

##### **OMGIVNING:**

Vägg o dyl nära: Nej

Uppsamling: Nej

Tanken innehåller 10282,71 kg gasol  
men utsläppt massa blir 144,09 kg  
eftersom utsläppet varar 1500,00 s

#### VÅDER

Lufttrycket är 760 mmHg  
Temperaturen är 15 °C med en relativ luftfuktighet på 50%  
Det blåste 3 m/s på 2 m's höjd  
Natt, mulet.

#### UTDATA FRÅN JETFLAMMA

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma  
Jetflammans längd är 2,8 m

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador	3,8 m
2:a gradens brännskador	4,8 m
1:a gradens brännskador	5,8 m

Avstånd från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador	2,0 m
2:a gradens brännskador	3,0 m
1:a gradens brännskador	4,0 m

#### Spridning

##### KONTROLL AV INDATA

1: Utsläppshastighet:	0.10 kg/s
2: Utsläppstemperatur:	288.00 K
3: Utgångstryck:	5.83 bar
4: Utsläppsdiаметer:	0.004 m
5: Vinkel till horisontellt:	0.00 deg
6: Höjd ovan mark:	1.00 m
7: Andel ånga vid utgången:	0.3349 kg/kg

#### Beräknade värden

Moment input	24.0 kgm/s <sup>2</sup>
Enthalpi input	19.1 kJ/s
Specific enthalpi	198.5 kJ/kg
Max. Två-fas flöde	0.01 kg/s

#### I utgångsplanet

Densitet	30.874 kg/m <sup>3</sup>
Tryck	5.8 bar

Hastighet 247.59 m/s

Efter flashing :

Densitet 3.487 kg/m<sup>3</sup>

Temperatur 231.0 K

Hastighet 249.40 m/s

UTDATA FRÅN GASOL (MELLAN)

INDATA

LAGRING:

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad.

UTSLÄPPSTYP: Hål i tank nära vätskeytan

Cd-värde: 0,83

TANKEN:

Form: cylindrisk

Diameter: 2,0 m

Längd: 8,0 m

Fyllnadsgrad: 80 %

HÅLETS STORLEK:

Hålets diameter: 12 mm

Hålets area: 0,00011 m<sup>2</sup>

Utsläppstid: 3600 s

OMGIVNING:

Vägg o dyl. nära: Nej

Uppsamling: Nej

Tanken innehåller 10282,71 kg gasol

men utsläppt massa blir 3112,28 kg

eftersom utsläppet varar 3600,00 s

**VÄDER:**

Lufttrycket är 760 mmHg

Temperaturen är 15 °C med en relativ luftfuktighet på 50 %

Det blåste 3 m/s på 2 m's höjd

Natt, mulet.

**UTDATA FRÅN JETFLAMMA**

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma

Jetflammans längd är 8,5 m

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 11,5 m

2:a gradens brännskador 12,5 m

1:a gradens brännskador 16,5 m

Avst. från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 5,0 m

2:a gradens brännskador 7,0 m

1:a gradens brännskador 11,0 m

**Spridning****KONTROLL AV INDATA**

1: Utsläppshastighet: 0.86 kg/s

2: Utsläpps temperatur: 288.00 K

3: Utgångstryck: 5.83 bar

4: Utsläppsdiameter: 0.012 m

5: Vinkel till horisontellt: 0.00 deg

6: Höjd ovan mark: 1.00 m

7: Andel ånga vid utgången: 0.3349 kg/kg

**Beräknade värden**

Moment input 215.6 kgm/s<sup>2</sup>

Enthalpi input 171.6 kJ/s

Specific enthalpi 198.5 kJ/kg

Max. Två-fas flöde 0.05 kg/s

**I utgångs planet:**

Densitet 30.874 kg/m<sup>3</sup>

Tryck 5.8 bar

Hastighet 247.59 m/s

UTDATA FRÅN GASOL (STORT)

INDATA

LAGRING:

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad.

UTSLÄPPSTYP: Hål i tank nära vätskeytan

Cd-värde: 0,83

TANKEN:

Form: cylindrisk

Diameter: 2,0 m

Längd: 8,0 m

Fyllnadsgrad: 80 %

HÅLETS STORLEK:

Hålets diameter: 43 mm

Hålets area: 0,00145 m<sup>2</sup>

Utsläppstid: 926 s

OMGIVNING:

Vägg o dyl nära : Nej

Uppsamling: Nej

Utsläppets varaktighet ändras till 926,31 s

eftersom massan i tanken endast är 10282,71 kg

VÅDER:

Lufttrycket är 760 mmHg

Temperaturen är 15 °C med en relativ luftfuktighet på 50 %

Det blåste 3 m/s på 2 m's höjd

Natt, mulet.

UTDATA FRÅN JETFLAMMA

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma

Jetflammans längd är 30,3 m

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 39,3 m

2:a gradens brännskador 44,3 m

1:a gradens brännskador 58,3 m

Avstånd från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 17,0 m

2:a gradens brännskador 24,0 m

1:a gradens brännskador 39,0 m

Spridning

KONTROLL AV INDATA

1: Utsläppshastighet: 11.10 kg/s

2: Utsläpps temperatur: 288.00 K

3: Utgångstryck: 5.83 bar

4: Utsläppsdiameter: 0.043 m

5: Vinkel till horisontellt: 0.00 deg

6: Höjd ovan mark: 1.00 m

7: Andel ånga vid utgången: 0.3349 kg/kg

Beräknade värden

Moment input 2768.5 kgm/s<sup>2</sup>

Enthalpi input 2203.3 kJ/s

UTDATA FRÅN GASOL (BLEVE)

INDATA

LAGRING:

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad.

TANKEN:

Form: cylindrisk

Diameter: 2,0 m

Längd: 8,0 m

Fyllnadsgrad: 80 %

TANKDATA:

Tankens vikt tom: 2000 kg

Designtryck: 7 bar

Bristningstryck: 2901324 bar

VÄDER:

Lufttrycket är 760 mmHg

Temperaturen är 15 °C med en relativ luftfuktighet på 50 %

Det blåste 3 m/s på 2 m's höjd

Natt, mulet.

UTDATA FRÅN BLEVE

Utsläppt massa var 10282,7 kg

BLEVEN's diameter var 130,47 m

BLEVEN varar i 9,1 s

BLEVEN befinner sig 97,85 m över marken.

Avstånd till 3:e gradens brännskador är 105 m

Avstånd till 2:a gradens brännskador är 164 m

Avstånd till 1:a gradens brännskador är 285 m

Tanken delas i 2 delar.

Dessa flyger 891,2 m

Spridning

## 16 Bilaga D Analys av konsekvenser vid olycka med giftig gas på E 18

Beräkningar har genomförts i programmet spridning i luft, som är en del i RIB, för att undersöka vilka konsekvenser utsläpp av giftig gas har mot berörd byggnad.

Klor har använts som dimensionerande ämne.

Tre scenarier med olika utsläppsstorlekar har antagits. Litet utsläpp, mellanstort utsläpp och stort utsläpp. Värden på dimensionerande scenarier är valda i enlighet med värden för "ammoniak" i *Farligt gods, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg* (SRV, 1996a).

Klor är en giftig gas som om den läcker ut vid en olycka kan orsaka skador och dödsfall genom förgiftning, främst genom inandning.

Klor är irriterande redan vid låga halter. I tabellen framgår hur verkan av klor är vid olika koncentrationer (FOA 1984).

### Koncentration (mg/m<sup>3</sup>), Verkan av klor

10-20	Tydlig klorlukt märkbar. Sveda i ögon och näsa. Högsta halt som kan inandas i en timma utan farlig verkan.
50	Omedelbar irritation i svalget.
100	Omedelbara hostattacker.
300	Kan medföra livshotande skador.
3 000	Livsfara redan efter några andetag.

Skadeområdet för respektive scenario har antagits till det avstånd där 300 mg/m<sup>3</sup> uppnås.

### INDATA STORT

Kemikalie	Klor UN-nummer 1017 CAS-nummer 7782-50-5
Omgivning	Öppet landskap (ytråhet 0,03 m).
Konc inomhus	Ventilationsintagen är på 32 m höjd. Byggnaderna har 0,5 luftväxlingar per timme.
Väder	Spridningen har beräknats för Vår, Dagsljus och Klart i Svealand. Stabilitetsklass C - Svagt instabil och 708 W/m <sup>2</sup> solinstrålning. Temperaturen är 10,0 °C, Vindhastigheten på 10 m höjd är 5,0 m/s och vindriktningen är 180 grader. Scenariot är skapat för 2013-05-15, 10:27.
Begränsningar	Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m. Den yttre beräkningsgränsen går vid 300 mg/m <sup>3</sup> .

## SCENARIORESULTAT

Antagande	Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas. Ingen pöl bildas. Den luftburna källstyrkan kommer från vätskeutströmningen från tank.
Beräkningar	Utsläppets källstyrka 9,4 kg/s (egendefinierad) Utsläppets varaktighet 60 minuter (egendefinierad)

**Resultat Stort utsläpp****9,4 kg/s****300 mg/m<sup>3</sup> på 470 m.****3000 mg/m<sup>3</sup> på 140 m.**Koncentration inomhus 0 mg/m<sup>3</sup> över tiden.

## INDATA MELLAN

Kemikalie	Klor UN-nummer 1017 CAS-nummer 7782-50-5
Omgivning	Öppet landskap (ytråhet 0,03 m).
Konc inomhus	Ventilationsintagen är på 32 m höjd. Byggnaderna har 0,5 luftväxlingar per timme.
Väder	Spridningen har beräknats för Vår, Dagsljus och Klart i Svealand. Stabilitetsklass C - Svagt instabil och 708 W/m <sup>2</sup> solinstrålning. Temperaturen är 10,0 °C, Vindhastigheten på 10 m höjd är 5,0 m/s och vindriktningen är 180 grader. Scenariot är skapat för 2013-05-15, 10:27.
Begränsningar	Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m. Den yttre beräkningsgränsen går vid 300 mg/m <sup>3</sup> .

## SCENARIORESULTAT

Antagande	Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas. Ingen pöl bildas. Den luftburna källstyrkan kommer från vätskeutströmningen från tank.
Beräkningar	Utsläppets källstyrka 0,70 kg/s (egendefinierad) Utsläppets varaktighet 60 minuter (egendefinierad)

**Resultat mellanutsläpp****0,7 kg/s****300 mg/m<sup>3</sup> på 126 m.****3000 mg/m<sup>3</sup> på 34 m.**Koncentration inomhus 0 mg/m<sup>3</sup> över tiden.**INDATA LITET**

Kemikalie Klor

UN-nummer 1017

CAS-nummer 7782-50-5

Omgivning Öppet landskap (ytråhet 0,03 m).

Konc inomhus Ventilationsintagen är på 32 m höjd.

Byggnaderna har 0,5 luftväxlingar per timme.

Väder Spridningen har beräknats för Vår, Dagsljus och Klart i Svealand.

Stabilitetsklass C - Svagt instabil och 708 W/m<sup>2</sup> solinstrålning.

Temperaturen är 10,0 °C, Vindhastigheten på 10 m höjd är 5,0 m/s och vindriktningen är 180 grader.

Scenariot är skapat för 2013-05-15, 10:27.

Begränsningar Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.

Den yttre beräkningsgränsen går vid 300 mg/m<sup>3</sup>.**SCENARIORESULTAT**

Antagande Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.

Ingen pöl bildas.

Den luftburna källstyrkan kommer från vätskeutströmningen från tank.

Beräkningar Utsläppets källstyrka 0,100 kg/s (egendefinierad)

Utsläppets varaktighet 60 minuter (egendefinierad)

**Resultat litet utsläpp****0,1 kg/s****300 mg/m<sup>3</sup> på 45 m.****3000 mg/m<sup>3</sup> på <25 m.**Koncentration inomhus 0 mg/m<sup>3</sup> över tiden.

## 18 Bilaga F. Konsekvenser vid olycka med massexplosivt ämne

Vid uppskattning av konsekvensområde för olycka med massexplosivt ämne har statistik inhämtats från FOI. Brandkonsulten AB:s uppskattning om värsta troliga scenario är att 1 ton massexplosiver detonerar på E 18 i anslutning till området.

Konsekvensområdet har uppskattats till det avstånd då dödligt tryck kan uppstå från en sådan explosion. Dödligt tryck är ca 180 kPa vilket också kan leda till omfattande ras. Avståndet till dödligt tryck för en detonation på 1 ton är ca 25 m. Enligt figur nedan så innebär en detonation på 1 ton på 25 m avstånd att ca 1 % av människorna på det avståndet omkommer.

Vid beräkning av antalet döda efter åtgärder så finns risk att byggnaden rasar till följd av en detonation. Därmed ökar antalet döda till följd av massexplosion efter åtgärder, till skillnad från övriga scenarioer där det minskar tack vare byggnadens placering och förutsättningar. Personer inne i byggnaden som inte hinner sätta sig i säkerhet har antagits förolyckas.

