

# Mårtensdal 6 & 10, Stockholm

## Ny detaljplan/bygglovs- ärende

### Riskbedömning

Utgåva, version 6

2016-03-23

**Mårtensdal 6 & 10, ny detaljplan/bygglovsärende, Riskbedömning**

**Uppdragsgivare:** Skanska AB

**Upprättad av:**

Henric Fält (f d Svensson)  
Brandingenjör/Civilingenjör riskhantering

Anna Mårtensson  
Brandingenjör/Civilingenjör riskhantering

**Internkontrollerad av:**

Daniel Fridström  
Brandingenjör/Civilingenjör riskhantering

Version 6	2016-03-23	HF/AMN	DF
Version 5	2016-02-09	HF/AMN	DF
Version 4	2013-08-23	LÅ	DF
Version 3	2013-05-24	HS/LÅ	DF
Version 2	2012-08-15	HS	DF
Version 1	2012-06-29	HS, MW	DF
Utgåva	Datum	Utförd av	Kontrollerad av

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrund .....	7
1.2 Syfte och mål .....	8
1.3 Avgränsningar .....	8
1.4 Styrande dokument och riktlinjer .....	8
1.5 Underlag .....	9
<b>2 Metod .....</b>	<b>10</b>
2.1 Riskanalys .....	10
2.2 Riskvärdering .....	11
2.3 Tillämpningar i denna riskbedömning .....	12
<b>3 Beskrivning av berörda planområden och dess närhet .....</b>	<b>13</b>
3.1 Berörda skydds- och riskobjekt .....	13
3.2 Arenan .....	16
3.3 Skateboardhall .....	16
3.4 Hammarbyverket .....	17
3.5 Bussdepån .....	19
3.6 Gasblandningsstation .....	19
3.7 Betongindustri .....	20
3.8 Ställverk .....	20
3.9 Tvärbanan .....	21
3.10 Farligt godsled .....	21
3.11 Kortaste avstånd mellan skydds- och riskobjekten .....	22
<b>4 Riskidentifiering .....</b>	<b>23</b>
4.1 Skateboardhall/nya kontorsbyggnader .....	23
4.2 Hammarbyverket .....	23
4.3 Bussdepån .....	23
4.4 Gasblandningsstation och fordonsgasanläggning .....	23
4.5 Betongindustri .....	24
4.6 Ställverk .....	24
4.7 Tvärbanan .....	24
4.8 Transporter med farligt gods .....	24
4.9 Tung trafik .....	24
<b>5 Riskuppskattning och värdering .....</b>	<b>25</b>
5.1 Brand i skateboardhall/nya kontorsbyggnader .....	25
5.2 Hammarbyverket .....	25
5.3 Bussdepån .....	25
5.4 Gasblandningsstation och fordonsgasanläggning .....	26
5.5 Betongindustri .....	26
5.6 Ställverk .....	28
5.7 Tvärbanan .....	28
5.8 Farligt godsolycka .....	28
5.9 Påkörning av byggnad med tung trafik .....	32
<b>6 Konsekvensberäkningar .....</b>	<b>32</b>
6.1 Brandfarlig vätska Hammarbyvägen .....	32
6.2 Brandfarlig gas Hammarbyvägen .....	33

6.3	Giftig gas Hammarbybacken och Hammarby Allé .....	34
<b>7</b>	<b>Individ- och samhällsrisk .....</b>	<b>35</b>
7.1	Individrisk .....	35
7.2	Samhällsrisk .....	36
<b>8</b>	<b>Riskreducerande åtgärder.....</b>	<b>38</b>
8.1	Ny kontorsbyggnad på Mårtensdal 10 (avser endast bygglov) .....	38
8.2	Nya kontorsbyggnader på Mårtensdal 6 (avseende detaljplanen) .....	38
8.3	Ställverk .....	40
8.4	Ny gasblandningsstation och fordonsgasanläggning .....	40
8.5	Skateboardhall .....	40
<b>9</b>	<b>Hantering av osäkerheter .....</b>	<b>41</b>
<b>10</b>	<b>Slutsatser .....</b>	<b>41</b>
<b>11</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>42</b>
<b>12</b>	<b>Bilaga A – Bild över berört område .....</b>	<b>43</b>
<b>13</b>	<b>Bilaga B - Analys av konsekvenser vid olycka med brandfarlig vätska .....</b>	<b>44</b>
13.1	Beräkning av infallande strålning .....	44
13.2	Dimensionerande skada .....	46
13.3	Resultat .....	47
13.4	Slutsats och diskussion.....	47
<b>14</b>	<b>Bilaga C. Beräkning av konsekvenser vid utsläpp av ammoniak .....</b>	<b>48</b>
14.1	Ammoniak .....	48
<b>15</b>	<b>Bilaga D. Beräkning av konsekvenser vid utsläpp av gasol .....</b>	<b>51</b>

## Sammanfattning

Brandkonsulten AB har på uppdrag av Skanska AB genomfört en riskbedömning för området Mårtensdal 6 & 10 i Stockholm med avseende på ny detaljplan, respektive bygglovsärende.

Denna version omfattar ändringar med hänsyn till revidering avseende ammoniakhanteringen inom Hammarbyverket. När miljötillståndet för verket i framtiden ska omprövas kan det bli aktuellt med utökad ammoniakhantering och då handlar det om de mängder/antal transporter som angavs i version 4 av riskutredningen och som framgår i avsnitt 5 och 6 i denna riskutredning.

För området mellan Hammarby Allé, Hammarbybacken och Hammarbyvägen, kallat Mårtensdal 6 avser Skanska AB att ta fram en ny detaljplan som ska omfatta kontorsverksamhet, vilket avser ena delen av detta projekt. I den högsta byggnaden planeras en restaurang överst.

Betongindustri AB avser att uppföra en kontorsbyggnad på Mårtensdal 10 i anslutning till Hammarby Allé, vilket omfattar den andra delen av detta projekt.

Inom och i direkt anslutning till Mårtensdal 6 & 10 finns ett flertal riskobjekt att ta hänsyn till i riskbedömningen, samt sekundära farligt godsleder vilka utgörs av Hammarbyvägen, Hammarby Allé samt Hammarbybacken. Riskobjekten utgörs bl a av gasblandningsstation/fordonsgasanläggning (den senare är en kommande anläggning), Hammarbyverket, ställverk, betongindustri och bussdepå.

Denna rapport omfattar även en ny skateboardhall. Befintlig skateboardhall rivs och ersätts med en ny.

Riskbedömningen syftar till att identifiera och värdera risker och vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, vilka innebär en för ändamålet acceptabel risknivå.

Underlag för riskbedömningen har bland annat varit platsbesök på området, möten med uppdragsgivare och arkitekter samt tidigare upprättade riskanalyser för närområdet vilka avser den planerade bussdepån och gasanläggningen som omfattar gasblandningsstation och fordonsgasanläggning.

Brandkonsulten AB har från tidigare upprättade analyser använt sig av delar av innehållen, t ex resultat och bedömningar, som Brandkonsulten AB bedömt som rimliga.

Med utgångspunkt från den genomförda riskinventeringen bedömdes följande riskkällor erfordra analyser med avseende på riskuppskattning och värdering:

- Brand i Hammarbyverket.
- Brand och explosion av metan i bussdepån.
- Brand och explosion av metan i gasblandningsstationen/fordonsgasanläggningen samt brand i ställverk.
- Brand och explosion samt utsläpp av giftig gas till följd av farligt godsolycka på de sekundära farligt godslederna runt området.
- Brand, tryckkärlsexplosion samt dammexplosion i betongindustrin.
- Brand i transportbandet för ballast tillhörande betongindustrin.
- Brand i ställverk.
- Ursparning på tvärbanan.
- Påkörning av byggnad med tung trafik.

Utifrån resultatet av riskbedömningen har konstaterats att förändring av planområdet är möjligt. Risker som tillförs området i samband med föreslagna ändringar är acceptabel under förutsättning att riskreducerande åtgärder vidtas samt att väsentliga befintliga förhållanden behålls. Detaljer kring riskreducerande åtgärder och befintliga förhållanden återfinns i kapitel 8.

Då viss del av de personer som förolyckas vid ett eventuellt ammoniakutsläpp bedöms vistas utomhus är det svårt att vidta enkla åtgärder för att minska risknivån för dessa scenarier. Uppmuntran till stadigvarande vistelse genom större uteplatser direkt mot Hammarby Allé är inte lämpligt under kända förutsättningar. Mindre serveringar för exempelvis café bedöms kunna utföras. Om transporter av ammoniak sker nattetid är dock Brandkonsulten AB:s bedömning att uteplatser mot Hammarby Allé är möjligt med hänsyn till risknivån.

Observera att detta resultat bygger på stora osäkerheter i form av antal ammoniaktransporter, koncentration vid transport, transportväg in i området m m. Det kan finnas skäl att revidera siffrorna när nya uppgifter angående transporter finns för att eventuellt revidera risken och möjligheten till uteplatser även om transporter sker dagtid.

## 1 Inledning

Brandkonsulten AB har på uppdrag av Skanska AB och Betongindustri AB genomfört en riskbedömning för området Mårtensdal 6 & 10 i Stockholm med avseende på ny detaljplan, respektive bygglovsärende.

I följande avsnitt ges en beskrivning av projektet där bakgrund, syfte, mål etc redovisas.

Revideringar gentemot föregående version har markerats med kantlinje i höger marginal i aktuellt stycke.

Denna version omfattar ändringar med hänsyn till revidering avseende ammoniakhanteringen inom Hammarbyverket. När miljötillståndet för verket i framtiden ska omprövas kan det bli aktuellt med utökad ammoniakhantering och då handlar det om de mängder/antal transporter som angavs i version 4 av riskutredningen och som framgår i avsnitt 5 och 6 i denna riskutredning.

### 1.1 Bakgrund

För området mellan Hammarby Allé, Hammarbybacken och Hammarbyvägen, kallat Mårtensdal 6 avser Skanska AB att ta fram en ny detaljplan som ska omfatta kontorsverksamhet, vilket omfattar ena delen av detta projekt. Betongindustri AB avser att uppföra en kontorsbyggnad på Mårtensdal 10 i anslutning till Hammarby Allé vilket omfattar den andra delen av detta projekt. För Mårtensdal 10 finns en befintlig detaljplan med Diarenr 2001-04840. När detaljplanen vann laga kraft, 2002-09-19 utgjorde tomten Mårtensdal 6. En ny fastighetsindelning har skett sedan dess.

Inom Mårtensdal 6 planeras ett flertal kontorsbyggnader med varierande våningsantal (upp till drygt 20 våningar). I den högsta byggnaden planeras en restaurang högst upp.

Inom och i direkt anslutning till Mårtensdal 6 & 10 finns ett flertal riskobjekt att ta hänsyn till i riskbedömningen samt sekundära farligt godsleder, vilka utgörs av Hammarbyvägen, Hammarby Allé samt Hammarbybacken. Riskobjekten utgörs bl a av gasblandningsstation/fordonsgasanläggning (den senare är en kommande anläggning), Hammarbyverket, ställverk, betongindustri och bussdepå. I denna rapport används benämningen riskkälla, vilket har samma betydelse som riskobjekt.

Denna rapport omfattar även en ny skateboardhall i anslutning till Fryshuset. Befintlig skateboardhall rivs och ersätts med en ny.

Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen bland annat beaktas vid framtagandet av detaljplaner inom 150 m från transportled med farligt gods [11]. Sweco har tidigare utfört riskanalyser för kvarteret norr om Mårtensdal som heter Fredriksdal [1] [2] vilka upprättades med hänsyn till den planerade bussdepån. Sweco har även utfört riskanalyser för den byggda gasblandningsstationen och den planerade fordonsgasanläggningen [3] [4] [5].

Denna riskbedömning, med avseende på detaljplanearbetet, upprättas med anledning av länsstyrelsens krav för att utreda huruvida planerad bebyggelse kan tillåtas på området. Om risknivån inte bedöms uppfylla acceptabla nivåer kan riskreducerande åtgärder eventuellt vidtas för att på så sätt kunna uppnå en godtagbar risknivå.

Riskbedömningen upprättas också med anledning av bygglovet som ska lämnas in för kontorsbyggnaden på Mårtensdal 10 för att utreda om risknivån är acceptabel. Storstockholms brandförsvaret har krävt att en riskanalys ska upprättas för bygglovsärendet.

Riskbedömningen ska uppdateras i enlighet med projektens olika skeden och vid ändringar i förutsättningar som har stor påverkan på resultatet av riskbedömningen.

Version 6 har upprättats med hänsyn till ny information gällande ammoniakhanteringen inom Hammarbyverket. När miljötillståndet för verket i framtiden ska omprövas kan det bli aktuellt med utökad ammoniakhantering enligt den omfattning som angavs i version 4 av riskutredningen och som framgår i avsnitt 5 och 6 i denna riskutredning.

## **1.2 Syfte och mål**

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagande av ny detaljplan för kv Mårtensdal 6 i Stockholm. Befintlig plankarta är från 1944 (PL 2985) och området får enligt den äldre planen endast bebyggas för industriellt och därmed jämförligt ändamål med en maximal byggnadshöjd av 22 m.

Riskbedömningen syftar dels till att identifiera och värdera risker som kan påverka den föreslagna planförändringen med kontor, dels till att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, vilka innebär en för ändamålet acceptabel risknivå.

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

Denna rapport utgör också riskbedömning i samband med bygglovsärende för kv Mårtensdal 10 i Stockholm avseende uppförande av ny kontorsbyggnad i anslutning till fordonsgasanläggning samt kontorsbyggnad på intilliggande fastighet. Riskbedömningen syftar dels till att identifiera och värdera eventuella risker som kan påverka kontorsbyggnaden, dels till att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, vilka innebär en för ändamålet acceptabel risknivå.

## **1.3 Avgränsningar**

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.

Miljöpåverkan under byggtid, brukartid eller till följd av en olyckshändelse beaktas inte i riskbedömningen.

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 som exempelvis Södra Länken. Detta avstånd är en rekommendation för avstånd till farligt gods-led, men har även bedömts kunna utgöra ett schablonmässigt avstånd till andra riskkällor.

## **1.4 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" [12]. 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. För andra riskobjekt än farligt gods-led saknas avståndsrekommendationer.

Utöver ovanstående finns riktlinjer i rapporten "Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur" [13], Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor samt Boverkets Byggregler som är relevanta för projektet.

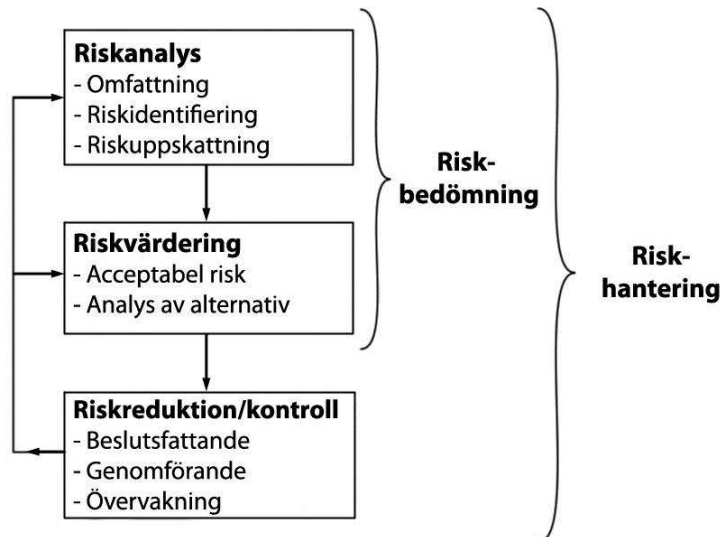
## 1.5 Underlag

Följande underlag har använts i denna riskbedömning.

- Platsbesök.
- Möten/avstämning tillsammans med uppdragsgivare, arkitekt och övriga projektorer.
- Ritningsunderlag upprättade av Scheiwiller Svensson Arkitektkontor samt Tengbom Arkitekter.
- Dp 2006-16348-54.
- Dp 2001-04840.
- PL 2985.
- Riskanalyser för närområdet upprättade av Sweco, se referenser i avsnitt 11.
- Beräkningsprogram för konsekvenser vid utsläpp av farligt gods (se vidare i bilagor).
- Kontakt med Magnus Levein, MSB.
- Kontakt med Marianne Lindström, Fortum (28/1 2016).
- E-mail från Johan Alsparr, Fortum (10/3 2016).

## 2 Metod

Denna riskbedömning är upprättad med vägledning i en grundläggande modell för riskhantering framtagen av den Internationella elektrotekniska kommissionen [15]. 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 detaljplaneärenden 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 [14]:

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 tvärt om.

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 [14]

### 2.2.2 Acceptanskriterier

Sverige har i dagsläget inga nationellt fastlagda kriterier för acceptabla eller oacceptabla risker. Davidson m fl [14] har dock tagit fram förslag på acceptanskriterier avseende undre, respektive övre gränsen enligt resonemanget ovan. Dessa är enligt följande.

#### Individrisk

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 har utförts i två steg där det första steget till största del var en semikvantitativ analys med fokus på kvalitativa resonemang. Utifrån denna gjordes bedömningen att ett fåtal scenarier behövde analyseras vidare för att erforderliga åtgärder skulle kunna fastställas. I aktuell revidering har detaljerad analys av dessa scenarier gjorts och individ- och samhällsrisk bedömts.

Det aktuella området, samt andra delar av närområdet har tidigare behandlats i ett antal olika riskanalyser utförda av Sweco. I många fall kan de redan genomförda analyserna anses utgöra ett bra underlag för värdering och bedömning av risker och eventuella riskreducerande åtgärder. De tidigare utförda sannolikhets- och konsekvensberäkningarna för berörda delar har analyserats och värderats.

### 3 Beskrivning av berörda planområden och dess närhet

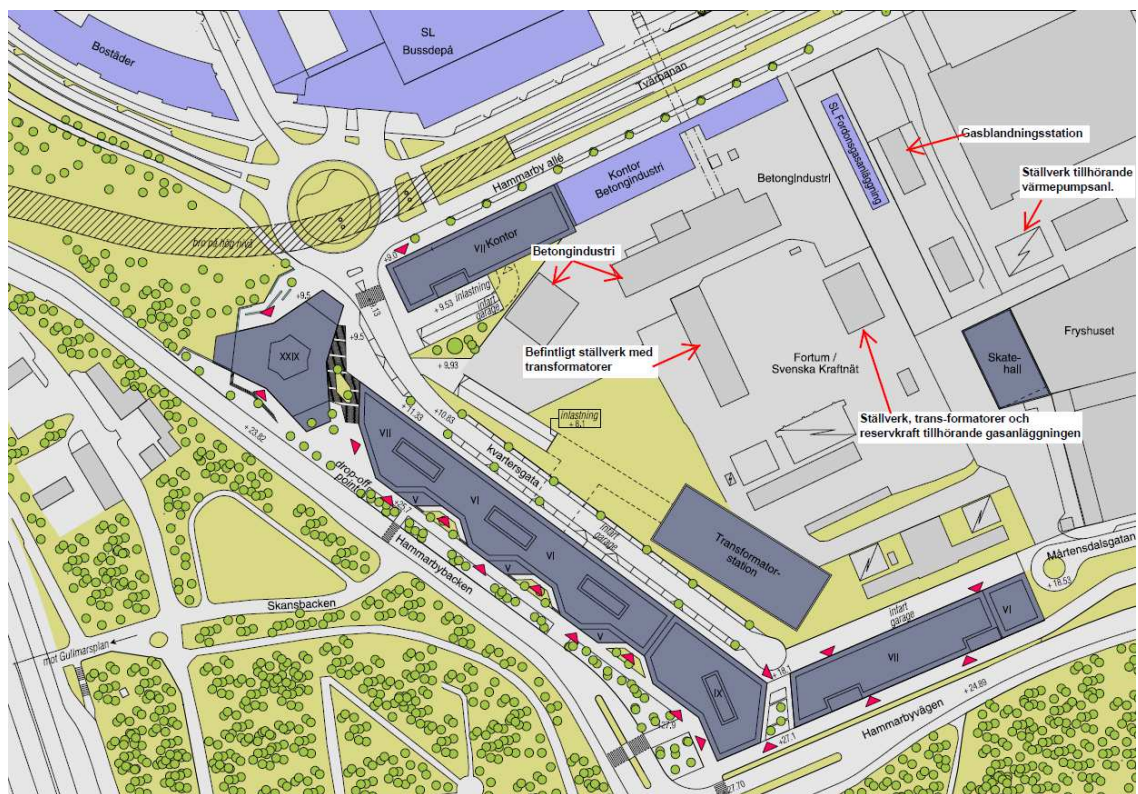
De aktuella planområdena ligger i Hammarby Sjöstad i Stockholm. Figur 3 visar övergripande området och dess olika risk- och skyddsobjekt (större figur finns i bilaga A). Figur 4 visar en illustration över hur de nya kontorsbyggnaderna på Mårtensdal kan tänkas se ut i framtiden. Berört område ligger i suterräng med stora nivåskillnader, se figur 6.

### 3.1 Berörda skydds- och riskobjekt

### 3.1.1 Nya kontorsbyggnader

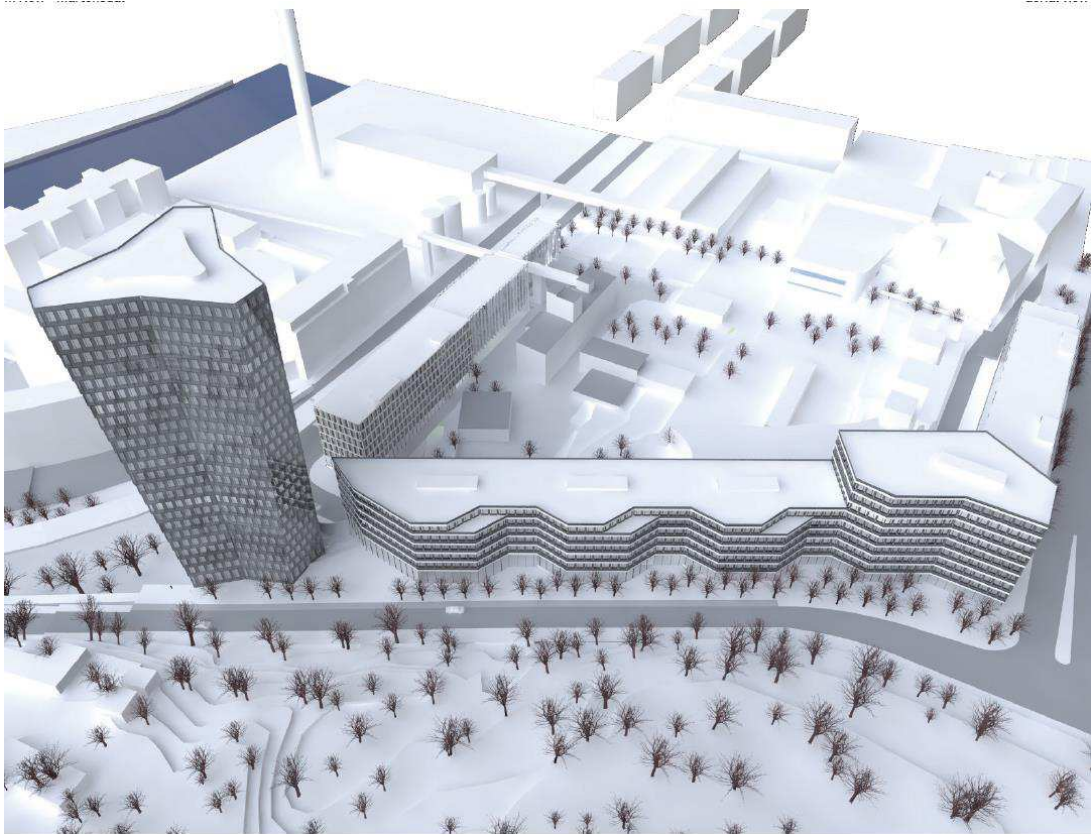
Förslaget som tagits fram innebär att ett flertal kontorsbyggnader uppförs längs med Hammarbybacken, Hammarby Allé samt Hammarbyvägen enligt figur 3 och 4. Figur 5 och 6 redovisar sektioner av de planerade kontorsbyggnaderna på Mårtensdal 6.

Figur 7 redovisar illustrationsplan över kontorsbyggnaden på Mårtensdal 10. I figuren kan man se att lastbilar kommer att kunna parkera under del av kontorsbyggnaden. I figur 8 redovisas föreslagen fasad sedd från Hammarby Allé.

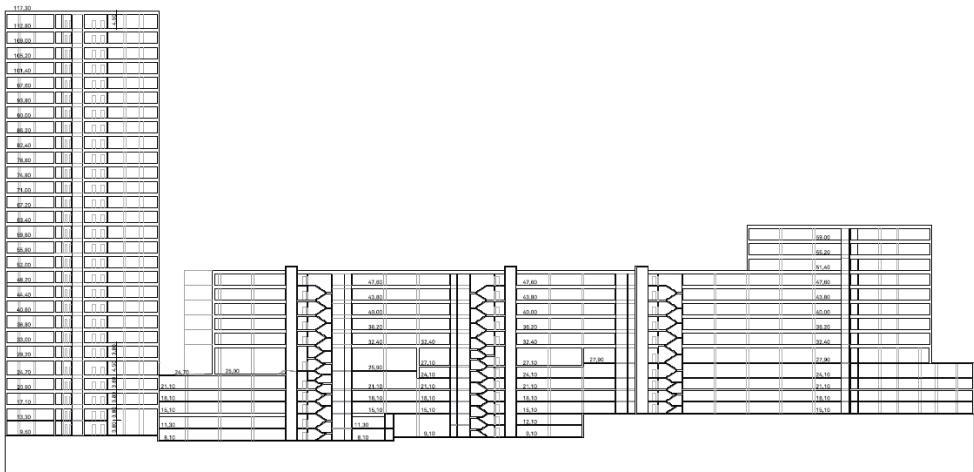


**Figur 3. Berört område mellan Hammarby Allé, Hammarbybacken och Hammarbyvägen.**

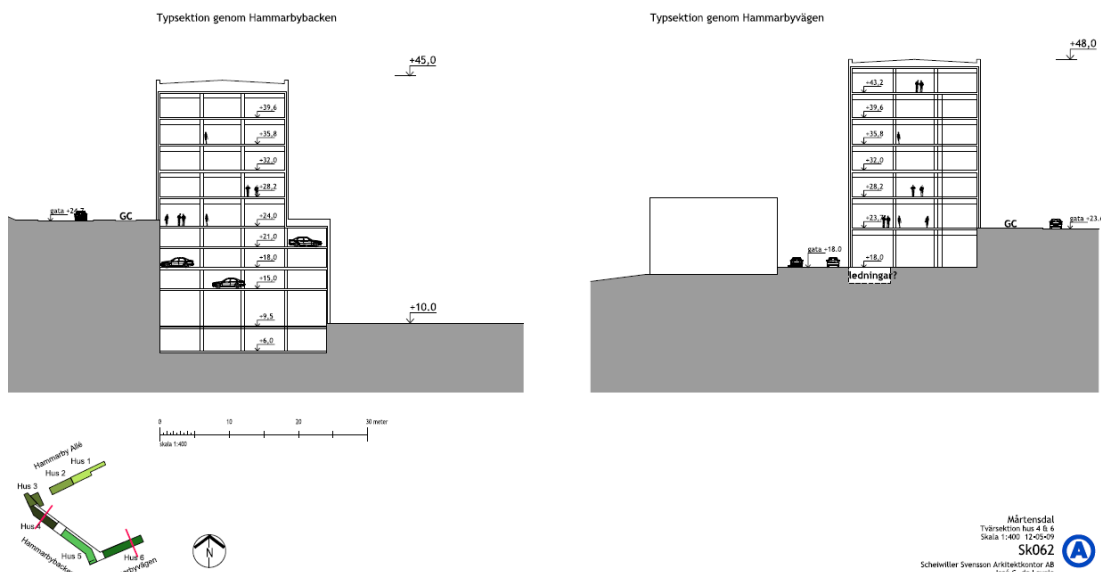




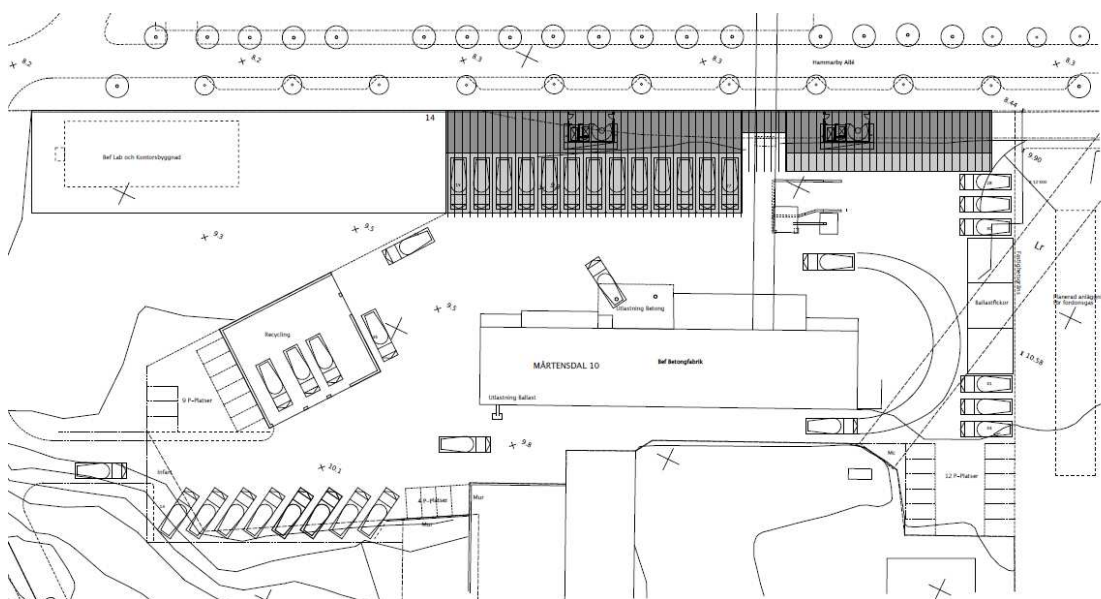
**Figur 4. Illustration över hur de planerade kontorsbyggnaderna på Mårtensdal eventuellt kan se ut.**



**Figur 5. Sektion av de planerade kontorsbyggnaderna på Mårtensdal 6 utmed Hammarbybacken (vy mot Hammarbybacken). Det höga kontorshuset ska inrymma en restaurang överst.**



**Figur 6. Sektioner av de planerade kontorsbyggnaderna på Mårtensdal 6. Sektion genom byggnaderna utmed Hammarbybacken, respektive Hammarbyvägen.**



**Figur 7. Illustrationsplan över nya kontorshuset på Mårtensdal 10.**



**Figur 8. Föreslagen fasad på nya kontorsbyggnaden på Mårtensdal 10 sett från Hammarby Allé.**



Figur 9. Bild på Fryshuset taget från Hammarbyvägen.

### 3.2 Arenan

Arenan norr om Fryshuset utgör en sporthall, konserthall m m. Figur 10 visar bild på Arenan som ligger på Mårtensdal 7.



Figur 10. Arenan placerad till vänster om skateboardhallen.

### 3.3 Skateboardhall

Skateboardhallen placerad bredvid arenan ska rivas och byggas upp på nytt. Figur 10 visar bild på befintlig skateboardhall.



### 3.4 Hammarbyverket

Hammarbyverket tillhör Fortum värme och distribuerar fjärrvärme till stora delar av södra Stockholmsregionen. Dess värmepumpanläggning ligger på södra sidan om Hammarby Allé och omfattar köldmedierna R22 (4 aggregat) och R134a (3 aggregat). Respektive aggregat innehåller ca 23 ton köldmedium. Figur 11 visar bild på Hammarbyverket tagen från tomten där gasblandningsstationen är placerad. Figur 12 visar en principskiss över Hammarbyverket på norra sidan av Hammarby Allé med befintliga samt planerade delar.

I övrigt finns det bl a inom Hammarbyverket (på norra sidan av Hammarby Allé):

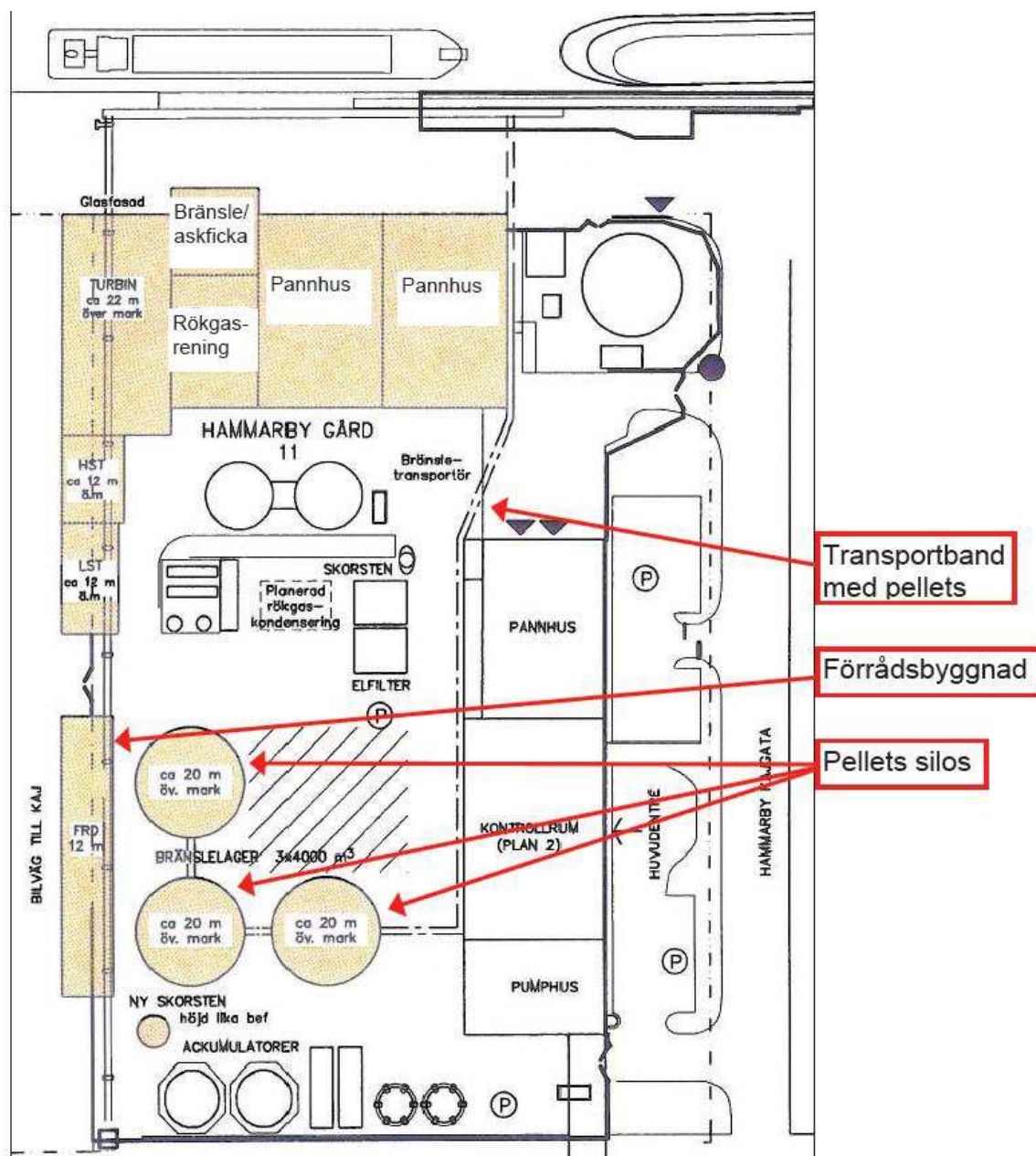
- Oljepannor (2 x 100 MW).
- Elpannor.
- Bioolja i cisterner (3000 m<sup>3</sup> respektive 6000 m<sup>3</sup>).
- Eldningsolja (60 m<sup>3</sup>).
- Gasförråd med några gasolflaskor.

Tidigare planerades en utökning inom Hammarbyverket med pellets i silos och utökad ammoniakhantering som numera inte är aktuellt enligt Johan Alsparr, Fortum (information i mail skickat 10/3 2016).

När miljötillståndet för verket i framtiden ska omprövas kan det bli aktuellt med utökad ammoniakhantering enligt de mängder som framgår i avsnitt 5 och 6.



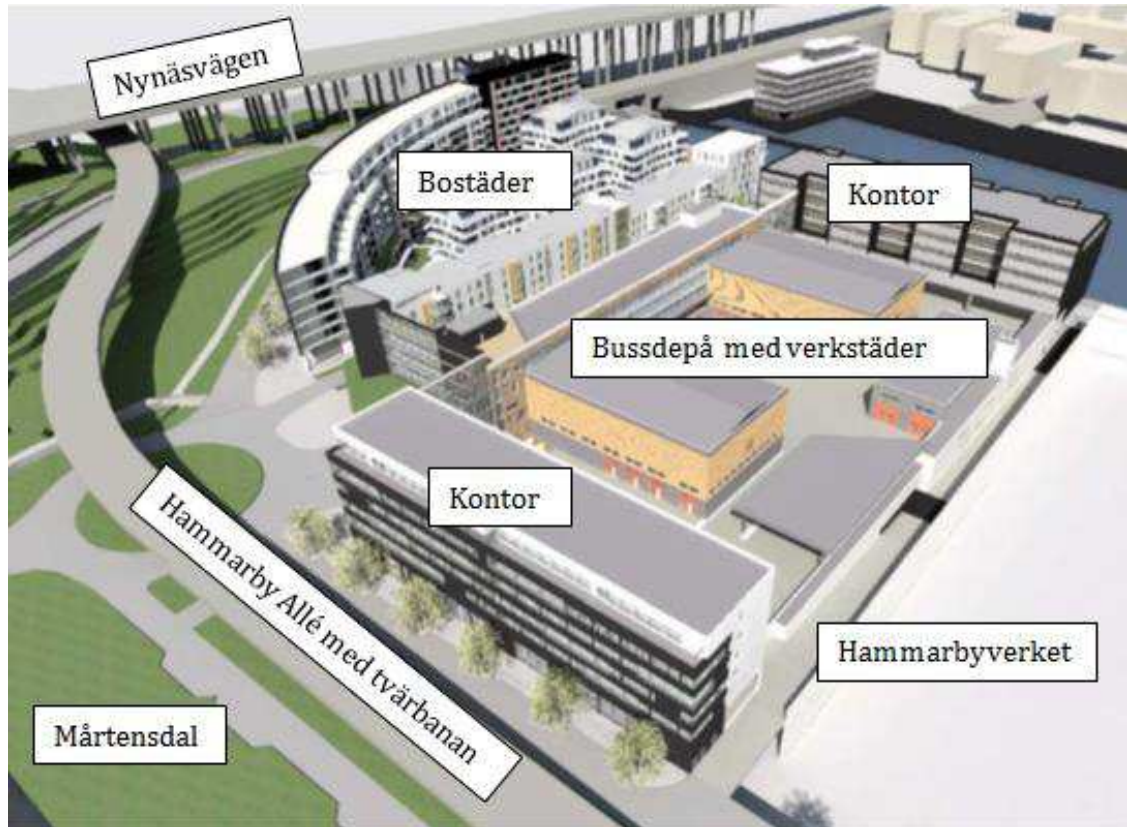
**Figur 11.** Bild på Hammarbyverket från tomten där gasblandningsstationen är placerad. Ackumulator-tortankarna ses närmst Hammarby Allé.



Figur 12. Principskiss över Fortum Värmes befintliga delar samt planerad utveckling av Hammarbyverket inom Hammarby Gärd 11 med Hammarbykanalen i norr. Gula byggnader redovisar tillkommen bebyggelse. Skiss tagen från Swecos riskanalys [2]. Utökningen med pellets silos är numera ej aktuellt.

### 3.5 Bussdepån

Bussdepån för 120 biogasbussar håller på att uppföras (uppställning, tankning, tvätt och verkstad). Uppställningen av bussarna sker i ett källarplan och tankningen av bussarna sker utomhus vid verkstäderna. Illustration av bussdepån samt bostäder och kontor framgår av figur 13. Tankningen avser biogas, dvs metan.



Figur 13. Illustration av bussdepån samt bostäder och kontor.

### 3.6 Gasblandningsstation

Gasblandningsstationen blandar naturgas med luft för att erhålla en gaskvalitet som kan användas i Stockholms stadsgasnät. Mängden uppgår till ca 20.000.000 Nm<sup>3</sup> naturgas/år och lika stor andel luft.

Fordonsgasanläggningen som ej är byggd ännu men som planeras inom planområdet är tänkt att leverera komprimerad fordonsgas baserad på biogas från Henriksdals reningsverk till tankstationen vid bussdepån som SL ska driva. I fordonsgasanläggningen komprimeras och lagras biogas vid ett tryck av högst 350 bar. Mängden uppgår till ca 9.000.000 Nm<sup>3</sup>/år. Den totala geometriska volymen blir ca 38 m<sup>3</sup>.

Gasanläggningen är försedd med separat byggnad för ställverk, transformatorer och reservkraft som även kommer kunna försörja den planerade fordonsgasanläggningen.



### 3.7 Betongindustri

Betongindustrin gör fabriksbetong och ägs av Betongindustri AB. Betongindustrin ligger inrymd i en före detta ställverksbyggnad som delvis byggts om och har varit i drift sen 1999. Fabriksbetong består av ballast, vatten, cement och tillsatsmedel. Varje år produceras ca 100.000 m<sup>3</sup>/år.

Betongindustrin får leveranser av ballast via båt till södra Hammarbyhamnen då det är isfritt. Fabriken tar då emot varorna via en transportör från hamnen som går ca 10 m ovanför marken mellan Hammarbyverket och den planerade bussdepån. Då isen hindrar leveranser med båt sker transport av ballast med lastbilar. Cement och tillsatsmedel levereras alltid med bulkbil, respektive tankbil. Cementen blåses upp via slutna system till silos. Cementen lagras i sex olika silos som tillsammans rymmer 455 ton. Silorna är placerade i den före detta ställverksbyggnaden. Tillsatsmedlen levereras i huvudsak i flytande form och levereras med tankbil för överpumpning till tanklagret som ligger i fabriken bottenplan och rymmer ca 18 m<sup>3</sup>.

Industrin får specialleverans av fjärrvärme med temperatur på ca 130 °C.

Utslaget på ett år sker varje arbetsdag totalt ca 130 transporter till Mårtensdal.

Figur 14 visar bild på betongindustrin tagen från Hammarby Allé.



Figur 14. Bild på betongindustrin tagen från Hammarby Allé.

### 3.8 Ställverk

Befintligt 220 kV ställverk med tillhörande transformatorer ska kompletteras med ett nytt 400 kV ställverk med tillhörande transformatorer. Ställverket tillhör Svenska Kraftnät.

Befintligt ställverk är gas isolerat omgivet av SF<sub>6</sub>-gas. Detsamma kommer att gälla nytt ställverk. Högspänningstransformatorerna är öppna. Figur 15 visar bild på befintligt ställverk taget österifrån. SF<sub>6</sub>-gas används för att bygga säkra, tillförlitliga och kompakta installationer avseende ställverk.



Figur 15. Foto av befintligt ställverk sett österifrån.

### 3.9 Tvärbanan

Tvärbanan passerar området på Hammarby Allé och stannar på stationen Mårtensdal som ligger mitt emot Hammarbyverket. Figur 16 visar tvärbanan från rondellen som leder in på Hammarby Allé (tvärbanan leder från en bro ner på Hammarby Allé).



Figur 16. Bild på tvärbanan från rondellen som leder in på Hammarby Allé.

### 3.10 Farligt godsled

De tre vägarna runt området utgör sekundära farligt godsleder. Vägarna är Hammarby Allé, Hammarbybacken och Hammarbyvägen. Hammarbyvägen utgör omledningsväg för farligt gods om Södra länken inte kan nyttjas. Farligt gods ska i första hand gå på primära leder. Sekundära farligt godsleder ska generellt ej nyttjas som genomfartsleder för farligt godstrafik.

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig självt eller i kontakt med andra ämnen, t ex luft eller vatten, kan orsaka skador på människor, djur, egendom, miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande.

### **3.11 Kortaste avstånd mellan skydds- och riskobjekten**

Nedan redovisas de kortaste avstånden som gäller mellan berörda byggnader och bedömda riskobjekt för respektive byggnad/område. Avstånden är ungefärliga.

#### **3.11.1 Ny kontorsbyggnad på Mårtensdal 10**

Avstånden mellan de olika riskobjekten på Hammarbyverket norr om Hammarby Allé och kontorsbyggnaden är stora, bl a är avståndet mellan planerade pelletssilos och kontorsbyggnaden på kv Mårtensdal 10 över 50 m.

Avståndet mellan betongindustrin (stora byggnaden) och ny kontorsbyggnad på kv Mårtensdal 10 uppgår till ca 10 m.

Avståndet mellan bussdepån och kontorsbyggnaden uppgår till ca 40 m.

Det minsta avståndet mellan tvärbanan och ny kontorsbyggnad är ca 15 m.

Avståndet mellan fordonsgasanläggningen och ny kontorsbyggnad på kv Mårtensdal 10 uppgår till minst 12,5 m.

Det minsta avståndet mellan farligt godsled (Hammarby Allé) och nya kontorsbyggnader är ca 5 m.

#### **3.11.2 Nya kontorsbyggnader på Mårtensdal 6**

Avstånden mellan de olika riskobjekten på Hammarbyverket norr om Hammarby Allé och närmsta kontorsbyggnad är stora, bl a är avståndet mellan tidigare planerade pelletssilos och närmsta kontorsbyggnaden över 80 m.

Avståndet mellan betongindustrin (mindre byggnaden) och ena kontorsbyggnaden uppgår till ca 8 m.

Avståndet mellan bussdepån och närmsta kontorsbyggnad uppgår till ca 40 m.

Det minsta avståndet mellan tvärbanan och närmsta kontorsbyggnad är ca 15 m.

Sekundära farligt godsleder förekommer runt om kontorsbyggnaderna och det kortaste avstånden till nya kontorsbyggnader är mellan 6- 10 m.

#### **3.11.3 Skateboardhall**

Avståndet mellan befintlig skateboardhall och ställverket tillhörande värmepumpsanläggningen uppgår till ca 10 m.

Avståndet mellan skateboardhallen och ställverket tillhörande gasanläggningen uppgår till ca 15 m.

Avståndet mellan skateboardhallen och gasblandningsstationen/fordonsgasanläggningen uppgår till ca 55 m.

#### **3.11.4 Hammarbyverket**

Avståndet mellan värmepumpsanläggningen och gasblandningsstationen uppgår till knappt 20 m.

## 4 Riskidentifiering

Detta avsnitt presenterar de potentiella riskkällor som Brandkonsulten AB har identifierat inom och i anslutning till berörda planområden. Riskidentifiering baseras på platsbesök, informationsinhämtning samt uppgifter presenterade i tidigare genomförda riskanalyser i närområdet upprättade av Sweco [1] [2] [3] [4] [5].

### 4.1 Skateboardhall/nya kontorsbyggnader

En brand skulle kunna uppkomma i någon av byggnaderna vilket innebär strålningspåverkan mot angränsande/närliggande byggnader.

### 4.2 Hammarbyverket

Utifrån riskanalyserna som Sweco genomfört för bussdepån finns det ett antal risker förknippade med Hammarbyverket som kan påverka omgivningen.

Följande väsentliga skadehändelser har identifierats:

- Brand i värmepumpsanläggningen, vilket innebär strålning mot angränsande byggnader.
- Transformatorbrand i ställverket.

### 4.3 Bussdepån

Bussdepån för 120 biogasbussar och avser uppställning, tankning, tvättning och verkstad. Depån utförs med automatisk vattensprinkleranläggning, brandlarm kopplat till SOS Alarm AB samt brandgasventilation.

Riskerna som identifierades i riskanalyserna utförda av Sweco och som är relevanta för denna riskbedömning var att brand skulle kunna uppkomma till följd av utsläpp av metan, vid exempelvis tankning, som antänds.

Följande väsentliga skadehändelser har identifierats:

- Brand/explosion vid tankning av metan.
- Brand/explosion i uppställningshallen p g a metanläckage.
- Brand/explosion i verkstäderna p g a metanläckage.

### 4.4 Gasblandningsstation och fordonsgasanläggning

Utifrån riskanalyserna som Sweco genomfört för gasanläggningen finns det ett flertal risker förknippade med blandningsstationen/fordonsgasanläggningen som primärt kan påverka kontorshuset på Mårtensdal 10.

Följande skadehändelser har identifierats:

- Brand till följd av läckage av metan som antänds i blandningsutrymmet, kompressorutrymmet eller lagringsutrymmet.
- Läckage av metan med explosion till följd av fördröjd antändning i blandningsutrymmet, kompressorutrymmet eller lagringsutrymmet.
- Explosion i fordonsgasanläggningen p g a maskinhaveri.
- Läckage av metan i inkommande biogasledning som resulterar i brand som värmer storflaskor så att säkerhetsventiler öppnar. Utsläpp genom evakueringsrör som antänds.
- Rörexlosion till följd av materialförsvagning.
- Brand till följd av utsläpp av diesel i ställverket eller vid lossningsplatsen som antänds.
- Brand i ställverk (gasblandningsstationens).



- Brand i transformatorer (gasblandningsstationens).
- Brand till följd av läckage från ledning mellan fordonsgasanläggning och tankstation vid bussdepån som leds ut till atmosfär via evakueringsrör och där antänds.

#### **4.5 Betongindustri**

Följande skadehändelser har identifierats för betongindustrin:

- En brand skulle kunna uppkomma i någon av byggnadens lokaler vilket innebär strålning mot angränsande byggnader.
- En brand skulle kunna starta i transportbandet för ballasten vilket skulle kunna påverka den nya kontorsbyggnaden på Mårtensdal 10.
- En brand skulle kunna uppkomma i lastbilar som kommer att kunna parkeras under del av kontorsbyggnaden.
- En tryckkärlexplosion skulle kunna uppkomma vid fyllning av cementsilorna.
- Sweco nämnde i sin riskanalys [2] att dammexplosion i cementsilo eventuellt skulle kunna vara en risk att beakta, vilket kräver vidare utredning.

#### **4.6 Ställverk**

Brand i ställverk respektive transformatorer skulle kunna uppkomma till följd av överbelastning. Nytt ställverk utgör en potentiell tändkälla vid utsläpp från gasanläggningen.

#### **4.7 Tvärbanan**

En urspärning skulle eventuellt kunna ske vilket skulle kunna påverka de nya kontorsbyggnaderna utmed Hammarby Allé.

#### **4.8 Transporter med farligt gods**

De tre vägarna runt området utgör sekundära farligt godsleder. Dessa är Hammarby Allé, Hammarbybacken och Hammarbyvägen.

Enligt samtal med Trafikkontoret i Stockholm är trafikflödena ca 12 500 fordon/dygn på Hammarbyvägen (statistik från 2009), ca 8 500 fordon/dygn på Hammarbybacken (uppskattat värde 2012 m h t vägtullarna) samt ca 7 000 fordon/dygn på Hammarby Allé (statistik från 2011).

Brand och explosion till följd av farligt godsolycka kan ske på berörda vägar vilket negativt kan påverka de planerade byggnaderna. Även utsläpp av ammoniak skulle kunna ske vid farligt godsolycka vilket negativt kan påverka personer som vistas utomhus i området.

#### **4.9 Tung trafik**

Transporter med farligt gods sker i många fall med lastbilar och tankbilar. Dessutom kommer ytterligare transporter med sådana tunga fordon förväntas ske runt om Mårtensdal till bland annat betongindustrin. En eventuell avåkning av ett tungt fordon kan utgöra en risk för personer som vistas i kontorsbyggnaderna utmed Hammarby Allé, Hammarbyvägen och Hammarbybacken med hänsyn till de korta avstånden mellan byggnad och väg som är mellan 5 och 10 m.



## 5 Riskuppskattning och värdering

I detta avsnitt görs en uppskattning och värdering av de risker som kan uppkomma på grund av de identifierade riskkällorna/scenarierna.

Det aktuella området har analyserats med avseende på risker i ett flertal tidigare utförda riskanalyser avseende bussdepån och gasanläggningen. Brandkonsulten AB anser att en stor del av de kvantifieringar och kvalitativa resonemang som gjorts i de tidigare utförda analyserna huvudsakligen är tillräckligt tillförlitliga för att användas vid värdering av risker för berörda delar.

Förutom att uppskatta och värdera aktuella risknivåer syftar avsnittet även till att fastställa vilka risker som kräver riskreducerande åtgärder.

### 5.1 Brand i skateboardhall/nya kontorsbyggnader

En brand skulle kunna uppkomma i någon av byggnaderna vilket innebär strålning mot angränsande byggnader.

Kontorsbyggnaderna uppförs generellt minst 8 m från närliggande byggnader vilket uppfyller kraven enligt Boverkets Byggregler på minsta tillåtna avstånd mellan byggnader utan att några som helst brandtekniska krav ställs.

Vid uppförande av de olika byggnaderna ska brandsakkunnig konsulteras för att utreda krav på brandcellsgränser, brandvägg, utrymningsvägar m m.

Brandkonsulten AB ser inga risker vid brand i berörda byggnader som vidare behöver utredas i denna rapport. Riskerna vid brand i dessa byggnader ska hanteras vid detaljprojekteringen av respektive byggnad.

Gällande restaurangen som avses placeras överst i ena kontorsbyggnaden ser Brandkonsulten AB inga särskilda risker som måste beaktas i detaljplanearbetet med hänsyn till riskobjekten i närområdet.

### 5.2 Hammarbyverket

En brand skulle kunna uppkomma inom Hammarbyverket där strålning från en brand kan påverka kontorsbyggnaden på Mårtensdal 10 samt den nya skateboardhallen. Dock är avstånden så pass stora (40 m respektive 12 m) att någon större påverkan strålningsmässigt inte bedöms uppkomma. Avståndet 40 m gäller mellan ackumulatorer och kontorsbyggnaden på Mårtensdal 10. Avståndet 12 m gäller mellan ställverk och skateboardhall.

Enligt riskanalyserna som upprättats av Sweco [2] [3] accepteras gasanläggningen och bussdepån med hänsyn till avståndet till Hammarbyverket och då dessa anläggningar avståndsmässigt är placerade närmare i jämförelse med berörda objekt bedömer inte Brandkonsulten AB att riskkällorna på Hammarbyverket utgör någon fara för planerade byggnader. De identifierade riskerna som beaktats, vilka avser brand och strålningspåverkan, framgår av avsnitt 4.

Ytterligare utredning av riskkällorna görs ej och risknivån för Hammarbyverket bedöms som acceptabel utifrån de förutsättningar som redovisas.

### 5.3 Bussdepån

Riskanalysen som utfördes för bussdepån av Sweco [2] visade inte på några konsekvenser utanför anläggningen söderut där Mårtensdal ligger, varför riskerna med bussdepån inte vidare hanteras med hänsyn till denna riskanalys. Identifierade risker inom anläggningen samt i förhållande till Hammarbyverket hanteras internt med riskreducerande åtgärder så att risknivån blir acceptabel avseende samhälls- och individrisk.

Slutsatserna av riskanalysen var att verkstäder inom bussdepån ska förses med tryck-avlastningsytor, detta för att minska konsekvenserna vid en eventuell explosion av biogasen. I övrigt ställs det krav på att luftintag för kontor och bostäder inte får ske mot Hammarby Allé m h t risk för farligt godsolycka med ammoniak. Se figur 15 för hur den planerade bussdepån i stort sett kommer att se ut med kontorsbyggnad på bussdepån som skydd mellan biogastankningen och berörda delar på Mårtensdal.

Ytterligare utredning av riskällorna görs ej och risknivån för Bussdepån bedöms som acceptabel utifrån de förutsättningar som redovisas.

#### **5.4 Gasblandningsstation och fordonsgasanläggning**

Enligt riskanalyserna som utförts för gasanläggningen inom Mårtensdal 6 [3] [4] [5] accepteras placeringen i förhållande till andra riskobjekt och byggnader med hänsyn till de riskreducerande åtgärder som är vidtagna/ska vidtas, se avsnitt 8. Brandtekniskt klassade väggar på gasanläggningen ska bland annat skyddas mot brand i skateboardhallen och värmepumpsanläggningen.

Dominoeffekter diskuterades i riskanalysen [3], vilka avser påverkan av skadehändelse inom ett riskobjekt som påverkar ytterligare riskobjekt, så att risken eskalerar. Dominoeffekterna från gasanläggningen samt till gasanläggningen bedöms enligt Sweco begränsas med hänsyn till de riskreducerande åtgärder som har vidtagits, respektive ska vidtas.

Enligt SÄIFS 2000:4 [6] får cisterner med brandfarlig gas (10-100 m<sup>3</sup>) placeras 12,5 m från byggnad i allmänhet (utom anläggning) om cistern/byggnad med cistern utförs i lägst brandteknisk klass EI 60. Brandkonsulten AB har tagit del av information som Stockholm Gas skickat till arkitekterna som ritar på den närmsta kontorsbyggnaden i förhållande till fordonsgasanläggningen och de anger att EI 60 kravet ska uppfyllas, vilket innebär att en byggnad i allmänhet får uppföras 12,5 m från fordonsgasanläggningen.

Avståndet 12,5 m anses för en gascistern vanligen betryggande utan särskild utredning och grundar sig på ett läckage med dimensionen 50 mm med brandspridning som följd.

Enligt SÄIFS 2000:4 får cisterner med brandfarlig gas (10-100 m<sup>3</sup>) vidare placeras 50 m från utgång från svårutrymda lokaler om cisternen m m utförs i lägst brandteknisk klass EI 60. Avståndet överstiger 50 m mellan gascisterner och skateboardhallen/arenan.

Med hänsyn till tidigare utförda riskanalyser samt de schablonmässiga tillåtna avstånden enligt SÄIFS 2000:4 anser Brandkonsulten AB att identifierade risker är acceptabla och att någon vidare kvantifiering av riskerna ej erfordras.

#### **5.5 Betongindustri**

##### **5.5.1 Brand i byggnad**

Kontorsbyggnaderna uppförs minst 8 m från byggnad tillhörande betongindustrin vilket uppfyller kraven enligt Boverkets Byggregler på minsta tillåtna avstånd mellan byggnader utan att några som helst brandtekniska krav ställs.

##### **5.5.2 Brand i transportband**

En brand skulle kunna uppkomma i transportbandet för ballasten och skulle i så fall kunna påverka betongindustrins kontorsbyggnad. Sannolikheten för brand bedöms som låg men med hänsyn till det korta avståndet mellan transportband och betongindustrins kontorsbyggnad ska hänsyn tas vid uppförandet av kontorsbyggnaden.

### 5.5.3 Brand i lastbil parkerad i anslutning till kontorsbyggnad

En brand skulle kunna uppkomma i en parkerad lastbil i anslutning till kontorsbyggnaden. Bland annat ska lastbilar kunna parkera under del av byggnaden, vilket framgår av figur 6-7.

Sannolikheten för fordonsbrand bedöms som mycket låg. Dessutom finns det inga restriktioner enligt BBR avseende parkering av fordon intill byggnader.

Brandteknisk avskiljning i fasad och bjälklag föreslås dock kring fordon som parkerar under del av byggnaden för att öka egendomsskyddet.

### 5.5.4 Tryckkärlsexplosion

Överföring av cement, som består av mineralpulver, från bulkbil till silo sker med cirka 1 ton/minut vilket kräver mycket energi [16]. Varje bulkbil rymmer ca 40 ton cement. En luftkompressor trycksätter ett lastbärande tryckkärl placerat på lastbilen och används för att skapa ett så kraftfullt luftflöde att pulvret via slangar och rör förflyttas till silon.

Det som händer vid överföringen är att tryckenergi omvandlas till rörelseenergi, vilket medför höga hastigheter vid pulveröverföringen. Luften har vid bulkbilen ett tryck på 2 bar som minskar i ledningen för att vid inloppet i silotaket vara i nivå med atmosfärstrycket.

Med hänsyn till det höga trycket finns risk för explosion där ansvaret för denna risk både ligger hos chauffören och betongindustrin. Silos för cement klassas som tryckkärl i kategorin lågtrycksgasbehållare som är underställda lagar och förordningar.

Den största risken uppkommer när mottrycket i lossningsledningen minskar eller upphör genom att pulverständningen tar slut. Chauffören måste stänga lossningsspjället innan tanken blivit tom. En häftig lufrusning uppstår om lossningsspjället inte stängs i tid. Energin som finns i luftflödet kan drabba silon med en stor kraft. Om trycket skulle bli för stort, ska avlastningsventilen på silon öppna.

Så länge avlastningsventilen fungerar uppstår inga farliga tryck med risk för explosion. Dock kan pulvret ge beläggningar på ventilen som kan bränna fast och göra den obrukbar. För att förhindra detta sker kontroller minst en gång varje månad. Silos på Mårtensdal är konstruerade för att klara 0,05 bars tryck.

Påfyllnadsrören på Mårtensdal är låsta så därför måste personal på plats hjälpa till vid överföringen vilka har kontroll på avlastningsventiler och nivåer i silorna som både mäts och kontrollräknas.

Med hänsyn till detta bedömer Brandkonsulten AB risken för tryckkärlsexplosion som låg och enligt Betongindustri AB har ingen tryckkärlsexplosion skett inom deras anläggningar. Ytterligare en skyddsfaktor med hänsyn till den nya kontorsbyggnaden är att silorna är placerade i den förre detta ställverksbyggnaden. Om nu mot förmodan en tryckkärlsexplosion skulle inträffa bedöms det inte sannolikt att ståldelar far igenom tegelväggar/parocement som byggnaden utgörs av.

Med hänsyn till ovanstående ser Brandkonsulten AB inga risker avseende tryckkärlsexplosion som vidare behöver utredas i denna rapport.

### 5.5.5 Dammexplosion

Brandkonsulten AB har kontaktat Åke Persson på Brandskyddsföreningen gällande risken för dammexplosioner i cementsilos. Enligt honom har dammexplosioner i cementsilos inträffat, men då bara när brännbara tillsatser till cementen använts som gummi, hartser eller metallstoft vilket inte är fallet vid framställande av fabriksbetong.

Vidare nämnde Åke Persson en risk vid rengöring av silos där blästermaterialet varit brännbart. Detta sker inte i Mårtensdal där rengöring sker med tryckluft, borste och bilningsmaskin vid några enstaka tillfällen per år.

Med hänsyn till ovanstående ser Brandkonsulten AB inga risker avseende dammexplosion som vidare behöver utredas i denna rapport.

## 5.6 Ställverk

Brandkonsulten AB ser inga risker som vidare behöver analyseras med hänsyn till brand i ställverken samt tillhörande transformatorer till berörda skyddsobjekt.

Brandkonsulten AB förutsätter att nytt ställverk med tillhörande transformatorer kommer att uppfylla Elsäkerhetsverkets författningssamlingar med hänsyn till avstånd till andra byggnader m m.

Enligt ELSÄK-FS 2008:1 ska avståndet mellan explosionsklassat område och kraftledning 420 kV vara minst 60 m, vilket även bedöms gälla för ett 400 kV ställverk. Brandkonsulten AB förutsätter att avståndet blir minst 60 m mellan dessa skyddsobjekt.

En vidare utredning av ställverken görs ej och risknivån bedöms som acceptabel utifrån de förutsättningar som redovisas.

## 5.7 Tvärbanan

En eventuell urspårning bedöms inte kunna träffa någon av de nya kontorsbyggnaderna med hänsyn till att avståndet mellan Tvärbanan och byggnaderna uppgår till ca 15 m. Urspårning skulle möjligen kunna ske i svängen ovanför byggnaderna men med hänsyn till höjdskillnad och avståndsskillnad bedöms risken som liten. Där avståndet till byggnaderna är kortast finns ingen sväng på spåret.

En vidare utredning av Tvärbanan görs ej inom ramen för denna analys och risknivån bedöms som acceptabel utifrån de förutsättningar som redovisas.

## 5.8 Farligt godsolycka

### 5.8.1 Hammarbyvägen

Brandkonsulten AB bedömer att farligt godsolycka på Hammarbyvägen utgör en risk som måste beaktas med tanke på att avståndet mellan väg och planerade kontorsbyggnader är kortare än 10 m.

I Södra Länken (invigd 2004) sker en hel del transporter av farligt gods till och från Nacka. Mellan klockan 07-19 finns restriktioner avseende transport av farligt gods som kan leda till en mycket stor explosion, vilket bland annat avser tankbilar med gasol och explosiva ämnen. Inga restriktioner gäller brandfarlig vätska, t ex bensin och diesel. Mellan klockan 07-19 ska enligt författningssamlingen [8] eventuella transporter av exempelvis gasol i tankbil istället gå via Hammarbyvägen förbi Mårtensdal.

Enligt samtal med driftcentralen på Trafikverket stänger Södra Länken för underhåll 2-3 gånger per månad (1 körfält åt gången). Enligt deras interna statistik sker 5-6 olyckor per år då Södra Länken i genomsnitt stängs av i 1 h/gång. Vidare inträffar statistiskt en brand vartannat år vilket leder till en ungefärlig avstängning under 6 h. Vid dessa tider leds transporten med farligt gods om förbi Hammarbyvägen.

Brandkonsulten AB har haft kontakt med verksamheterna som hanterar transporter av farligt gods i Nacka och Hammarby Sjöstad, vilka primärt är Statoil, Bergs Oljehamn, Gustavsberg, Grand Hotell Saltsjöbaden och KW Karlberg.

Bergs oljehamn transporterar årligen ca 36 000 tankfordon med olja, bensin och jetfuel (lacknafta). För dessa transporter finns inga restriktioner i Södra Länken. Vardagar sker ca 110 transporter dagligen och helger sker ca 50-60 transporter (samtal med Erik Kjell på Bergs Oljehamn).

Till Gustavsberg sker knappt 40 transporter med gasol årligen (ca 27 ton/transport). Primärt kommer gasoltransporterna fram mellan klockan 23-00. Enligt Krister Granholm (gasolansvarig Gustavsberg) får Gustavsberg köra tankfordon med gasol i Södra Länken dygnet runt, dvs ett undantag från de generella restriktionerna enligt [8].

Till ovanstående ca 40 transporter med gasol tillkommer konservativt 10 transporter årligen som bland annat avser Grand Hotell och KW Karlberg.

Till Statoilmacken i Hammarby Sjöstad sker transporter med bensin, diesel, etanol och fordonsgas enligt avtal mellan klockan 23-06, dvs när inga restriktioner föreligger i Södra Länken. Det handlar om ca 15 transporter med bensin, 15 transporter med diesel samt ca 10 transporter med etanol varje månad (uppgift från Dace Dimza-Vroblevska på Statoil). Ingen uppgift om transporter av fordonsgasen har erhållits.

För att räkna fram sannolikheten för farligt godsolycka på Hammarbyvägen har Räddningsverkets handbok använts [9].

Följande indata har valts:

- Fordon/dygn = 12 500 (information från Trafikkontoret).
- 60/365 transporter farligt gods/dygn.

Detta antagande grundar sig på att transporter av farligt gods enbart sker när Södra Länken är avstängd. Brandkonsulten AB har gjort en konservativ bedömning att det årligen sker 55 transporter av brandfarlig vätska och 5 transporter brandfarlig gas (gasol) på vägen. Detta antagande grundar sig på informationen Brandkonsulten AB erhållit. Enligt uppgift är Södra Länken ungefär avstängd 12 h per år p g a olyckor och då förväntas totalt 55 transporter från Bergs Oljehamn passera (ingen hänsyn har tagits till avstängning nattetid av Södra Länken då kontorsbyggnaderna ej förväntas att användas nattetid). Att det passerar 5 transporter gasol på Hammarbyvägen under ett år antas som ett väldigt konservativt värde med hänsyn till att det totalt sker 60 transporter årligen. Detta konservativa värde väger med råge in osäkerheten gällande vid vilka tider som gasoltransporter sker till övriga slutkunder än Gustavsberg.

- Berörd vägsträcka = 0,30 km (bedömning gjord av Brandkonsulten AB).
- Olyckskvot = 1,2 [9].
- Andel singelolyckor = 0,15 [9].

Detta leder till beräknad sannolikhet för en trafikolycka med ett farligt godsfordon på den aktuella sträckan till ungefär en gång per 25 000 år ( $3,99 \times 10^{-5}$ ).

Detta värde utgör enbart sannolikheten för att en olycka ska ske och är inte lika med sannolikheten för att läckage exempelvis ska ske.

De konsekvenser som skulle kunna ske är utsläpp av brandfarlig vätska som antänds (pölbrand), alternativt utsläpp av gasol som kan leda till jetflamma, fördröjd antändning eller BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion).

Enligt rapporterna [9] [10] är sannolikheten för att läckage sker vid en farligt godsolycka 3 % och därefter 3,3 % att läckaget antänder oberoende av läckagets storlek (gäller brandfarlig vätska).

Detta innebär att sannolikheten för antändning av brandfarlig vätska i händelse av farligt godsolycka är  $3,95 \times 10^{-8}$ . Med hänsyn tagen till att brandfarlig vätska transporterarna utgör 55 av de 60 transporterarna med farligt gods är sannolikheten nere på  $3,62 \times 10^{-8}$ .

Utifrån denna sannolikhet har det antagits att tre olika dimensionerande utsläpp kan förekomma; litet, mellanstort och stort utsläpp. Brandkonsulten AB:s bedömning är att förutsatt att ett utsläpp och antändning sker, är 60 % av utsläppen små, 30 % mellanstora och 10 % stora. Ingen statistik har kunnat erhållas för hur sannolikt ett utsläpp av respektive storlek är utan uppdelningen bygger på antaganden vilket innebär att sannolikheten för respektive utsläpp kan variera. Ovanstående antaganden ger följande sannolikheter för respektiver scenario:

Litet utsläpp brandfarlig vätska med antändning som följd:  $2,17 \times 10^{-8}$ .



Mellanstort utsläpp brandfarlig vätska med antändning som följd:  $1,09 \times 10^{-8}$ .

Stort utsläpp brandfarlig vätska med antändning som följd:  $3,62 \times 10^{-9}$ .

Sannolikheten för läckage av brandfarlig gas vid farligt godsolycka är enligt Räddningsverkets rapport endast 0,1 %. Dock måste läckaget antända, vilket minskar sannolikheten ytterligare, bedömningsmässigt torde sannolikheten vara maximalt 20 %.

Detta innebär att sannolikheten för antändning av gasol maximalt blir  $7,98 \times 10^{-9}$ . Med hänsyn tagen till att gasoltransporterna enbart utgör 5 av de 60 transporterna med farligt gods är sannolikheten nere på  $6,65 \times 10^{-10}$ .

Utifrån detta har beräkningar sedan gjorts för fyra olika skadeutfall. Litet utsläpp, mellanstort utsläpp, stort utsläpp och BLEVE. Av sannolikheten för utsläpp och antändning har 60 % antagits vara små, 30 % mellanstora, 9 % stora och 1 % medför BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion). Det ger följande sannolikheter:

Litet utsläpp brandfarlig gas med antändning som följd:  $3,99 \times 10^{-10}$ .

Mellanstort utsläpp brandfarlig gas med antändning som följd:  $2,00 \times 10^{-10}$ .

Stort utsläpp brandfarlig gas med antändning som följd:  $5,99 \times 10^{-11}$ .

Utsläpp av brandfarlig gas som leder till BLEVE:  $6,65 \times 10^{-12}$

De låga sannolikheterna till trots kan detta ändå leda till stora konsekvenser med hänsyn till att många personer förväntas vistas i kontorsbyggnaderna som vetter mot Hammarbyvägen.

### 5.8.2 Hammarbybacken och Hammarby Allé

Det finns även risk för farligt godsolycka på Hammarbybacken och Hammarby Allé med hänsyn till transporterna av eldningsolja och ammoniak till Hammarbyverket, vilket Sweco har studerat.

Eldningsolja och ammoniak ska transporteras till Hammarbyverket. Det totala antalet transporter av eldningsolja uppskattas av Sweco till ca 3-4 st per år [2].

I dagsläget sker enbart en leverans per år med totalt 240 liter 25%-ig ammoniak enligt Marianne Lindström, Fortum. Dock kan ammoniakhanteringen komma att utökas då miljötillståndet för Hammarbyverket i framtiden ska omprövas enligt Johan Alsparr, Fortum. Denna eventuella framtida utökade ammoniakhantering beaktas i riskutredningen. Utökningen skulle innebära 1-2 transporter med ammoniak/vecka (ca 50-100 st/år) beroende på om det är bil med släp eller enbart bil.

Transporten av ammoniak bedöms ske via Hammarbybacken och in på Hammarby Allé. När bussdepån är klar ska transporterna ske in via infarten till bussdepån som blir från rondellen samt via lokalgata fram till Hammarbyverket. Eldningsoljan kan även transporteras förbi Hammarbyvägen på väg mot Hammarbyverket.

För att räkna fram sannolikheten för farligt godsolycka har Räddningsverkets handbok, "Farligt gods, riskbedömning vid transport" använts av Sweco.

Följande parametrar valdes av Sweco avseende Hammarby Allé och påverkan på bussdepån:

- Fordon/dygn = 5 000.
- 108/365 transporter farligt gods/dygn.
- Berörd vägsträcka = 0,3 km.
- Olyckskvot = 1,2 [9].
- Andel singelolyckor = 0,15 [9].
- Index farligt godsolycka = 0,03 [9] Detta index ger sannolikheten för läckage vid en olycka med ett farligt godsfordon.

Detta leder till beräknad sannolikhet för en farligt godsolycka (dvs läckage vid olycka) på den aktuella sträckan till cirka en gång per 460 000 år ( $2,16 \times 10^{-6}$ ). Om hänsyn tas till ett något högre trafikflöde (7 000 fordon/dygn enligt nya uppgifter från Trafikkontoret) samt en kortare vägsträcka (0,15 km med hänsyn till skyddsobjekt på Mårtensdal jämfört med Fredriksdal) fås en sannolikhet på cirka en gång per 930 000 år ( $1,08 \times 10^{-6}$ ).

Samma uträkning för Hammarbybacken och dess sträckning ger:

- Fordon/dygn = 8 500 (information från trafikkontoret).
- 108/365 transporter farligt gods/dygn.
- Berörd vägsträcka = 0,35 km (bedömning gjord av Brandkonsulten AB).
- Olyckskvot = 1,2 [9].
- Andel singelolyckor = 0,15 [9].
- Index farligt godsolycka = 0,03 [9] Detta index ger sannolikheten för läckage vid en olycka med ett farligt godsfordon.

Detta leder till beräknad sannolikhet för en farligt godsolycka (dvs läckage vid olycka) på den aktuella sträckan till cirka en gång per 400 000 år ( $2,52 \times 10^{-6}$ ).

De båda vägsträckorna, och därmed även sannolikheten för utsläpp har lagts ihop vid fortsatta beräkningar.

Beräkningar har genomförts för två olika scenarier, stort respektive litet utsläpp. Sannolikheten för stort utsläpp har antagits vara 10 % av utsläppen och för litet utsläpp resterande 90 %.

Med hänsyn till att konsekvenserna av ett ammoniakutsläpp är starkt beroende av om vinden blåser mot området eller från området har sannolikheten reducerats ytterligare. Konservativt har antagits att vindriktningen delats upp i två halvcirklar om 180 grader. Det vill säga antingen blåser det mot området eller så blåser det bort från området.

Det ger nedanstående sannolikheter för respektive scenario:

Litet ammoniakutsläpp:  $3,24 \times 10^{-6}$

Stort ammoniakutsläpp:  $3,60 \times 10^{-7}$

Med hänsyn till de få transporter som brandfarlig vätska utgör (3-4 per år) bedöms dessa transporter inte utgöra en risk att behöva ta hänsyn till utan risken att beakta avser troliga framtida ammoniaktransporter. Exempelvis sker mitt inne i städerna några enstaka transporter årligen av brandfarlig vätska till bland annat reservkraftaggregat inom sjukvården och banksektorn vilka accepteras riskmässigt.

Konsekvensen från ammoniakläckage bedöms lindrig enligt rapporten som Sweco upprättat. Hastigheten på berörda vägar är låg vilket medför att mängden ammoniak som kommer att läcka ut till följd av trafikolycka bedöms vara liten, vilket i sin tur begränsar konsekvensen. Skadeverkan på tredje man hänförs i första hand till inandning av ammoniakångor. Hudkontakt med gasformig ammoniak ger sveda och kontakt med vätska ger frätskador.

Enligt riskanalysen som Sweco upprättade krävs inga åtgärder för den planerade bussdepån med hänsyn till ammoniaktransporterna utöver att tilluft ej ska tas mot Hammarby Allé.

Dock antogs det ett lågt förväntat antal personer utomhus ( $20 \text{ personer}/10\,000 \text{ m}^2$ ) vilka skulle kunna omkomma vid ett ammoniakläckage, varför Brandkonsulten AB:s bedömning är att en detaljerad analys varit nödvändig för att specifikt bedöma möjligheten till platser för stadigvarande vistelse utomhus, t ex uteplatser.

### 5.8.3 Lokalgata

Till gasanläggningen sker enbart ett fåtal transporter per år med leverans av diesel till reservkraftsaggregaten. Transporterna sker på lokalgata söderifrån. Lokalgatan nås från Mårtendalsgatan som löper parallellt med Hammarbyvägen framför Fryshuset.

Med hänsyn till de få transporter med brandfarlig vätska som sker och med hänsyn till hastighetsbegränsning på 30 km/h på lokalgatan bedöms dessa transporter inte utgöra en risk att behöva ta hänsyn till. Exempelvis sker mitt inne i städerna några enstaka transporter årligen av brandfarlig vätska till bland annat reservkraftsaggregat inom sjukvården och banksektorn vilka accepteras riskmässigt.

## 5.9 Påkörning av byggnad med tung trafik

En eventuell avåkning av ett tungt fordon kan utgöra en risk för personer som vistas i kontorsbyggnaderna med dess korta avstånd till vägen. Hastigheten på vägarna/gatorna omkring Mårtensdal är dock begränsad till 50 km/h samt 30 km/h på Hammarby Allé. Dessutom minskar rondellerna på Hammarby Allé och Hammarbyvägen farten.

Sannolikheten för avåkning med fordon i stadsmiljö bedöms generellt vara låg. Avåkning med lastbil eller något annat tungt fordon bör rimligen ske med ännu lägre sannolikhet.

Den största risken för påkörning av berörda byggnader torde gälla från Hammarbybacken där avståndet mellan väg och byggnad enbart blir ca 10 m samt att vägen sluttar ner mot Hammarby Allé. Dock finns parkeringsplatser utmed vägen samt träd vilket minskar sannolikheten för påkörning av byggnaden.

I dagsläget finns det längs med Hammarbyvägen på sidan närmast Mårtensdal en gång- och cykelbana som är separerad från körbanorna med ett område med vegetation. Förändring av detta kommer ske med hänsyn till nya kontorsbyggnader. I den nya utformningen av gång- och cykelbanor ska hänsyn tas till risken för påkörning av tung trafik.

Med anledning av ovanstående anser Brandkonsulten AB att hänsyn till risken för påkörning av byggnad med tung trafik ska tas då avstånden generellt är korta mellan väg och berörda byggnader.

## 6 Konsekvensberäkningar

### 6.1 Brandfarlig vätska Hammarbyvägen

Konsekvensberäkningar för olycka med brandfarlig vätska har genomförts för Hammarbyvägen där dessa transporter sker.

För scenarierna med utsläpp och antändning av brandfarlig vätska har strålningsberäkningar genomförts. Beräkningarna har gjorts utifrån litet, mellanstort och stort utsläpp.

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

Gränsvärde för personskada inne i byggnaderna är generellt antaget till 15 kW/m<sup>2</sup> mot fasaden då detta är accepterat gränsvärde för skydd mot brandspridning mellan byggnader i BBRAD [18]. Om infallande strålning överstiger 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> och inte har möjlighet att utrymma bort från strålningskällan antas i beräkningarna förolyckas. Desamma gäller för personer som vistas utomhus inom område med högre stålningsnivå än 15 kW/m<sup>2</sup>.



Då byggnaderna är placerade på kort avstånd från vägen visar beräkningarna att kritiska strålningsnivåer uppnås även för mindre utsläpp. Pölstorlekarna kan anses konservativa med hänsyn till att vägen lutar ner mot fryshuset. Detta medför mindre sannolikhet för att en pöl bildas framför fasaden.

**Tabell 1. Resultat av strålningsberäkningar. Kritisk strålningsnivå är markerad i grönt.**

	Litet utsläpp	Mellanutsläpp*	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>

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

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

Bedömningen har gjorts att ett fåtal (3) personer omkommer vid stort utsläpp då antändning kan ske inne i byggnaden och personer omkommer till följd av detta. Antalet är endast en grov uppskattning utifrån rådande förutsättningar och andra bedömningar kan givetvis också vara rimliga. Utomhus bedöms inga personer omkomma. För mellanstort utsläpp och litet utsläpp bedöms inga personer förolyckas.

**Tabell 2. Konsekvensområde och bedömt antal omkomna för respektive scenario.**

	Skadefall	Konsekvensområde (m)	Antal omkomna
Brandfarlig vätska	Litet	<10	0
	Mellan	15	0
	Stort	37	3

Utifrån ovanstående resultat och med hänsyn till att utrymning alltid kan ske in mot gården, bort från riskkällan kan fönster mot Hammarbyvägen utföras utan brandteknisk klass.

## 6.2 Brandfarlig gas Hammarbyvägen

Konsekvensberäkningar för olycka med brandfarlig gas har genomförts för Hammarbyvägen där dessa transporter sker.

Beräkningar har genomförts i programmet gasol för att bedöma konsekvensområdet av en eventuell olycka.

Fyra scenarier med olika utsläppsstorlekar har antagits. Givet att läckaget antänder har fyra scenarier utretts. Litet utsläpp, mellanstort utsläpp, stort utsläpp och BLEVE.

Skadeområdet för respektive scenario redovisas i form av en sträcka för respektive utsläpp. Inom denna sträcka kan personer utomhus förväntas 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, samt att utrymning in mot gården, bort från riskkällan antagits möjlig.

För stort utsläpp har bedömningen gjorts att 5 personer som vistas utomhus i anslutning till olyckan omkommer och för BLEVE har 30 personer totalt utomhus och inomhus antagits omkomma. På samma sätt som ovan är antalet endast grova uppskattningar av hur många som kan antas omkomma och antalen ska inte ses som sanning. Beräkningarna ger en uppskattning om hur konsekvensen kan se ut och ger en indikering för erforderliga åtgärder.

**Tabell 3. Konsekvensområde och bedömt antal omkomna för respektive scenario.**

	Skadefall	Konsekvensområde (m)	Antal omkomna
Brandfarlig gas	Litet	<10	0
	Mellan	11	0
	Stort	40	5
	BLEVE	105	30

Vidare utredning avseende riskreducerande åtgärder görs i kapitel 7 och 8.

### 6.3 Giftig gas Hammarbybacken och Hammarby Allé

Konsekvensberäkningar för olycka med giftig gas (ammoniak) har genomförts i programmet "spridning i luft" som är en del av RIB. Beräkningar har genomförts för Hammarbybacken och Hammarby Allé där dessa transporter sker.

För ammoniakutsläpp har två olika utsläppsstorlekar studerats, litet respektive stort utsläpp. Gränsvärdet för koncentration där personer omkommer vid relativt kort exponeringstid har bedömts vara 2000 ppm[17]. Avståndet till 2000 ppm har därmed antagits vara konsekvensområdet vid en olycka.

Området utanför byggnaderna mot körbar väg utformas inte så att stadigvarande visstelse uppmuntras. Mindre serveringsplatser för exempelvis caféer kan dock förekomma.

Bedömningen av antalet omkomna i respektive scenario har gjorts med grund i att personer har möjlighet att förflytta sig bort från risken, in mot gården samt med grund i att 2000 ppm inte heller innebär att personer direkt omkommer. För det stora utsläppet uppnås väldigt höga koncentrationer på korta avstånd från utsläppskällan.

I beräkningsprogrammet har vattenfri ammoniak används, vilket innebär höga koncentrationer på korta avstånd vid ett utsläpp. Då det är 25%-ig ammoniak som kommer att transporteras, innebär detta betydligt lägre koncentrationer än de beräknade vilket underbygger antagandet om antal omkomna.

Ammoniak är en lätt gas (beter sig dock delvis som en tung gas) vilket innebär att ett konsekvensområde på 600 m inte innebär att personer på marken nödvändigtvis blir påverkade inom denna sträcka.

Osäkerheterna kring detta gör att antal omkomna vid en olycka är en grov bedömning och ska inte ses som ett definitivt värde. Brandkonsulten AB är medveten om att indata till beräkningarna är konservativt antagna och att bedömning av antalet omkomna är konservativt gjorda. Utifrån de osäkerheter som finns angående koncentration vid transport, mängden transporter mm är detta ett medvetet val som givetvis kan komma att revideras när mer detaljerad information finns.

Brandkonsulten AB har varit i kontakt med Magnus Levein på MSB avseende hur pass högt ett ammoniakmoln kan antas nå. Enkla beräkningar med givna förutsättningar utförda av MSB visade att ammoniakmolnet kunde nå upp till ca 40 m.

**Tabell 4. Konsekvensområde och bedömt antal omkomna för respektive scenario.**

	Skadefall	Konsekvensområde (m)	Antal omkomna
Ammoniak	Litet	30	3
	Stort	600	20

Vidare utredning avseende riskreducerande åtgärder görs i kapitel 7 och 8.

## 7 Individ- och samhällsrisk

### 7.1 Individrisk

Sammantaget innebär beräkningarna för sannolikhet och konsekvens att individrisken för den del av planområdet som vetter mot Hammarbyvägen är beroende av på vilket avstånd från vägen man befinner sig. Nedanstående tabell visar individrisken som ett avstånd från utsläppskällan, vilken är antagen till mitt i vägbanan. Då sannolikheten för olycka antagits lika stor i alla punkter på vägbanan kan individrisklinjer dras på givna avstånd från vägen.

Tabell 5. Individrisk på givet avstånd från riskkälla för Hammarbyvägen.

Avstånd (m)	Frekvens
<10	3,65E-08
15	1,46E-08
40	3,69E-09
100	6,65E-12



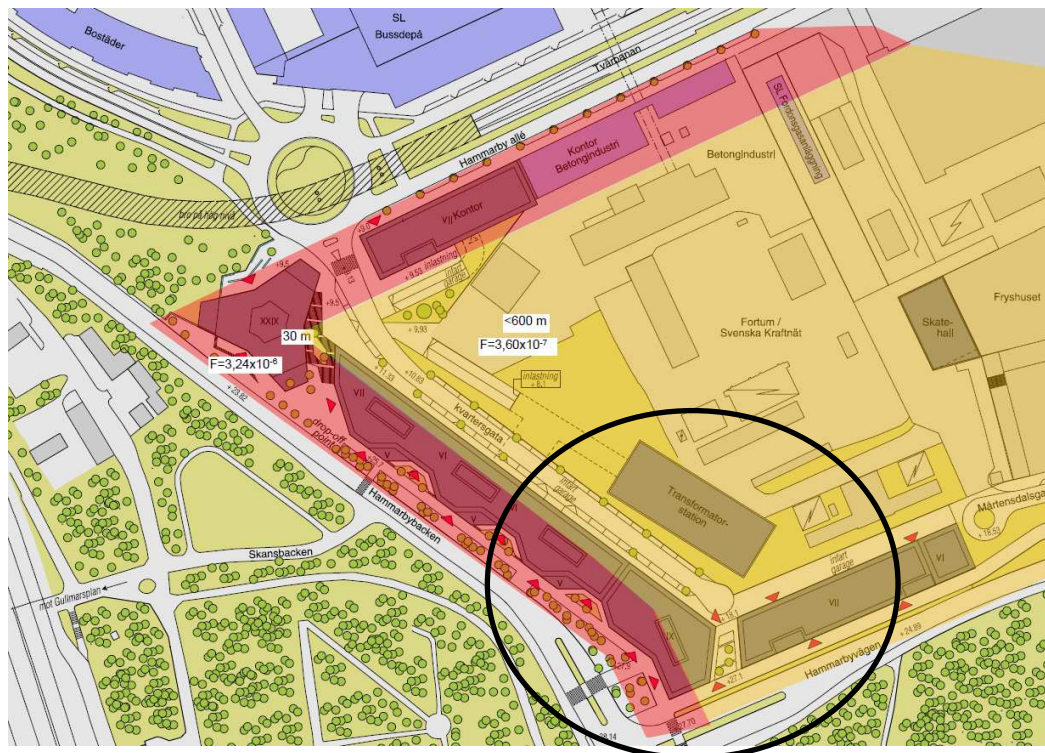
Figur 17. Individrisklinjer för farligt gods på Hammarbyvägen. Den svarta ringen i figuren markerar det område där risken från farligt gods-olycka på Hammarbyvägen och risken vid utsläpp av ammoniak på Hammarbybacken överlappar varandra.

Individrisken inom den röda zonen uppgår till  $3,65 \times 10^{-8}$ .

För ammoniakutsläpp på Hammarbybacken och Hammarby Allé blir individrisken enligt tabellen nedan. Endast ammoniakutsläpp har beaktats då övriga risker i tidigare genomförd riskbedömning bedömts så små att bidraget till individrisken kan anses försumbart.



Avstånd (m)	Frekvens
<30	3,24E-06
600	3,60E-07



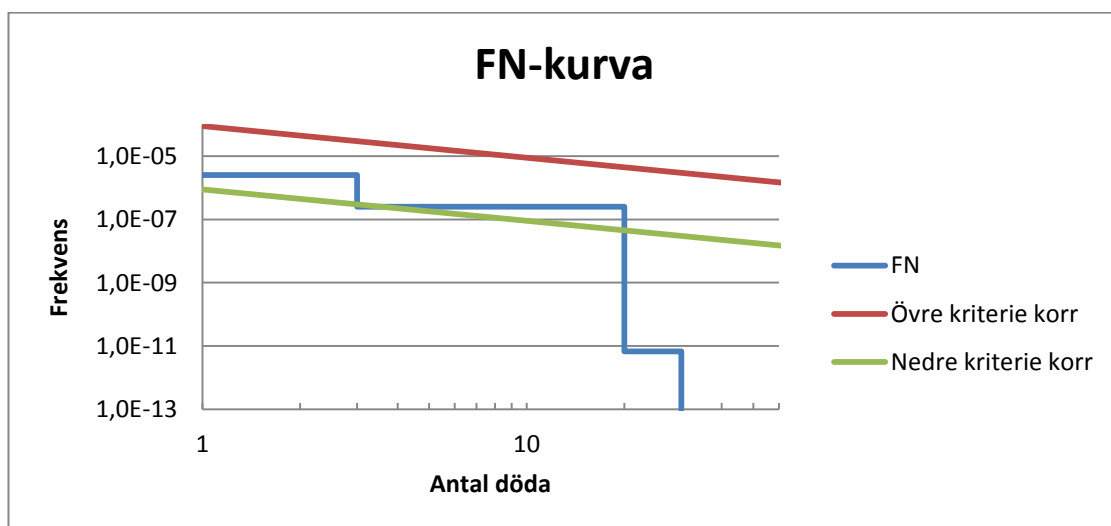
Individriskens inom den röda zonen uppgår till  $3,24 \times 10^{-6}$ .

## 7.2 Samhällsrisk

Kriterierna för alarp-området har justerats efter den aktuella vägsträckan enligt "Värdering av risk" [14].

Tabell 7. Redovisning av frekvens och antal omkomna för respektive scenario.

Scenario	Utsläppsstorlek	Antal döda	Frekvens
Brandf. gas	Bleve	30	6,65E-12
Ammoniak	Stort	20	2,52E-07
Brandf. gas	Stort	5	5,99E-11
Ammoniak	Litet	3	2,27E-06
Brandf. vätska	Stort	3	3,62E-09
Brandf. vätska	Litet	0	2,17E-08
Brandf. vätska	Mellan	0	1,09E-08
Brandf. gas	Litet	0	3,99E-10
Brandf. gas	Mellan	0	2,00E-10



Figur 19. FN-kurva. Redovisning av individrisk för givet planområde för de riskkällor som antagits ge mer än ett försumbart bidrag till samhällsrisk.

FN-kurvan ger en indikation på att risknivåerna ligger inom den zon där riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

När bedömning av samhällsrisk gjorts har enbart de scenarier tagits med som tidigare bedömts tillföra så pass stort riskbidrag att vidare analys krävts. De scenarier som inte tagits med anses endast tillföra marginellt bidrag till den totala samhällsrisk. Noteras bör att ammoniakolycka ger stort utslag i FN-kurvan och linjen hamnar inom alarp-zonen. Dock så har de konservativa antaganden som gjorts angående antalet omkomna visat sig ha mindre betydelse för utseendet av FN-kurvan. Även om antalet omkomna halveras så innebär sannolikheten för olycka att risknivån hamnar inom alarp-zonen. De konservativa antaganden som gjorts angående detta är därför av mindre betydelse för föreslagna åtgärder. Övriga scenarier, brandfarlig gas och vätska, ger endast ett mindre bidrag.

## 8 Riskreducerande åtgärder

I tidigare avsnitt i riskbedömningen har det konstaterats att vissa riskreducerande åtgärder behöver vidtas eller beaktas vid detaljprojekteringen av aktuella byggnader.

Dessutom har en detaljerad riskbedömning gjorts för farligt godsolycka med brandfarlig vätska och gas på Hammarbyvägen samt för ammoniakutsläpp på Hammarbybacken och Hammarby allé. Resultatet från utförda beräkningar visar att nivån för både individ- och samhällsrisk hamnar i alarp-området, vilket innebär att skäligen åtgärder ska vidtas för att reducera risknivån.

Nedanstående föreslagna åtgärder bygger på resultat från tidigare utförda riskbedömningar och den kompletterande detaljerade analysen för farligt gods och ammoniak. Dessutom har hänsyn tagits till de överslagsberäkningar som MSB utfört för ammoniakutsläpp.

De föreslagna riskreducerande åtgärderna anses av Brandkonsulten AB vara rimliga att vidta med hänsyn till riskreducerande effekt.

Åtgärder som inte erfordras för att en acceptabel risknivå ska uppnås men som av egendomsskäl eller andra orsaker kan vara lämpliga är markerade med *kursiv stil*.

Observera att hänsyn till den eventuella utökade ammoniakhantering tagits gällande riskreducerande åtgärder.

### 8.1 Ny kontorsbyggnad på Mårtensdal 10 (avser endast bygglov)

- Med hänsyn till risken för farligt godsolycka med ammoniakutsläpp ska tilluft till byggnaden förses med gasdetektionssystem som stoppar aggregat i händelse av ammoniakdetektion. Alternativt placeras tilluftsintag så att dessa vetter ifrån Hammarby Allé.
- Enligt lagen om brandfarliga och explosiva varor får cisterner med brandfarlig gas (10-100 m<sup>3</sup>) placeras 12,5 m från byggnad i allmänhet (utom anläggning) om cistern/ byggnad med cistern utförs i lägst brandteknisk klass EI 60. Då fordonsgasanläggningen i framtiden uppförs ska 12,5 m avståndet uppfyllas mellan byggnaderna.
- Med hänsyn till brand i transportbandet som relativt nära löper förbi den planerade kontorsbyggnaden ska hänsyn till risk för brandspridning ske vid detaljprojekteringen. Brandtekniska avskiljningar krävs för byggnadsdelarna som helt vetter mot transportbandet, dvs sidor och tak (undersida transportband) .

### 8.2 Nya kontorsbyggnader på Mårtensdal 6 (avseende detaljplanen)

#### 8.2.1 Restaurang

Gällande restaurangen som avses placeras överst i ena kontorsbyggnaden bedömer Brandkonsulten AB inga särskilda risker som måste beaktas i detaljplanearbetet med hänsyn till riskobjekten i närområdet.

#### 8.2.2 Fasad mot Hammarby Allé

- Med hänsyn till risken för farligt godsolycka med ammoniakutsläpp på Hammarby Allé ska tilluftsintag ej placeras under 50 m från marknivån, alternativt att tilluftsintag förses med gasdetektionssystem som stoppar aggregat i händelse av ammoniakdetektion. Tilluftsintag placerade minst 50 m ovan marknivå erfordrar ej särskilda åtgärder.

- Då viss del av de personer som förolyckas vid ett eventuellt ammoniakutsläpp bedöms vistas utomhus är det svårt att vidta enkla åtgärder för att minska risknivån för dessa scenarier. Uppmuntran till stadigvarande vistelse genom större uteplatser direkt mot Hammarby Allé är inte lämpligt under kända förutsättningar. Mindre serveringar för exempelvis café bedöms kunna utföras. Om transporter av ammoniak sker nattetid är dock Brandkonsulten AB:s bedömning att uteplatser mot Hammarby Allé är möjligt med hänsyn till risknivån. Observera att detta resultat bygger på stora osäkerheter i form av antal ammoniaktransporter, koncentration vid transport, transportväg in i området m m. Det kan finnas skäl att revidera siffrorna när nya uppgifter angående transporter finns för att eventuellt revidera risken och möjligheten till uteplatser även om transporter sker dagtid.
- Utrymning ska kunna ske bort från riskkällan, dvs in mot gården.

### 8.2.3 Fasad mot Hammarbybacken

- Med hänsyn till risken för farligt godsolycka med ammoniakutsläpp på Hammarbybacken ska tilluftsintag ej placeras under 50 m från marknivån, alternativt att tilluftsintag förses med gasdetektionssystem som stoppar aggregat i händelse av ammoniakdetektion. Tilluftsintag placerade minst 50 m ovan marknivå erfordrar ej särskilda åtgärder.
- Då viss del av de personer som förolyckas vid ett eventuellt ammoniakutsläpp bedöms vistas utomhus är det svårt att vidta enkla åtgärder för att minska risknivån för dessa scenarier. Uppmuntran till stadigvarande vistelse genom större uteplatser direkt mot Hammarbybacken är inte lämpligt under kända förutsättningar. Mindre serveringar för exempelvis café bedöms kunna utföras. Om transporter av ammoniak sker nattetid är dock Brandkonsulten AB:s bedömning att uteplatser mot Hammarby Allé är möjligt med hänsyn till risknivån. Observera att detta resultat bygger på stora osäkerheter i form av antal ammoniaktransporter, koncentration vid transport, transportväg in i området m m. Det kan finnas skäl att revidera siffrorna när nya uppgifter angående transporter finns för att eventuellt revidera risken och möjligheten till uteplatser även om transporter sker dagtid.
- Utrymning ska kunna ske bort från riskkällan, dvs in mot gården.
- För att reducera risken för att ett tungt fordon kör in i kontorsfasaderna längs med Hammarbybacken ska skydd mot avåkning skapas. Parkeringsplatser har tillskapats längs vägen vilket minskar sannolikheten att ett fordon kör in i byggnaden. Vid planering av träd ska hänsyn tas till var bilparkering saknas för att minska risken för påkörning.

### 8.2.4 Fasad mot Hammarbyvägen

- För att reducera risken för att ett tungt fordon kör in i kontorsfasaderna längs med Hammarbyvägen ska skydd mot avåkning skapas. Detta kan göras i form av lämplig plantering av träd längs vägen eller annan likvärdig lösning.  
Den detaljerade riskbedömningen avseende farligt gods på Hammarbyvägen visar att följande åtgärder ska beaktas i detaljprojekteringen.
- Utrymning från kontorsbyggnaderna måste kunna ske mot den sida som ej vetter mot Hammarbyvägen på behörigt avstånd från eventuell olycka.
- Kontorsbyggnaderna behöver utföras med obrännbara fasader med hänsyn till strålningsnivåerna vid farligt gods-olycka med brandfarlig vätska eller gas. Fönster- och glaspardier som vetter mot Hammarbyvägen behöver inte utföras i brandteknisk klass då utrymning alltid kan ske bort från riskkällan.
- Marken, eller eventuellt skydd utformas så att brandfarlig vätska inte kan rinna mot byggnaden och ansamlas intill fasaden.

### 8.3 Ställverk

Enligt ELSÄK-FS 2008:1 ska avståndet mellan klassat område och kraftledning 420 kV vara minst 60 m, vilket även bedöms gälla för ett 400 kV ställverk. Brandkonsulten AB förutsätter att avståndet blir minst 60 m mellan fordonsgasanläggningen och det nya ställverket.

Brandkonsulten AB förutsätter att nytt ställverk med tillhörande transformatorer kommer att uppfylla Elsäkerhetsverkets författningssamlingar med hänsyn till avstånd till andra byggnader m m.

### 8.4 Ny gasblandningsstation och fordonsgasanläggning

Följande riskreducerande åtgärder ska beaktas/har beaktats för gasanläggningen enligt [3] och [4]:

- Gaslarm, brandlarm och nödstängningssystem installeras.
- Hänsyn tas till explosionsfarlig miljö.
- Blandningsstationens vägg mot värmepumpsanläggningen utförs i lägst brandteknisk klass EI 120.
- Tryckavlastningsluckor installeras.
- Anläggningen förses med åskledarskydd.
- Fordonsgasanläggningens vägg mot blandningsstationen utförs i lägst klass EI 120. Fordonsgasanläggningens övriga väggar utförs i lägst klass EI 60.
- Gasledningar placeras så att de inte kan ge upphov till läckage som orsakar sticklåga mot storflaskor.
- Ställverksbyggnaden med reservkraft utförs med brandteknisk avskiljning EI 120 mot skateboardhallen, samt utförs med automatiskt brandlarm och släckanläggning. Dessutom skapas en skumanslutning för räddningstjänstens skumfordon.
- Gaslagret i fordonsgasanläggningen förses med automatiskt släcksystem.
- Lossningsplatsen samt utformningen i övrigt utformas så att lagen om brandfarliga och explosiva varor följs (2010:1011).
- Mellanspänningsverket förses med ljusbågsskydd och tryckavlastningsluckor.
- Ledning mellan fordonsgasanläggningen och tankstationen förläggs i skyddsrör som utgör grävskydd. Vid läckage återförs metan till fordonsgasanläggningen för avledning genom evakueringsrör ovan tak.
- Hastighet på gata fram till fordonsgasanläggningen begränsas och dessutom skapas påkörningsskydd.

### 8.5 Skateboardhall

Brandkonsulten AB ser inga risker avseende skateboardhallen som vidare behöver utredas i denna rapport som avser detaljplanearbetet.



## 9 Hantering av osäkerheter

Vid analys av risker måste osäkerheter i indata och bedömningar särskilt beaktas. I arbetet med utförda bedömningar och beräkningar har detta inneburit att statistikuppgifter som erhållits från rapporter har och ska beaktas med försiktighet. Brandkonsulten AB har generellt sett valt att vara konservativ i bedömningarna. I analysen gjorda bedömningar kan således komma att ändras med ytterligare och förbättrad information.

För en läsare av denna riskbedömning är det därför viktigt att beakta att resultatet skulle kunna skilja sig om någon annan utfört analysen.

Riskbedömningen bygger på idag kända verksamheter inom området samt kända mängder av farligt gods. Utformning av planområdet kan förändras vilket innebär nya förutsättningar för analysen.

Resultatet av transporter av ammoniak i anslutning till området har stor påverkan på både individ- och samhällsrisk. Detta syns tydligt i kurvorna för individ och samhällsrisk och innebär att risknivån totalt sett hamnar inom den zon där skäligen åtgärder ska vidtas.

Om ammoniaktransporter inte skulle bli aktuellt i framtiden bör beräkningarna revideras och åtgärdsförslagen ses över.

Bedömning avseende antal omkomna vid respektive scenario har generellt valts väldigt konservativt. Det har dock visat sig att oavsett om antalet omkomna halveras för ammoniaktransporter så hamnar risknivån inom alarp-zonen på grund av den höga sannolikheten till olycka. Hur många som förolyckas är därmed av mindre betydelse för de riskreducerande åtgärder som föreslagits.

## 10 Slutsatser

Utifrån resultatet av riskbedömningen har konstaterats att förändring av planområdet är möjligt. Risken som tillförs området i samband med föreslagna ändringar är acceptabel under förutsättning att riskreducerande åtgärder vidtas samt att väsentliga befintliga förhållanden behålls. Detaljer kring riskreducerande åtgärder och befintliga förhållanden återfinns i kapitel 8.

## 11 Referenser

Risikanalys – Bussdepåns inverkan på närboende och anställda vid kv Fredriksdal, 2010-01-21, upprättad av Sweco [1],

Teknisk Riskanalys – Bussdepåns inverkan på närboende och anställda vid kv Fredriksdal, 2010-01-21, upprättad av Sweco [2],

Uppdaterad och kompletterad grov riskanalys för blandningsstation och fordonsgas-anläggning kv. Mårtensdal 6, 2008-12-08, upprättad av Sweco [3],

Fördjupad analys, kompletterande redogörelse för blandningsstation och fordonsgas-anläggning kv. Mårtensdal 6, 2008-12-08 upprättad av Sweco [4],

Risikanalys av gasblandningsstationen, 2010-05-06, upprättad av Sweco [5],

SÄIFS 2000:4 om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas [6],

Elsäkerhetsverkets författningssamling ELSÄK 2008:1 [7],

Stockholms läns författningssamling, 01FS 2010:46 [8],

SRV (Statens räddningsverk). (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad: Statens räddningsverk [9],

Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, G (1993) [10],

Länsstyrelserna (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands Län). (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, September 2006* [11],

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 [12],

Risikanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad när & hur, Slettenmark, 2003 [13].

Davidsson, G., Lindgren, M., & Mett, L. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Statens räddningsverk [14],

IEC (International Electrotechnical Commission). (1995). *Dependability management - part 3: Application guide - section 9: Risk analysis of technological systems*. IEC 300-3-9 1995 [15],

Trycksäkert, En skrift om pneumatisk lossning av pulvergods och hantering av denna teknik på ett säkert och omdömesgillt sätt [16],

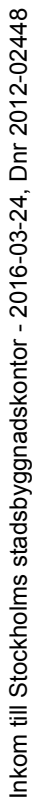
Fallqvist, K., & Klippberg, A. (2006). *Brandskydd i boverkets byggregler*. Stockholm: Svenska Brandskyddsföreningen,

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

SRV (Statens räddningsverk), *Vägledning för riskbedömning av kyl- och frysanläggningar med ammoniak*. [17]

BBRAD, *Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*, BFS 2011:27, Boverket, 2011. [18]

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2016-03-24, Dnr 2012-02448



## 13 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.

### 13.1 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 sk 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>1</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>2</sup>.

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

<sup>2</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).

Inom det undersökta skadeområdet (sträckan framför det undersökta området) så begränsas ett utsläpp av grönområde och de tillkommande husfasaderna på ca 5 meters avstånd som kortast.

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 vara representativt för detta scenario, vilket motsvarar att mer än hela lastbilen brinner. Detta motsvarar ex en brand på 10 x 50 m eller en cirkulär pöl med 25m diameter.

### 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>3</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

<sup>3</sup> "The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", National Fire Protection Association. 2nd ed. Quincy, 1995.



**Synfaktor**

Med hjälp av beräknad flamhöjd och pölens utbredning approximeras i det här fallet flamman, 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>4</sup> har synfaktorer ( $\Phi$ ) 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 ( $\Phi$ ) för antagna pölstorlekar.

	<b>Litet utsläpp</b>	<b>Mellan utsläpp</b>	<b>Stort utsläpp</b>
<b>Avstånd [m]</b>	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

**13.2 Dimensionerande skada**

För det dimensionerande skadeutfallet 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>5</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 (ex sovande, vårdverksamhet, förskola etc) eller där man inte har möjlighet att utrymma bort från strålningskällan antas förolyckas.

---

<sup>4</sup> "The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", National Fire Protection Association. 2nd ed. Quincy, 1995.

<sup>5</sup> BBRAD, Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2011:27, Boverket, 2011

### 13.3 Resultat

Den infallande strålningsintensiteten mot en punkt beräknas med följande ekvation<sup>6</sup>:

$$I = E \cdot \Phi$$

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

Infallande strålning mot fasaden 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 grön text.

	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>
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

### 13.4 Slutsats och diskussion

Vid mellan och litet utsläpp bedöms konsekvenserna inom det undersökta området vara 0.

Vid ett stort utsläpp kommer lokaler fram till 40 m från olyckan att påverkas av strålningsnivåer som gör att antändning kan ske inom byggnaden och att personer kan för-olyckas, beroende utformning av lokaler och verksamhet.

Bedömd samhällsrisk är att en olycka med ett stort utsläpp ger upphov till 3 döda i byggnaden vid händelsen "Stort utsläpp". I övriga skadefall antas inte en olycka ge upphov till omkomna med hänsyn till brand i brandfarlig vätska.

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.

<sup>6</sup> "Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker." FOA rapport R—97-00490-990-SE

## 14 Bilaga C. Beräkning av konsekvenser vid utsläpp av ammoniak

### 14.1 Ammoniak

I Räddningsverkets rapport "Vägledning för riskbedömning av kyl- och frysanläggningar med ammoniak" omnämns ammoniaks egenskaper. Ammoniak är ett vanligt köldmedium men beroende på dess farlighet vid högre koncentrationer måste den hanteras varsamt. Ammoniak är vid rumstemperatur och normalt tryck en färglös gas. Vid exponering kan den på grund av sin giftighet utgöra en risk för människor och miljö, även om dess karaktäristiska lukt utgör en tidig varningssignal.

Redan vid låga koncentrationer och kort exponeringstid kan ammoniakgas irritera luftvägar och ögon, inandning ger hosta och sveda i luftvägarna. Höga koncentrationer kan ge frätskador på slemhinnor, ögon och hud. Kramp i andningsorgan kan utlösas samt andnöd och medvetlöshet men även långtidsskador i form av försämrad syn, blindhet eller nedsatt funktion av andningsorgan. Dödsfall inträffar vid höga koncentrationer.

Stänk av flytande ammoniak kan p.g.a. sin mycket låga temperatur orsaka köldskador på huden. Risken för bestående skador på t.ex. hornhinnan är mycket stor om droppar träffar ögonen. Ammoniak löser sig lätt i vatten under kraftig värmeutveckling.

Koncentration 2000 ppm ger enligt rapporten upphov till krampaktig hostning och svår ögonirritation. Koncentrationen är ej tillåtet och ger upphov till dödsfall vid längre exponering. 2000 ppm har använts som gränsvärde för konsekvenser i beräkningarna.

### 2 scenarier:

Tankbil med packningsläckage. (litet hål) 0,2 cm<sup>2</sup>

Tankbil hål i tank.(stort hål) 50,3 cm<sup>2</sup>

#### INDATA LITET

Kemikalie	Ammoniak, vattenfri UN-nummer 1005 CAS-nummer 7664-41-7
Lagringsdata	Kemikaliemängden är baserad på tankbil med 24000 kg. Kemikalien är lagrad vid temperaturen 10,0 °C. Inget pålagt övertryck. Vätskenivån i förhållande till läckaget är 1 m.
Läckage	Läckagetypen är packningsläckage. Läckagets area är 0,2 cm <sup>2</sup> .
Omgivning	Öppet landskap (yråhet 0,03 m).
Konc inomhus	Ventilationsintagen är på 5 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 747 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 2013-05-13 12:53.

Begränsningar      Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.  
Den yttre beräkningsgränsen går vid 300 m.

#### SCENARIORESULTAT

Antagande      Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.  
Ingen pöl bildas.  
Den luftburna källstyrkan kommer från vätskeutströmningen från tank.

Beräkningar      Tryck i tanken 6,16 bar (beräknad)  
Utsläppets källstyrka 0,31 kg/s (beräknad)  
Utsläppets varaktighet 1310 minuter (beräknad)

#### Resultat litet utsläpp:

**90 m till 300 ppm**

**80 m till 700 ppm**

**30 m till 2000 ppm**

**100 ppm inomhus efter ca 1 h på avstånd X=25.**

#### INDATA START

Kemikalie      Ammoniak, vattenfri  
UN-nummer 1005  
CAS-nummer 7664-41-7

Lagringsdata      Kemikaliemängden är baserad på tankbil med 24000 kg.  
Kemikalien är lagrad vid temperaturen 10,0 °C.  
Inget pålagt övertryck.  
Vätskenivån i förhållande till läckaget är 1 m.

Läckage      Läckagetypen är stort hål på tank.  
Läckagets area är 50,3 cm<sup>2</sup>.

Omgivning      Öppet landskap (ytråhet 0,03 m).

Konc inomhus      Ventilationsintagen är på 5 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 2013-05-13 13:15.

Begränsningar      Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.  
Den yttre beräkningsgränsen går vid 300 m.

**SCENARIORESULTAT**

Antagande      Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.  
Ingen pöl bildas.  
Den luftburna källstyrkan kommer från vätskeutströmningen från tank.

Beräkningar      Tryck i tanken 6,16 bar (beräknad)  
Utsläppets källstyrka 77 kg/s (beräknad)  
Utsläppets varaktighet 5 minuter (beräknad)

**Resultat stort utsläpp:****1400 m till 300 ppm****1090 m till 700 ppm****600 m till 2000 ppm****4000 ppm inomhus efter ca 5-10 min på avstånd X=25.**



## 15 Bilaga D. Beräkning av konsekvenser vid utsläpp av gasol

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

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 2,8 m

Avst. från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 3,8 m

2:a gradens brännskador 4,8 m

1:a första gradens brännskador 5,8 m

Avst. från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 2,0 m

2:a gradens brännskador 3,0 m

1:a första gradens brännskador 4,0 m

## Spridning

## KONTROLL AV INDATA

1: Utsläppshastighet : 0.10 kg/s

2: Utsläpps temperatur : 288.00 K

3: Utgångstryck : 5.83 bar

4: Utsläppsdiameter : 0.004 m

5: Vinkel til horizontellt : 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 utgångs planet:

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

Avst. från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 11,5 m

2:a gradens brännskador 12,5 m

1:a första 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 första 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 til horizontellt : 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

Avst. från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 39,3 m

2:a gradens brännskador 44,3 m

1:a första gradens brännskador 58,3 m

Avst. från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 17,0 m

2:a gradens brännskador 24,0 m

1:a första 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 til horizontellt : 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.

UTSLÄPPSTYP : Cd=

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