



VÄRMDÖ KOMMUN

RISKANALYS FÖR BENSINSTATION OKQ8,
GUSTAVSBERG

UTKAST

Stockholm 2011-05-30

ÅF-Infrastruktur AB

Stockholm

Frösundaleden 2A, 169 99 Stockholm. Telefon 010-505 00 00. Fax 010-505 00 10
Org.nr 556185-2103. Säte i Stockholm. Certifierat enligt SS EN ISO 9001 & 14001.
Internet www.afconsult.com.



ÅF-Infrastruktur AB

DOKUMENTINFORMATION

STOCKHOLM

OBJEKT/UPPDRAG

Risicanalys för bensinstation OKQ8, Gustavsberg, Värmdö Kommun

UPPDRAGSGIVARE

Värmdö Kommun

UPPDRAGSNUMMER

565926

BESTÄLLARENS REFERENS

Lars Fladvad

UPPDRAGSANSVARIG

Jennie Ossmark
Sektionschef Risk Management
jennie.ossmark@afconsult.com

Telefon
010 – 505 10 48

HANDLÄGGARE

Christina Nilsson
Brandingenjör LTH/Civilingenjör Riskhantering
christina.nilsson@afconsult.com

Telefon
010 – 505 73 53

INTERNKONTROLL

Jennie Ossmark

DATUM

DOKUMENTSTATUS/VERSION

2011-05-30

UTKAST



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	4
1 INLEDNING	5
1.1 SYFTE OCH BAKGRUND	5
1.2 METOD.....	5
1.3 AVGRÄNSNINGAR	6
1.4 OSÄKERHETER	6
1.5 STYRANDE LAGSTIFTNING OCH REKOMMENDATIONER	6
2 KVALITATIVA RISKKRITERIER	8
2.1 INDIVIDRISK.....	8
2.2 SAMHÄLLSRISK.....	8
2.3 ACCEPTANSKRITERIER.....	9
3 BESKRIVNING AV STUDERAT OBJEKT	10
3.1 OMRÅDESBESKRIVNING	10
3.2 OBJEKTSBESKRIVNING	11
<i>Lossningsplats</i>	11
<i>Avstånd till planerad bebyggelse</i>	11
3.3 SKYDDSOBJEKT.....	12
3.4 RISKKÄLLOR	12
4 RISKANALYS	13
4.1 RISKIDENTIFIERING.....	13
<i>Brandfarlig vätska (ADR-klass 3)</i>	13
<i>Gasol - kondenserad brandfarlig gas (klass 2)</i>	16
5 GROVRISKANALYS	17
6 FÖRDJUPAD ANALYS	20
6.1 SANNOLIKHETER.....	20
<i>Olycka med brandfarlig vätska vid lossning</i>	20
6.2 KONSEKVENSBERÄKNINGAR.....	21
7 RISKVÄRDERING	23
7.1 INDIVIDRISK.....	23
7.2 SAMHÄLLSRISK.....	23
8 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	25
<i>Invallning</i>	25
<i>Skyddsbarriär</i>	25
<i>Obrännbara fasader</i>	25
<i>Ny utfart för tankbil</i>	25
9 SLUTSATS	26
10 REFERENSER	27
BILAGA A - FÖRDJUPAD RISKANALYS	28
BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR	30



RISKANALYS

OKQ8 Gustavsberg – Värmdö Kommun

Sammanfattning

OKQ8 i Gustavsberg är belägen i hörnet mellan Skeviksvägen och Blekängsvägen. Stationen tillhandahåller utöver drivmedel, så som bensin, diesel och E 85, även gasolflaskor samt brännbar vätska i mindre lösa behållare (typ spolarvätska och aerosolbehållare).

Värmdö kommun planerar att rusta upp Gustavsbergs centrum samt att uppföra nya bostäder och ålderdomshem i närområdet kring OKQ8. Enligt flera lagstiftningar, bl.a. Lagen om skydd mot olyckor (LSO) och Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE) finns det regler gällande säkerhetsavstånd mellan anläggning med brandfarlig vara och omkringliggande bebyggelse (skyddsobjekt) samt krav på riskutredning. Boverket och Länsstyrelsen i Stockholm rekommenderar ett skyddsavstånd på 100 m från bensinstationer till bostäder, vilket inte uppfylls i de nya planerna. ÅF har fått i uppdrag av Värmdö kommun att i en riskanalys beräkna och bedöma effekterna av de skadehändelser som kan inträffa på bensinstationen och som kan påverka planerad bebyggelse. I riskanalysen bedöms sannolikhet och konsekvens baserat på statistik och beräkningar.

I denna rapport har ett större antal händelser studerats och kategoriserats i en grovanalys. Två scenarion har studerats närmare; antändning av litet läckage samt stort läckage vid lossningsplatsen. Dessa två bedöms täcka flertalet scenarion. Strålningsberäkningar visar att antändning av ett litet utsläpp erfordrar ett skyddsavstånd om 15 m, medan ett stort utsläpp kräver ett skyddsavstånd om 40 m.

Beräkning och sammanställning av individrisken visar att denna är på oacceptabel nivå inom 40 m från brandens centrum. Samhällsrisken hamnar inom den så kallade ALARP-regionen vilket innebär att etablering kan tillåtas förutsatt att rimliga åtgärder införs för att reducera risken.

Vid genomförande av riskreducerande åtgärder bedöms risken reduceras till acceptabel nivå och planförslaget kunna genomföras. Följande riskreducerande åtgärder skall genomföras:

- Förbättrad invallning av lossningsplatsen kompletterat med kontrollerad uppsamling av ett eventuellt läckage eller skyddsbarriär mellan bensinstationen och bostadsområdet.
- Anordnande av ny utfart till Skeviksvägen på baksidan av OKQ8 för att tankbilen på ett säkrare och snabbare sätt skall kunna lämna bensinstationen.



1 Inledning

1.1 Syfte och bakgrund

Värmdö kommun planerar för fler bostäder, affärer och en stormarknad i närområdet kring en bensinstation vid Gustavsberg centrum. Enligt flera lagstiftningar, bl.a. Lagen om skydd mot olyckor (LSO) och Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE) finns det regler gällande säkerhetsavstånd mellan anläggning med brandfarlig vara och omkringliggande bebyggelse (skyddsobjekt) samt krav på riskutredning.

Denna fördjupade riskanalys är en del av Värmdö kommuns arbete med att hindra eller begränsa effekterna av eventuella olyckor som kan ha sitt ursprung från bensinstationens verksamhet.

Syfte med riskanalysen är att bedöma hur OKQ8:s hantering av brandfarliga varor på bensinstationen påverkar riskbilden för området med avseende på människors hälsa och säkerhet. Vid behov ges förslag på riskreducerande åtgärder för att nå acceptabel risknivå.

Riskutredningen är sammanställd på uppdrag av Magnus Hedenfalk och Lars Flavad på Värmdö Kommun.

1.2 Metod

Analysen genomförs som en semikvantitativ riskanalys enligt följande metod:

1. Riskidentifiering - Möjliga skadehändelser förknippade med intilliggande hantering av brandfarlig vara på bensinstationen.
2. Grovriskanalys - En semikvantitativ analysmetod används för att åskådliggöra riskbilden inom området utifrån förutbestämda kriterier för acceptabel risknivå.
3. Detaljriskanalys - De risker som utifrån resultat i grovanalysen behöver studeras i detalj analyseras vidare kvantitativt. Beräkningar av konsekvens för respektive skadehändelse utförs.
4. Riskvärdering – Beräknade individ- och samhällsrisker jämförs med tidigare fastlagda kriterier för acceptabla risknivåer.
5. Förslag på riskreducerande åtgärder tas fram och vid behov listas de vidare analyser som krävs för att kunna fullfölja planförslaget för området.

Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms **mål och avgränsningar** för den aktuella riskutredningen. Också de principer för hur risken värderas slås fast. Därefter tar **riskinventeringen** vid, som syftar till att definiera de risker som är specifika för den studerade processen.

I **riskanalysen** bedöms konsekvensen av olika olyckor och med vilken frekvens de kan förväntas inträffa, för att erhålla en uppfattning om risknivån. I **riskvärderingen** jämförs resultatet från riskanalysen med principer för hur risken skall värderas, för att komma fram till om risken är tolerabel eller ej. Slutsatser dras utifrån detta resultat om behovet av **riskreducerande åtgärder**.



Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala riskhanteringsprocessen där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande. Oberoende av resultatet från riskutredningen står det klart att det alltid är motiverat att genomföra åtgärder som till en låg kostnad och utan andra avsevärda olägenheter minskar risken väsentligt.

1.3 Avgränsningar

Endast risker som är förknippade med hantering av brandfarliga varor på bensinstationen studeras. Skyddsobjekt utgörs av människor som befinner sig i den del av det tänkta bebyggelseområdet som ligger i närheten av bensinstationen samt planerad bebyggelse i området.

1.4 Osäkerheter

Osäkerheter uppkommer p.g.a. antagande, osäkerheter i indata, förenklingar i beräkningsmodeller etc. För att ta hänsyn till dess osäkerheter används konservativa indata och antaganden genomgående i analysen vilket innebär att de resultat som erhålls är robusta och ligger på den säkra sidan.

1.5 Styrande lagstiftning och rekommendationer

Det förekommer inte i lag några angivna skyddsavstånd som skall-krav gällande bensinstationer och dess omgivning. De skyddsavstånd som finns anges i rekommendationer och allmänna råd från Länsstyrelser och myndigheter.

Länsstyrelsen

I Länsstyrelsen i Stockholms Läns rekommendationer 2000:01 "Riskhänsyn vid bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer" [1] anges följande skyddsavstånd beträffande bensinstationer:

- I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från en bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.
- Tät kontorsbebyggelse närmare än 25 meter från en bensinstation bör undvikas
- Sammanhållen bostadsbebyggelse och personintensiva verksamheter närmare än 50 meter från en bensinstation bör undvikas
- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk (oberoende av försäljningsvolym för fordonsbränsle) inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från:
 1. Tankfordonets lossningsplats
 2. Avluftningsanordningar från bensincistern
 3. Tankställe där fordon tankas (pump)

I nyplaneringsfallet (ny bebyggelse eller ny bensinstation) bör dock alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter till bostäder. Detta avser en bensinstation med medelstor försäljningsvolym av fordonsbränsle. Vid kortare avstånd än 100 meter mellan bostäder och en bensinstation bör alltid riskanalys genomföras.

I centrala och tätbebyggda områden kan det finnas starka intressen att uppföra ny bebyggelse på områden närmare än 50 meter från en bensinstation. I sådana situationer krävs en fördjupad hälso-, risk- och miljökonsekvensanalys för att visa huruvida den planerade bebyggelsen blir lämplig med hänsyn till behovet av skydd mot olyckshändelser och risker för miljö och hälsa.



Tillämpningen av avstegsfall från rekommendationerna ska alltid motiveras och skälen ska alltid framgå.

Boverket

I rekommendationen "Bättre plats för arbete" [2], utgiven av Boverket, Naturvårdsverket, MSB (tidigare Räddningsverket) samt Socialstyrelsen, rekommenderas ett skyddsavstånd på 100 meter som riktvärde. Ett skyddsavstånd på 50 meter kan dock motiveras av riskhänsyn och det resterande skyddsavståndet beror främst på buller, lukt, ljusstörningar och luftföroreningar. Hur stort skyddsavstånd som krävs beror dock på lokala förutsättningar.

MSB (tidigare Räddningsverket)

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB (tidigare Räddningsverket) har gett ut allmänna råd [3] om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas för bensinstationer. MSB rekommenderar följande skyddsavstånd:

- 25 meter från lossningsplats för bensintankfordon till A-byggnad (typ bostad, vårdlokaler, samlingslokal, kontor, servering etc.)
- 18 meter från tankställe till A-byggnad
- 12 m från A-byggnad till avluftningsrörs mynning till bensincistern

Genom en tillämpning av riktvärdena kan betryggande grad av säkerhet anses vara uppnådd. Särskilda omständigheter kan föranleda avvikelser från de rekommenderade avstånden. Således kan kortare avstånd än de angivna avstånden medges under förutsättning att tillfredsställande byggnadstekniska brandskyddsåtgärder vidtas.

Enligt kap. 2.5 skall en utredning beträffande risker göras. Utredning om risker i samband med försäljning framgår av avsnitt 8 och om uppkomst av explosiv gasblandning av avsnitt 9. Riskkällor som mätarskåp, avluftningsrör, cistern ovan mark, cisternanslutningar, uppställningsplats för tankfordon etc. skall placeras på betryggande avstånd från byggnader där öppen eld förekommer, t.ex. verkstäder.

Vidare anger bestämmelserna hur cisterner samt mätarskåp skall vara utformade och placerade. Cisterner skall ha ett certifierat överfyllnadsskydd som skall vara inkopplat vid fyllning. Mätarskåp skall vara skyddade mot påkörning och pistolventiler skall ha automatiska avstängningsanordningar.

Lagen om hantering av brandfarliga och explosiva varor

Lagen om hantering av brandfarliga och explosiva varor [4] anger att den som bedriver tillståndspliktig verksamhet enligt denna lag ska se till att det finns tillfredsställande utredning om riskerna för olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av brandfarliga eller explosiva varor samt om konsekvenserna av sådana händelser.

Byggnader och andra anläggningar där brandfarliga eller explosiva varor hanteras samt anordningar för hantering av sådana varor ska vara inrättade på ett betryggande sätt med hänsyn till brand- och explosionsrisken samt konsekvenserna av en brand eller en explosion. De ska också vara placerade så att motsvarande krav uppfylls i förhållande till omgivningen.



När bensinstationen uppfördes förekom inga bostadsområden i bensinstationens omgivning. Då kommunen är ansvarig för nya planförslag för Gustavsberg är det deras ansvar att ovanstående punkter synliggörs i samband med planering av ny bostadsbebyggelse i bensinstationens närhet.

2 Kvalitativa riskkriterier

Det finns olika sätt att presentera risknivån i aktuellt planområde. Det vanligaste sättet är att visa risken fördelad på *individrisk* och *samhällsrisk*.

2.1 Individrisk

Individrisk innebär sannolikheten för att en person som vistas kontinuerligt på en plats omkommer vid en olycka vid ett riskobjekt. Individrisken beräknas som summan av sannolikheten för identifierade olycksscenarioer och beror ej på antalet personer som befinner sig inom riskområdet.

Individrisken beräknas enligt:

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^n IR_{x,y,i} \quad \text{formel 1a, b}$$
$$IR_{x,y,i} = f_i * p_{f,i}$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelsen i . $p_{f,i}$ är sannolikheten för studerad konsekvens. Den antas, enligt ovan, till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen. Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika platser inom ett område kan individriskkonturer plottas.

2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk visar sannolikheten per år för att ett visst antal personer omkommer till följd av olyckor vid ett av de aktuella riskobjekten. Beräkning av samhällsriskens görs genom att kumulera (summera) sannolikheten för de olika olycksscenarioerna i relation till konsekvensernas storlek för dessa scenarier. Den tar hänsyn till hur många människor som kan drabbas av ett visst utfall. Samhällsriskens beräknas enligt formel 2 nedan.

$$N_i = \sum_{x,y} P_{x,y} * p_{f,i} \quad \text{formel 2}$$

N_i står för antalet människor som utsätts för den studerade sluthändelsen i . $P_{x,y}$ är antalet personer i punkten x, y och $p_{f,i}$ definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsriskens redovisas normalt i F/N-kurvor.

$$F_N = \sum_i F_i \text{ för alla sluthändelser } i \text{ för vilka } N_i \geq N \quad \text{formel 3}$$

F_N står för frekvensen av sluthändelser som påverkar N eller fler människor. F_i är frekvensen för sluthändelse i . N_i definieras enligt ovan.



2.3 Acceptanskriterier

Myndigheter i Sverige har varit restriktiva med att kvantifiera riskkriterier och acceptanskriterier gällande individrisk och samhällsrisk. I rapporten "Värdering av risk" [5] ger dock Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap MSB (tidigare Räddningsverket) förslag på acceptanskriterier, som idag i princip är vedertagna kriterier för acceptabel risk:

Individrisk

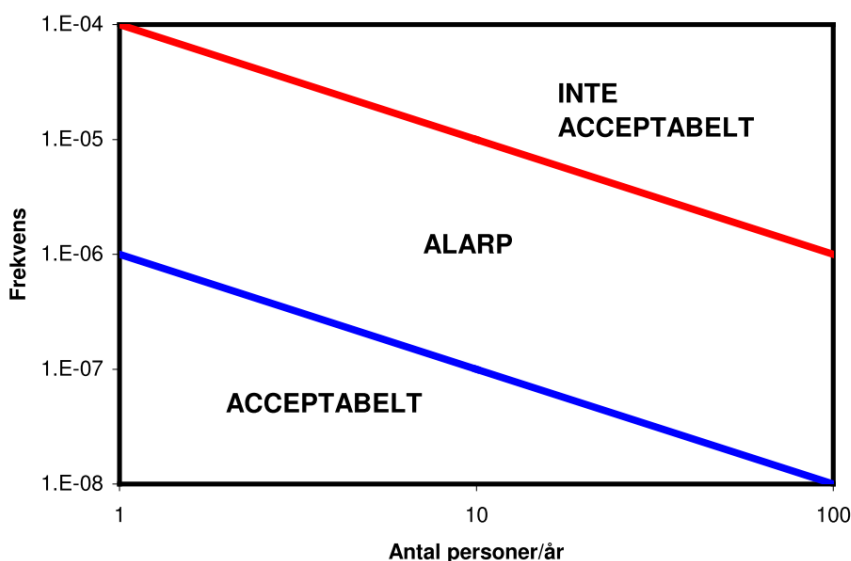
Övre gräns för områden där risker under vissa förhållanden kan accepteras: 10^{-5}
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små: 10^{-7}

Samhällsrisk

Övre gräns: 10^{-4} per år vid N=1 och 10^{-6} per år vid N=100

Undre gräns: 10^{-6} per år vid N=1 och 10^{-8} vid N = 100

Risker ovan den övre gränsen anses oacceptabla och risker under den undre gränsen anses acceptabla (se figur 1). Om samhällsriskerna hamnar i området mellan den övre och undre gränsen kan etablering tillåtas förutsatt att rimliga åtgärder införs för att reducera risken. Detta område benämns ofta ALARP-region, där ALARP står för As Low as Reasonably Practicable.



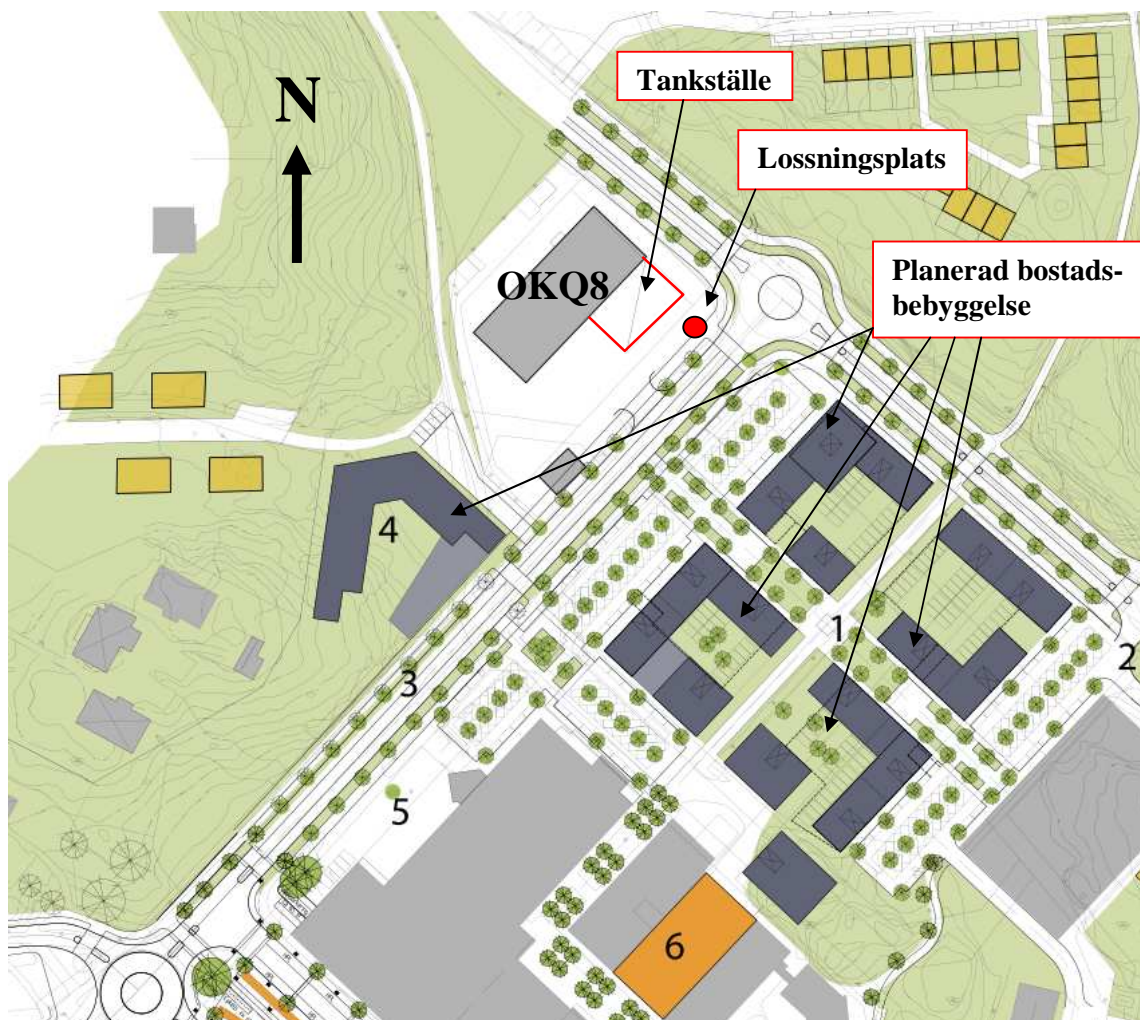
Figur 1. ALARP samt övre och undre gräns för samhällsrisk.

3 Beskrivning av studerat objekt

3.1 Områdesbeskrivning

Det nya planförslaget innebär att Gustavsbergs centrum rustas upp samt att ett nytt bostadsområde uppförs. Skisser för planförslaget är utförda av Tengbom, daterade 2011-05-16. Placering av befintlig bensinstation i förhållande till planerad bebyggelse i Gustavsberg redovisas i figur 2 nedan.

Områden i mörkgrått redovisar planerad bebyggelse och ljusgrått redovisar befintlig bebyggelse. Bebyggelse markerat med nr 1 utgörs av ny bostadsbebyggelse med 220-250 lägenheter. Bebyggelse markerat med nr 4 utgörs av ett planerat äldreboende med 70-80 lägenheter.



Figur 2. Situationsplan som redovisar planerad bostadsbebyggelse i mörkgrått samt befintlig OKQ8:s befintliga bensinstation i ljusgrått.



3.2 Objektsbeskrivning

I hörnet mellan Skeviksvägen och Blekängsvägen ligger idag en bemannad bensinstation. Stationen tillhandahåller utöver drivmedel, så som bensin, diesel och E 85, även gasolflaskor samt brännbar vätska i mindre lösa behållare (typ spolarvätska och aerosolbehållare). Stationen har ingen hantering av fordonsgas i dagsläget. OKQ8 får leveranser av bensin, E 85 och diesel ca 2 gånger per vecka under dagtid. Mängderna varierar mellan 2000 l till 40 000 l per leverans. Transporterna till och från bensinstationen kommer antingen via Skeviksvägen eller Blekängsvägen. Gasol förvaras i skåp utomhus och totalt rör det sig om ca 100 kg fördelat på gasolflaskor om 0,5 kg till 11 kg. Leverans av gasol sker under högsäsong en gång per vecka under morgontid. Uppgifter om mängder och leveranser har erhållits muntligt från platschefen på OKQ8 [6] och skall ses som ungefärliga. Inga exakta uppgifter har erhållits från OKQ8.

Största risken för allvarlig olycka är under själva lossningen när stora mängder drivmedel kan läcka ut och sedan antändas. En brand i bensin kan ge upphov till hög värmestrålning mot omgivningen. Även under tankning kan mindre läckage förekomma, dessa medför, på grund av slangbrottskydd och andra säkerhetsåtgärder, att endast små mängder bensin läcker ut. Om en liten pöl bensin antänds uppkommer hög värmestrålning endast på korta avstånd från brandcentrum.

Lossningsplats

Lossningsplatsens läge redovisas i figur 2. I direkt anslutning till lossningsplatsen finns avluftningsrör till cisternerna som är belägna under mark. Lossningsplatsen är invallad med en betongplatta som mäter ca 20 x 5 m. Invallningen är något nedsänt gentemot omgivande terräng, men endast med en liten kant. Invallningen är försedd med separat brunn. Uppgifter om lossningsplatsens utformning har erhållits muntligt från OKQ8:s platschef och kan anses vara ungefärliga [6].

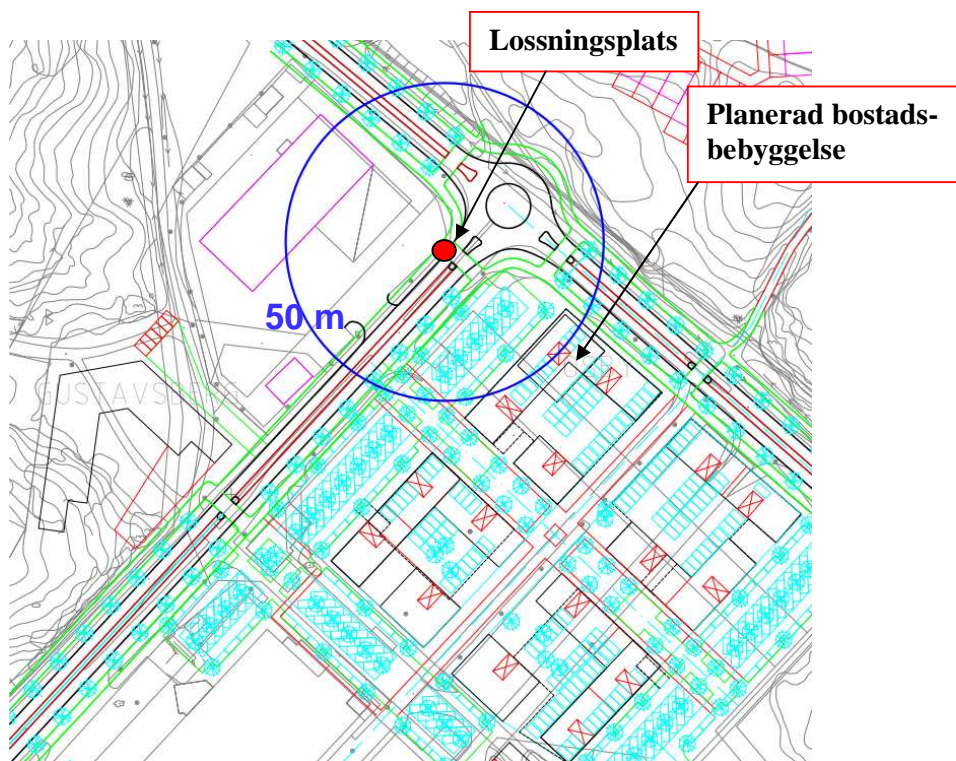
Avstånd till planerad bebyggelse

Avstånd till planerad bebyggelse är mätt på skiss upprättad av Tengbom, daterad 2011-05-16.

Planerad bostadsbebyggelse sydöst om bensinstationen (område nr 1 i figur 1) är beläget ca 60 m från tankstället och ca 44 m från lossningsplatsen. Planerat äldreboende sydväst om bensinstationen (nr 4 i figur 1) är beläget ca 68 m från tankstället och ca 85 m från lossningsplatsen. Befintligt köpcentrum (nr 5 i figur 1) är beläget ca 120 m från tankstället.

Rekommenderade avstånd enligt avsnitt 1.5 presenteras nedan och i figur 3.

Länsstyrelsen i Stockholms län	50-100 m
Boverket	50-100 m
MSB	25 m



Figur 3. Skyddsavstånd 50 m som erfordras från lossningsplats enligt Länsstyrelsen och Boverket.

3.3 Skyddsobjekt

De skyddsobjekt som studeras i denna analys utgörs av människor som vistas i området runt befintlig bensinstation samt planerad bebyggelse i form av flerbostadshus, köpcentrum samt ett äldreboende.

3.4 Riskkällor

De riskkällor som studeras i denna analys utgörs primärt av förvaring och hantering av brandfarlig vara inom bensinstationens område.



4 Riskanalys

De händelser som kan leda till olyckor med personskador identifieras, analyseras och värderas med avseende på sannolikhet och konsekvens för var och en av skadehändelserna. En fördjupad riskanalys utförs för de scenarier som bedöms som allvarligast.

4.1 Riskidentifiering

I följande avsnitt redogörs för identifiering av föreliggande risker vid bensinstationen.

Brandfarlig vätska (ADR-klass 3)

Exempel på brandfarlig vätska klass 1 är bensen och etanol. Båda dessa är extremt lättantändliga och brinner med hög intensitet. Bensen har en flampunkt på -40°C och etanol 13°C . Bensen i ångfas är explosivt vid temperaturer mellan -40°C och -10°C . För E85, en blandning av etanol och bensen, är motsvarande temperaturområde -25°C till 10°C . E85 i gasfas är således mer explosivt i vårt klimat än bensen.

Dieselolja och eldningsolja är exempel på brandfarlig vätska klass 3 och är till skillnad från bensen och etanol svårantändliga vid normal utomhustemperatur utan den behöver först värmas upp (flampunkt $> 55^{\circ}\text{C}$). Dessa vätskor bedöms därför inte antända vid ett eventuellt utsläpp.

Sannolikheten för att brand och explosioner skall inträffa är trots det relativt låg då det krävs att ett utsläpp sker samtidigt som det finns en närliggande tändkälla. Det arbete som bedrivits på bensinstationer för att få bort tändkällor från områden där risk för bränslespill föreligger har lett till att mycket få bränder och explosioner inträffar. I synnerhet bedöms explosioner som i det närmaste osannolikt då det krävs att explosiv blandning uppstår i ett slutet utrymme innehållande en tändkälla. Om en brand trots allt skulle uppstå kan konsekvenserna av denna händelse bli omfattande. Den värmestrålning som alstras vid en brand kan leda till att personer i omgivningen skadas allvarligt eller till och med omkommer. Om byggnader i omgivningen påverkas av värmestrålning kan det leda till ökad brandspridning.

En möjlig olycka med brandfarlig vätska är ett spill som bildar en pöl som senare antänds. Sannolikheten för en brand i diesel bedöms vara avsevärt lägre än för bensen varför olyckan antas vara brand i bensen eller etanol. Sannolikheten för en mindre pölbrand är större jämfört med en större pölbrand. Vid bensinstationer sker läckage oftast i samband med tankning av personbilar, vid lossning till markförlagda cisterner och vid transport av varor med tankbil till och från stationen. Exempel på olyckor som kan inträffa vid en bensinstation är följande:

1. Utsläpp vid lossningsplatsen
2. Utsläpp vid tankning
3. Brand i lagringscisterner
4. Brand till följd av utsläpp vid avluftningsrörets mynning
5. Olycka med tankbil



1. Olycka vid lossningplatsen

Följande scenarion beskriver de olyckor som kan inträffa vid och kring lossningsplatsen och påverka anläggningen:

- Brand vid slangbrott och fördröjd antändning
- Brand vid slangbrott och snabb antändning
- Ventil från tankbilen stänger inte vid slangbrott
- Brand från slangläckage och fördröjd antändning
- Brand från slangläckage och snabb antändning
- Mottagning av drivmedel till fel mottagningstank
- Överfyllnad av mottagande tank
- Pumpning mot stängd ventil

Vid utsläpp i samband med lossning bidrar invallningen till att utsläppets area begränsas, men då höjdskillnaden till omgivande terräng vid aktuell bensinstation är liten bedöms utsläppet kunna sprida sig utanför invallningen. Här följer en mer detaljerad analys för de identifierade scenarierna. I bilaga A redogörs också för en kategorisering av respektive scenario.

Brand vid slangbrott och fördröjd antändning

Scenariot innebär att personal hinner förflytta sig från riskområdet och enstaka skador blir allvarliga. Vid ett slangbrott måste en ventil på bilen stängas för att förhindra att hela facketts innehåll töms. Slangbrottet antas ge upphov till ett utsläpp av maximalt 200 l drivmedel baserat på en 10 m slang med ca 15 cm tjocklek och en reaktionstid för att stänga ventilen på bilen på ca 30 sekunder.

Brand vid slangbrott och snabb antändning

Här är konsekvenserna svårare att bedöma. Den egna personalen och fordonsföraren riskerar drabbas av svåra skador. I ett värsta scenario skulle tankbilen kunna antändas och t.o.m. kunna explodera. Sannolikheten för detta är dock mycket liten.

Ventil från tankbilen stänger inte vid slangbrott

Hela tankfacketts innehåll rinner ut på lossningsplatsen. Ett tankfacks volym har uppskattats till 5 m³. Scenariot bedöms rutinmässigt som ett stort spill och räddningstjänsten tillkallas. Vid antändning bildas en stor pölbrand.

Brand från slangläckage och fördröjd antändning

Bensin eller E85 rinner ut genom ett hål i slang. Personal hinner förflytta sig från riskområdet och enstaka skador blir lindriga.

Brand från slangläckage och snabb antändning

Bensin eller E85 rinner ut genom ett hål i slang. Personal hinner förflytta sig från riskområdet och enstaka skador blir lindriga.

Mottagning av bensin eller E85 till fel mottagningstank

Lastmottagaren ställer om ventiler till fel tank. Överfyllnadsskyddet fungerar ändå.



Överfyllnad av mottagande tank

Mottagande tank flödar över via avluftningen och bensin eller E85 rinner ut på marken och antänds. Scenariot baseras på antagandet att överfyllnadsskyddet är ur funktion.

Pumpning mot stängd ventil

Att ventilen inte öppnar före lossningen beror på mekaniskt fel i ventilen eller fel av lastmottagaren. Om pumpningen pågår en stund kan drivmedlet i pumpen överhettas.

2. Utsläpp vid tankning

Följande scenarion beskriver de olyckor som kan inträffa vid tankningsplatsen:

- Slangbrott
- Överfyllnad
- Läckage i mätarskåpet
- Läckage från pistolventil
- Mätarskåp blir påkörda
- Elektrisk utrustning i riskområde för explosiv miljö

Slangbrott

För att läckage skall kunna ske vid slangbrott krävs att slangbrottsventil är ur funktion. Sannolikheten för en brand i samband med ett slangbrott anses mycket liten.

Överfyllnad

Överfyllnad av bensintank kan ske tex. om flödesbegränsare är ur funktion. Scenariot bedöms som troligt men konsekvensen vid en antändning liten då utsläppet bedöms bli begränsat.

Läckage från pistolventil

Läckage kan ske om en person oavsiktligt eller avsiktligt trycker på handtaget. Då det finns en flödesbegränsare samt att pistolventilerna är försedda automatiska avstängningsanordning bedöms läckaget bli litet.

Läckage i mätarskåpets hydrauldel

För att ett läckage i mätarskåpets hydrauldel skall kunna antändas krävs att ventilationen ej fungerar samt att det finns en tändkälla i närheten. Sannolikheten för scenariot bedöms som liten och likaså konsekvensen då personer i närheten kan förflytta sig från skadeområdet.

Mätarskåp blir påkörda

Om ett mätarskåp blir påkört kan läckage ske och bli omfattande. Det finns dock krav på hur mätarskåpen skall vara uppställda och att de ska vara skyddade mot påkörning. I detta fall är mätarskåpen uppställda på ett upphöjt betongfundament varvid sannolikheten för påkörning bedöms som mycket liten.

Elektrisk utrustning i riskområde för explosiv miljö

Elektrisk utrustning skulle kunna antända bensinångor inom den explosiva miljön. Sannolikheten bedöms dock som mycket liten då det ställs krav utformning av elektrisk utrustning inom klassningszonerna.



3. Brand i lagringscisterner

Sannolikheten för brand i lagringscistern bedöms som mycket liten. Tillfällen då detta kan inträffa är främst i samband med lossning, vilket endast sker ca två gånger per vecka. Vid fyllning av cisterner är processen alltid övervakad. Scenariot studeras därför ej vidare.

4. Brand till följd av utsläpp vid avluftningsrörets mynning

Det finns krav på att cisterner ska ha en avluftningsanordning som är utformad så att otillåtet över- eller undertryck inte uppkommer i cisternen. Det får dock inte finnas några antändningskällor inom riskområdet vid avluftningsrörets mynning.

5. Olycka med tankbil

Sannolikheten för en farligtgodsolycka i samband med leverans av drivmedel till och från bensinstationen anses mycket liten då det endast sker två transporter per vecka. Ingen vidare analys av scenariot görs av denna anledning. Tilläggas skall dock att om en olycka med tankbil trots allt skulle inträffa är det troligaste scenariot läckage av brandfarlig vätska som sedan antänds och bildar en pölbrand. Detta scenario täcks till viss del in av ett scenario med stor pölbrand, vilket analyseras i grovanalysen.

Gasol - kondenserad brandfarlig gas (klass 2)

Gasol (propan) förvaras i flaskor om storleken 0,5 kg - 11 kg i skåp utomhus. Total mängd är ca 100 kg. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas från flaskorna kan i detta fall leda till:

- Jetbrand
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Inga scenarier som innefattar gasmoln som antänds bedöms kunna inträffa då gasolen förvaras i enskilda flaskor och att mängderna som hanteras på bensinstationen är små.

Jetbrand:

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken. Då de största flaskorna innehåller 11 kg gasol kommer en jetflamma endast att vara en kort period. Detta i kombination med den låga sannolikheten för scenariot bidrar till att scenariot ej kommer att analyseras vidare.

BLEVE:

BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en flaska med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i flaskan stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. För att en sådan händelse skall kunna inträffa krävs att flaskan hettas upp kraftigt vid en yttre brand. Eftersom den största flaskan endast innehåller 11 kg gasol bedöms scenariot inte ge några allvarliga konsekvenser för intilliggande bostadsområde. Sannolikheten är också väldigt låg då det krävs en brand i gasolförvaringens direkta närhet för att scenariot skall kunna inträffa. Scenariot studeras därför ej vidare.



5 Grovriskanalys

I detta kapitel presenteras den bedömning av sannolikhet och konsekvens som gjorts för identifierade olycksscenarier. Bedömningen är en grov uppskattning av sannolikheten (frekvensen) av tänkbara olyckor samt konsekvenserna av dessa.

För kategorisering av identifierade scenarier som kan leda till utsläpp vid lossningsplatsen hänvisas till bilaga A. I grovanalysen görs istället en grov förenkling, scenarierna delas in i två skadehändelser som anses täcka in samtliga scenarier:

- Litet utsläpp
- Stort utsläpp

En förenkling görs även av scenarierna som kan leda till utsläpp vid tankning där dessa slås ihop till en skadehändelse.

Vid värderingen används femgradiga skalor, se tabell 1 och 2 nedan.

Tabell 1. Sannolikhetsklasser.

Sannolikhet	Karaktär
1	Mindre än 1 gång per 1000 år
2	1 gång per 100-1000 år
3	1 gång per 10-100 år
4	1 gång per 1-10 år
5	Mer än 1 gång per år

Tabell 2. Konsekvensklasser.

Konsekvens	Karaktär
1 Små	Övergående lindriga obehag
2 Lindriga	Enstaka skadade, varaktiga obehag
3 Stora	Enstaka svårt skadade
4 Mycket stora	Enstaka dödsfall, flera svårt skadade
5 Katastrofala	Flera dödsfall, 10-tals svårt skadade




Scenarierna kategoriseras i tabell 3 på nästkommande sida. Riskerna sammanställs därefter i en riskmatris på nästkommande sida. De skuggade områdena i riskmatriserna markerar det område där man bör sträva efter att sänka riskerna med rimliga medel.



Tabell 3. Kategorisering i grovriskanalys.

Scenario		Sannolikhet	Konsekvens	Motivering
1	Litet utsläpp av brandfarlig vätska vid lossning	3	2	Sannolikheten för ett mindre utsläpp i samband med lossning bedöms som troligt. Konsekvenserna, en mindre pölbrand, bedöms som lindiga då avstånd till planerad bostadsbebyggelse överstiger 40 m.
2	Stort utsläpp av brandfarlig vätska vid lossning	2	4	Sannolikheten bedöms vara lägre för ett stort utsläpp än för ett mindre då det alltid finns personal som övervakar lossningen och kan avbryta arbetet. Den värmestrålning som alstras från en större pölbrand kan orsaka stora skador.
3	Utsläpp av brandfarlig vätska vid tankning	3	1	Sannolikheten bedöms som relativt hög då många personer nyttjar bensinpumparna dagligen. Utsläppet bedöms dock bli litet och likaså konsekvensen vid en antändning då dagens mätstationer är utformade för att förhindra större läckage.
4	Brand till följd av utsläpp vid avluftningsrörets mynning	1	2	Sannolikheten bedöms som liten då cisternernas utformning och fyllnadsgrad är hårt reglerade. Om ett läckage trots allt skulle inträffa bedöms detta vara litet.

I riskmatrisen (tabell 4) nedan redogörs för en sammanställning av riskbilden vid respektive scenario. Följande riskkriterier har antagits i analysen och införts i riskmatrisen med färgmarkeringar:

	Oacceptabel risk	Riskeliminering eller riskreducerande åtgärder skall alltid vidtas
	Signifikant risk (ALARP)	Riskeliminering åtgärder till en rimlig insats och kostnad skall vidtas
	Acceptabel risk	Inga åtgärder krävs



Tabell 4. Riskmatris.

Sannolikhet	Stor	5					
	4						
	3		1				
	2				2		
	Liten	1		3			
		1	2	3	4	5	
		Liten		Stor			
		Konsekvens					

Enligt riskmatrisen hamnar scenario 1 och 2 i den sk. ALARP-regionen (As Low As Reasonably Practicable) och kommer därför att studeras vidare i en fördjupad analys.

6 Fördjupad analys

De scenarier som enligt grovanalysen behöver studeras mer ingående analyseras vidare i detta kapitel. Den fördjupade analysen omfattar bedömningar av sannolikhet och konsekvens baserade på statistik och beräkningar. Följande två skadehändelser studeras vidare enligt resultat i grovanalysen:

1. Brand till följd av litet utsläpp av brandfarlig vätska vid lossning
2. Brand till följd av stort utsläpp av brandfarlig vätska vid lossning

Scenario 1 kan anses utgöra det värsta troliga fallet medan scenario 2 anses representera det mest sannolika fallet.

6.1 Sannolikheter

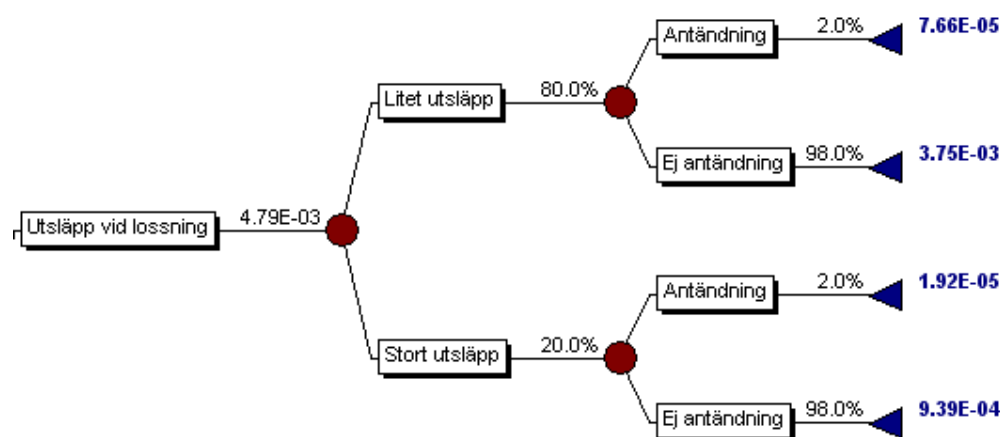
Olycka med brandfarlig vätska vid lossning

Till OKQ8 kommer ca två transporter med brandfarlig vätska per vecka, vilket också motsvarar antalet lossningar per vecka.

Enligt statistik från OKQ8 sker ca tre överspolningar per 65 156 lossningar på deras anläggningar [7]. Frekvensen per lossning är då $4,6 \cdot 10^{-5}$. Då det sker ca 104 lossningar/år blir frekvensen för överspolning $4,79 \cdot 10^{-3}$ per år, dvs. ca en överspolning per 209 år.

Mängden brandfarlig vätska som rinner över vid en överspolning kan variera från enbart någon liter till upp till över en kubik. Vid lossningen finns det alltid en person om övervakar förloppet. Sannolikheten för att utsläppet ska bli stort innan åtgärder vidtas bedöms därför som låg. I 80 % av fallen bedöms utsläppet vara litet och i 20 % av fallen bedöms utsläppet bli stort.

Sannolikheten för att ett utsläpp antänds ansätts till 2 % enligt VTI [8]. Se händelsetråd i figur 4 nedan för frekvensen för respektive utsläpp.



Figur 4. Händelsetråd för utsläpp vid lossning.

6.2 Konsekvensberäkningar

Strålningsberäkningar utförs för att bedöma konsekvensområdet vid respektive scenario. Vid ett större utsläpp tas ingen hänsyn till invallningen då denna utgörs av endast en liten nivå-skillnad gentemot omgivande terräng. Beräkningarna redogörs för i bilaga B och har baserats på följande antaganden:

	Brinnande yta	Brandens diameter
Stort utsläpp:	400m ²	22,5 m
Litet utsläpp:	50 m ²	8 m

I tabell 5 och figur 5 nedan redovisas konsekvensområdet, dvs. skyddsavståndet som erfordras vid lossningsplatsen, samt skadehändelsens frekvens.

Tabell 5. Konsekvensområdets storlek och frekvens.

	Konsekvensområde	Frekvens
Litet utsläpp bensin	15 m	$7,66 \cdot 10^{-5}$
Stort utsläpp bensin	40 m	$1,92 \cdot 10^{-5}$



Figur 5. Konsekvensområde.

Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brand-spridning till byggnader, antas vara fram till där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Detta avstånd sammanfaller med avståndet som krävs för att personer ej ska få 2:a gradens brännskador vid 10 sekunders exponering, se även bilaga A. 15 kW/m² är också den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad enligt Boverkets Byggregler [9].



Beräkningar har utförts för både bensin och etanol då dess egenskaper skiljer sig något åt. Resultaten i bilaga A visar dock att det erfordras längre skyddsavstånd vid antändning av bensin varvid endast detta avstånd beaktas i den fortsatta analysen för konservativa resultat. I nuläget finns det heller inga uppgifter om fördelning av bensin och etanol vid aktuell bensinstation.

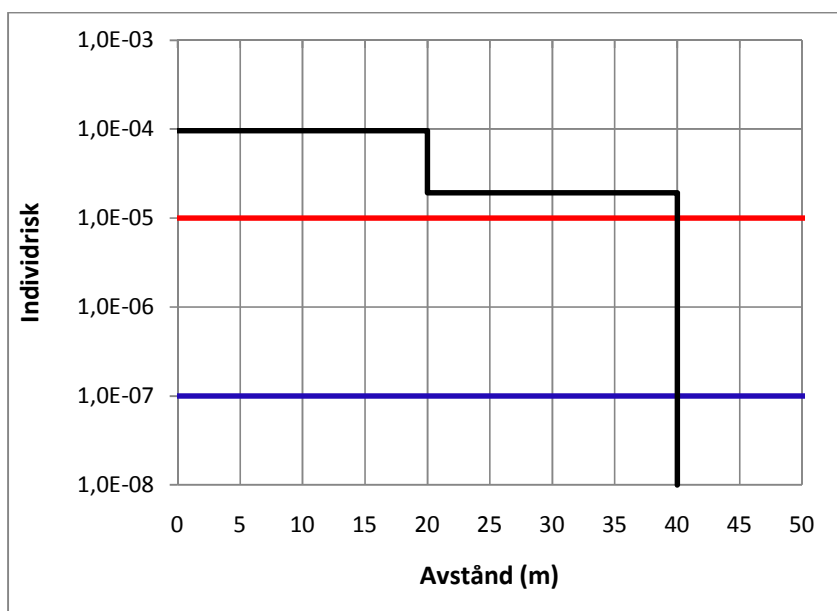
7 Riskvärdering

Grunder för värdering av den risk en verksamhet innebär är dels konsekvensen av tänkbara olyckor och dels den frekvens med vilken dessa inträffar. Den beräknade frekvensen och konsekvensen för respektive scenario vägs samman till en individrisk och samhällsrisk.

Individrisken och samhällsriskerna skall ligga inom de riskkriterier som presenterats i kapitel 2.

7.1 Individrisk

Individrisken illustreras nedan i figur 6 som visar risken som funktion av avståndet.



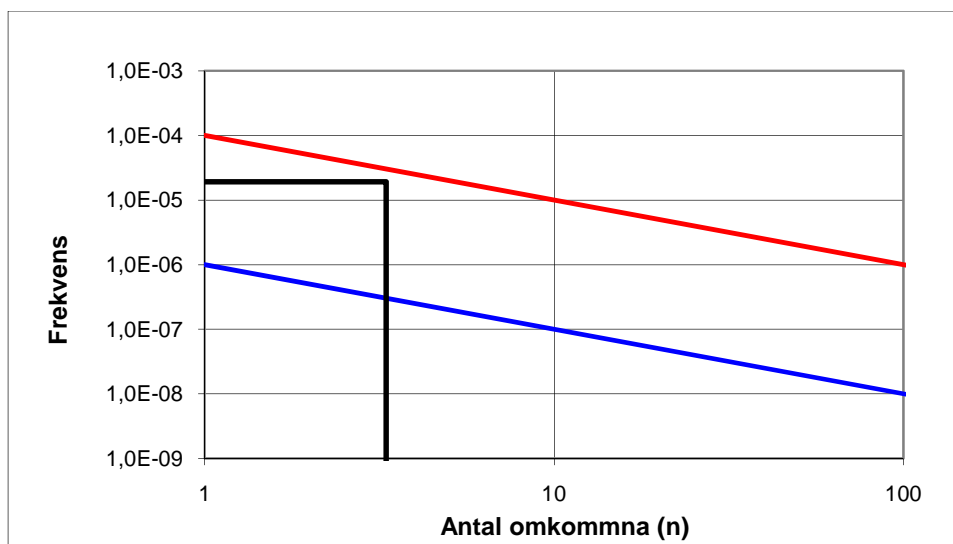
Figur 6. Individrisk vid OKQ8 i Gustavsberg. Övre och undre gränsen för individrisk enligt riskkriterierna illustreras med röd respektive blå linje.

Inom 40 meter från riskobjektet befinner sig individrisken ovan den övre gränsen där risker under vissa förhållanden kan accepteras. Bostadsbebyggelsen inom 40 m från lossningsplatsen skall därför undvikas.

7.2 Samhällsrisk

För att kunna beräkna samhällsriskerna krävs uppgifter om befolkningstätheten och enligt uppgifter från Värmdös kommun [10] var denna 2166 pers/km² i Gustavsberg år 2010. Prognoser för 2022 visar att befolkningstätheten kommer öka till ca 3300 pers/km² år 2022. I analysen väljs därför det högre värdet för att ta hänsyn till den befolkningsökning som kommer ske då Gustavsberg byggs ut med nya bostadsområden.

Vidare görs antagandet att alla personer som vistas utomhus och befinner sig inom riskavståndet eller konsekvensområdet avlider. Personer som befinner sig inomhus förväntas överleva då byggnaden utgör ett fullgott strålskydd. Merparten av alla transporter av brandfarlig vätska sker dagtid då majoriteten av befolkningen är på arbetet, i skolan eller inom barnomsorg. Bedömningen görs att 20 % av befolkningen vistas utomhus och kan exponeras för en olycka. Detta antagande anses konservativt. Samhällsriskerna presenteras i figur 7 nedan.



Figur 7. Samhällsrisk. Övre och undre gränsen för samhällsrisk enligt riskkriterierna illustreras med röd respektive blå linje.

Samhällsriskens befinner sig inom ALARP-regionen där etablering kan tillåtas förutsatt att rimliga åtgärder införs för att reducera risken.



8 Riskreducerande åtgärder

Då individrisken är oacceptabel endast några meter från planerad bostadsbebyggelse samt att samhällsrisken ligger inom ALARP-området skall åtgärder sättas in för att minska risken med rimliga medel. För planerat äldreboende bedöms inga riskreducerande åtgärder krävas då det är beläget på längre avstånd från lossningsplatsen.

Följande åtgärder *skall* genomföras för att reducera risken till en acceptabel nivå:

- Förbättrad invallning av lossningsplatsen kompletterat med kontrollerad uppsamling av ett eventuellt läckage eller skyddsbarriär
- Ny utfart för tankbil

Följande åtgärd *bör* genomföras:

- Obrännbara fasader

Förbättrad invallning

Området kring lossningsplatsen förses med en effektivare invallning som medför att ett större utsläpp samlas upp och ej kan spridas utanför invallningen. Kontrollerad uppsamling av ett eventuellt läckage innebär att platsen där tankbilen står parkerad vid lossningsmomentet rimligen kan sluta mot en kontrollerad lågpunkt. Ett eventuellt läckage skall ej okontrollerat kunna sprida sig till närliggande väg och planerad bostadsbebyggelse. Vid antändning av ett större läckage kommer då den brinnande ytan att begränsas till invallningen varvid strålningsintensiteten minskas och konsekvensområdet blir mindre.

Skyddsbarriär

Mellan bostadsområdet och bensinstationen uppförs en skyddsbarriär t.ex. i form av en mur, ett plank eller vall. Barriären reducerar den infallande strålningen från en brand på bensinstationen till personer i bostadsområdet och reducerar risken. Mur eller plank skall bestå av obrännbart material. Åtgärden minskar även buller från bensinstationen och Blekängsvägen.

Obrännbara fasader

Fasader på bostadshus som är belägna närmst bensinstationen utförs i obrännbart material. Gäller endast fasader som vetter mot bensinstationen, dvs. åt nordväst.

Ny utfart för tankbil

I nuläget kommer tankbilen till OKQ8 via samma in- och utfart på Blekängsvägen. För att underlätta för chauffören att kunna ta sig snabbt från platsen kan en utfart arrangeras på baksidan av bensinstationen till Skeviksvägen. Tankbilen kör då in via Blekängsvägen till lossningsplatsen och för att lämna bensinstationen kör den runt om butiksbyggnaden till utfarten till Skeviksvägen. Utfarten hamnar på ett längre avstånd från bostadsområdet, vilket är positivt ur säkerhetssynpunkt.



9 Slutsats

Vid ett större läckage och antändning vid lossningsplatsen erfordras ett skyddsavstånd om minst 40 m. Inom konsekvensområdet är individrisken på oacceptabel nivå vilket medför att ny bebyggelse ej kan uppföras inom 40 m från lossningsplatsen. Samhällsrisken befinner sig inom det så kallade ALARP-regionen vilket innebär att etablering kan tillåtas om rimliga åtgärder införs för att reducera risken.

Då kortaste avståndet från lossningsplats till planerad bostadsbebyggelse överstiger skyddsavståndet anses det ej skäligen att flytta lossningsplatsen. Riskreducerande åtgärder skall dock genomföras eftersom skyddsavståndet överstigs med endast 4 m samt att samhällsrisken är inom ALARP-regionen. För att reducera risken till en acceptabel nivå skall antingen invallningen förbättras kompletterat med en kontrollerad uppsamling *eller* så skall en skyddsbarriär mellan bensinstationen och bostadsområdet uppföras. Vidare skall en ny utfart till Skeviksvägen anordnas för tankbilen så att den snabbare kan lämna platsen. Fasader på bostadshus belägna närmst bensinstationen bör utföras i obrännbart material.

Vid genomförande av dessa åtgärder bedöms risken reduceras till en acceptabel nivå. Planerad bostadsbebyggelsen och övriga verksamheter kan uppföras på de avstånd från bensinstationen som framgår i skiss från Tengbom daterad 2011-05-16.



10 Referenser

- [1] Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer, 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län Stockholm, 2000
- [2] Bättre plats för arbete, Allmänna råd 1995:5, Boverket, 1995
- [3] Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer, Handbok, Räddningsverket, 2008
- [4] SFS 2010:1011, Lag om brandfarliga och explosiva varor
- [5] Davidsson, G, et al. Det Norske Veritas. (1997). Värdering av risk. Räddningsverket, Karlstad. ISBN 91-88890-82-1.
- [6] Muntliga uppgifter från platschef OKQ8, Gustavsberg, 2011-05-25.
- [7] Riskanalys av oljedepån Lucerna i Västervik, Bjerke, T. & Christiansson, J, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2001
- [8] Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI. (1996) *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Beställningsnummer B20-194/96 Statens Räddningsverk.
- [9] Boverkets byggregler, BBR 18, BFS 2011:6
- [10] Uppgifter från Annelie Norlin, kart- och GIS-chef, Värmdö kommun, 2011-05-24



Bilaga A - Fördjupad riskanalys

Nedan följer protokoll från riskgranskning. Kriterierna för bedömning av sannolikhet (kolumn S) och konsekvens (kolumn K) är de som redovisas i anslutning till riskmatrisen i rapporten under punkt 4.1. Bedömningar i kolumn K kodas för olika slags konsekvens; H för hälsa, M för miljö och E för egendom. Sannolikhet och konsekvens i fetstil anger risk värderad före rekommenderad åtgärd, medan sannolikhet och konsekvens i kursiverad understruken stil anger risk värderad efter rekommenderad åtgärd.

I kolumn för kommentarer/vidtagna åtgärder resp. rekommenderade åtgärder föregås varje stycke av en bokstav och en siffra. Koden är; K=Kommentar, V=Vidtagen åtgärd, R=Rekommenderad åtgärd. Siffran finns för att hantera flera kommentarer/åtgärder för varje punkt i protokollet (exempel: K2 = Andra kommentaren för punkten).

Lossningsplats:

Utrustning / Aktivitet	Skadehändelse	Konsekvenser	Kommentarer (K) / Vidtagna åtgärder (V)	S	K			R	Rekommenderade åtgärder (R)
					H	M	E		
1. Slangbrott	Brand med fördröjd antändning	Personal hinner förflytta sig från riskområdet och enstaka skador blir allvarliga	V1: Checklista till hands V2: Fungerande pulversläckare	2	2			4	
2. Slangbrott	Brand med snabb antändning	Den egna personalen och fordonsföraren riskerar att drabbas av svåra skador. I värsta fall kan tankbilen explodera .	V1: Checklista till hands V2: Fungerande pulversläckare	1	4			4	
3. Slangbrott	Ventil från tankbilen stänger inte vid slangbrott	Hela tankfacketts innehåll rinner ut utomhus. Vid antändning blir det brand eller explosion	V1: Checklista till hands V2: Fungerande pulversläckare	1	4			4	
4. Slangläckage	Brand med fördröjd antändning	Personal hinner förflytta sig från riskområdet och enstaka skador blir lindriga	V1: Checklista till hands V2: Fungerande pulversläckare	3	2			6	
5. Slangläckage	Brand med snabb antändning	Den egna personalen och fordonsföraren riskerar att drabbas av lätta skador.	V1: Checklista till hands V2: Fungerande pulversläckare	2	2			2	
6. Mottagning av bensin/E85	Lastmottagaren ställer om ventiler till fel tank	Läckage som kan ge brand/explosion	V1: Checklista till hands V2: Fungerande pulversläckare	1	4			4	



Utrustning / Aktivitet	Skadehändelse	Konsekvenser	Kommentarer (K) / Vidtagna åtgärder (V)	S	K			R	Rekommenderade åtgärder (R)
					H	M	E		
7. Överfyllnad av mottagande tank	Mottagande tank flödar över och bensen eller E85 rinner ut på marken	Läckage som kan ge brand/explosion	V1: Checklista till hands	1	3			3	
8. Pumpning mot stängd ventil	Drivmedel i pumpen överhettas	Antändning	V1: Checklista till hands	1	3			3	



Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Strålningsberäkningar - stor och liten pölbrand

Den brandfarliga vätskan förutsätts vara bensin eller etanol. Följande ingångsvärden används vid beräkningarna:

	Brinnande yta	Brandens diameter
Stort utsläpp:	400m ²	22,5 m
Litet utsläpp:	50 m ²	8 m

Värmestrålning

Värmestrålningen på olika avstånd beräknas enligt:

$$P_{12} = P \cdot \tau_a \cdot F_{12}$$

där:

P_{12} = Infallande strålning från flamma till punkt (W/m²)

P = Strålning från flaman (W/m²)

τ_a = Transmissionsförmåga (-)

F_{12} = Vinkelkoefficient för flamma till punkt (-)

Tiden som en individ utsätts för strålning har även den stor del i hur stor skada som individen åsamkas. För beräkningarna antas en exponeringstid på t = 10 sekunder innan personen hinner sätta sig i säkerhet.

Flamhöjd

För att beräkna strålningen från flaman antas den ha formen av en cylinder där flamhöjden beräknas enligt:

$$h_f = d_p \cdot 42 \left[\frac{b'}{\rho_a \sqrt{g \cdot d_p}} \right]^{0,61}$$

där

h_f = Flamhöjd (pölbrand) (m)

d_p = Pöldiameter = 22,5 m resp 7 m

b' = Förbränningshastighet per ytenhet vid pölbrand = 0,055 kg/m²s för bensin respektive 0,015 kg/m² för etanol¹.

ρ_a = Luftens densitet = 1,29 kg/m³

g = Tyngdaccelerationen = 9,81 m/s²

Flamhöjd	h_f (m)
Stort utsläpp bensin	22,5
Litet utsläpp bensin	13
Stort utsläpp etanol	11
Litet utsläpp etanol	6

¹ Enclosure Fire Dynamics. Karlsson, B., Quintiere, J.G., CRC Press. 1999



Strålning per ytenhet

Strålningen per ytenhet från flamman beräknas enligt:

$$P = \frac{0,35 \cdot b' \cdot h_c}{1 + 4h_f / d_p}$$

P = Strålning (W/m²)

h_c = Energivärde = 43,7 MJ/kg för bensen respektive 26,8 MJ/kg för etanol²

h_f = Flamhöjd (pölbrand)

Flamtemperatur

Flamtemperaturen beräknas enligt nedan

$$P = \sigma \cdot T^4$$

där

P = Strålning från en svart kropp = 136,8 kW/m² uträknat ovan

σ = Stefan-Boltzmanns konstant = 5,67×10⁻⁸ W /m² K⁴

T = Flamtemperatur (K)

	T (K)
Flamhöjd stort utsläpp bensen	1270
Flamhöjd litet utsläpp bensen	1200
Flamhöjd stort utsläpp etanol	940
Flamhöjd litet utsläpp etanol	900

Transmissionsförmåga

Strålningsnivån från flamman minskar med avståndet. Detta har att göra med att den utsända strålningen delvis absorberas av luften. Den atmosfäriska transmissionsförmågan beräknas enligt

$$\tau_a = 1 - \alpha_w - \alpha_c$$

där

τ_a = Transmissionsförmåga (-)

α_w = Absorptionsfaktor vattenånga (-)

α_c = Absorptionsfaktor koldioxid (-)

Vinkelkoefficient F₁₂

Vinkelkoefficienten (F₁₂) definieras som andelen strålning från en yta som träffar en annan yta. Detta är en geometrisk faktor som kan beräknas för alla typer av ytor och som också påverkar hur stor strålningen blir mot en punkt på ett visst avstånd från flamman. Både transmissionsförmåga samt vinkelkoefficient beräknas med hjälp av diagram från avsnitt 11.1.3 i FOA handboken vid flamtemperaturen 1200 K. För etanol är detta konservativt då flamtemperaturen är lägre. Lufttemperaturen antas vara 20°C och den relativ fuktigheten antas till 50 % vilket ger ett partialtryck för vattenånga (p_w) på 1170 Pa.

² Enclosure Fire Dynamics. Karlsson, B., Quintiere, J.G., CRC Press. 1999



Resultat

I tabell B1 och B2 nedan presenteras resultaten från beräkningarna för bensin respektive etanol. Strålningsnivåerna sätts i relation till en skadenivå. Denna bestäms förutom av strålningsnivån även av strålningens varaktighet, vilket nämnts tidigare. För beräkning av skador på människor ansätts alltså en varaktighet på 10 s. I kolumnen "brännskador" redogörs för hur många procent som får 2:a gradens brännskador vid given strålningsnivå under exponeringstiden 10 s. Värden har erhållits från FOA handboken, avsnitt 11.2.

Tabell B1. Bensin

Utsläppets area (m ²)	Avstånd från centrum på pöl (m)	τ_a	F ₁₂	P ₁₂ (kW/m ²)	Brännskador (%)
400	11	1	1	146.9	100
	13	0.93	0.7	95.6	100
	16	0.89	0.5	65.4	100
	21	0.85	0.35	43.7	95
	26	0.82	0.25	30.1	65
	36	0.79	0.15	17.4	5
	46	0.76	0.1	11.2	0
	56	0.76	0.04	4.5	0
50	4	1	1	112.5	100
	6	0.93	0.4	41.8	95
	9	0.89	0.28	28.0	50
	14	0.85	0.15	14.3	1
	19	0.82	0.08	7.4	0
	29	0.79	0.04	3.6	0
	39	0.76	0.02	1.7	0

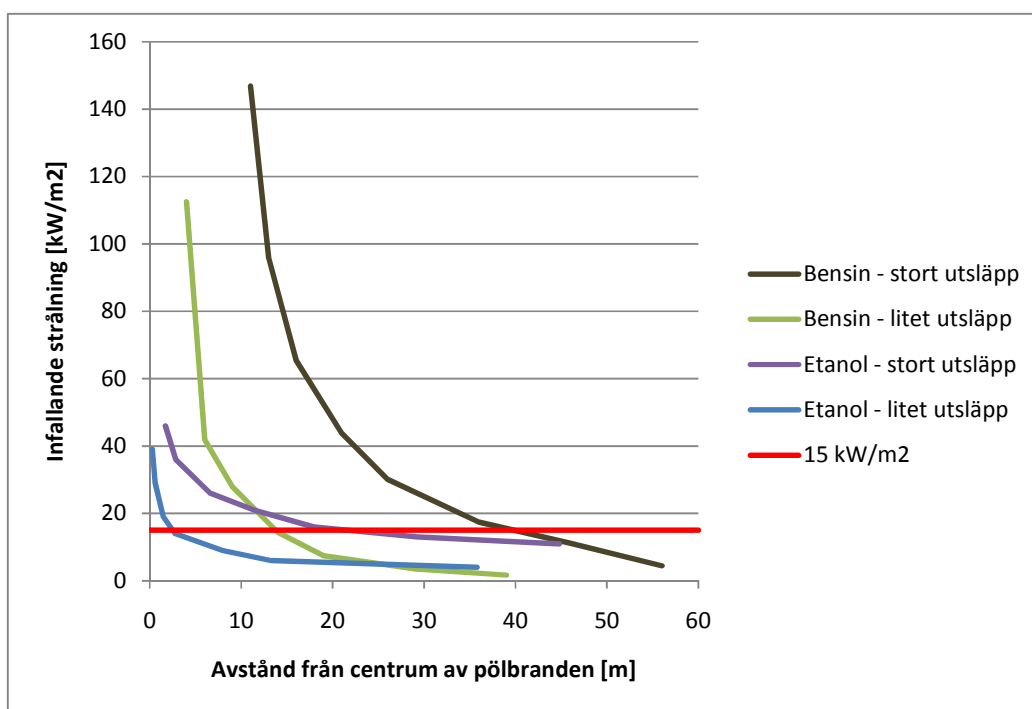
Tabell B1. Etanol

Utsläppets area (m ²)	Avstånd från centrum på pöl (m)	τ_a	F ₁₂	P ₁₂ (kW/m ²)	Brännskador (%)
400	11	1	1	44.8	95
	13	0.93	0.7	29.2	60
	16	0.89	0.45	17.9	6
	21	0.85	0.3	11.4	0
	26	0.82	0.18	6.6	0
	36	0.79	0.08	2.8	0
	46	0.76	0.05	1.7	0
	50	4	1	1	35.8
6		0.93	0.4	13.3	1
9		0.89	0.25	8.0	0
14		0.85	0.09	2.7	0
19		0.82	0.05	1.5	0
29		0.79	0.02	0.6	0



Enligt tabell B1 krävs ett skyddsavstånd på ca 40 m för att inga personer skall få 2:a gradens brännskador vid antändning av ett stort utsläpp bensin vid lossningsplatsen respektive ca 15 m vid ett litet utsläpp av bensin. Vid utsläpp av etanol krävs skyddsavståndet 20 respektive 10 m vid ett stort och litet utsläpp.

För strålning mellan byggnader anges att strålningen bör understiga 15 kW/m^2 i minst 30 minuter utan särskilda åtgärder i form av brandklassad fasad [9]. I figur B1 redogörs för vid vilket avstånd strålningsintensiteten är 15 kW/m^2 .



Figur B1. Infallande strålning vid olika avstånd från branden.

Det kan konstateras att avståndet till strålningsintensiteten 15 kW/m^2 i princip sammanfaller med avståndet där inga personer får 2:a gradens brännskador efter 10 s exponering. Vid ett stort utsläpp av bensin erfordras således skyddsavståndet 40 m.