

Kv Självstarten 22, Stockholms kommun

Riskbedömning

2017-03-14

Kv Självstarten 22, Stockholms kommun

Riskbedömning

Uppdragsgivare: Reierstam arkitektur & Projektutveckling AB

Upprättad av: Stefan Karlquist

Brandingenjör/Civilingenjör
riskhantering

Internkontrollerad av: Henric Fält

Brandingenjör/
Civilingenjör riskhantering

| | | | |
|---------------|------------|-----------|-----------------|
| Riskbedömning | 2017-03-14 | SK | HF |
| Version | Datum | Utförd av | Kontrollerad av |

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Sammanfattning | 4 |
| 1 Inledning | 5 |
| 1.1 Syfte och mål | 5 |
| 1.2 Avgränsningar | 5 |
| 1.3 Styrande dokument och riktlinjer | 5 |
| 1.4 Underlag | 6 |
| 1.5 Revideringar | 7 |
| 2 Metod | 8 |
| 2.1 Riskanalys | 8 |
| 2.2 Riskvärdering | 9 |
| 2.3 Tillämpningar i denna riskbedömning | 11 |
| 3 Riskanalys | 12 |
| 3.1 Områdesbeskrivning | 12 |
| 3.2 Skyddsobjekt | 13 |
| 3.3 Riskidentifiering | 13 |
| 4 Riskuppskattning farligt gods Huddingevägen | 14 |
| 4.1 Verksamheter som hanterar farligt gods | 15 |
| 4.2 Omledningsväg primär farligt godsled | 18 |
| 4.3 Riskvärdering farligt gods | 18 |
| 5 Riskvärdering | 20 |
| 5.1 Individrisk | 20 |
| 5.2 Samhällsrisk | 21 |
| 6 Riskreduktion | 22 |
| 7 Hantering av osäkerheter | 23 |
| 8 Slutsats | 25 |
| 9 Referenser | 26 |
| Appendix A Frekvensberäkningar väg | 27 |
| Appendix B Konsekvenser vid pölbrand | 33 |
| Appendix C Konsekvensberäkning – Massexplosiver | 36 |
| Appendix D Konsekvenser vid brandfarlig gas | 39 |
| Appendix E Konsekvenser vid Giftig gas | 46 |
| Appendix F Sannolikhet och konsekvens | 47 |

Sammanfattning

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med uppförandet av en ny byggnad vid Kv Självstarten 22 i Stockholms kommun.

På aktuellt område finns idag en kyrklokal som kommer att rivas. Berört område är placerat i närheten av Huddingevägen som är sekundär transportled för farligt gods. På fastigheten planeras ett bostadskvarter med ett L-format hus orienterat längs med omgivande gathörn. Riskbedömningen upprättas för att utreda hur riskerna kopplade till transporter av farligt gods på Huddingevägen kan påverka den planerade byggnaden. Målet med riskbedömningen är att skapa ett beslutsunderlag med avseende på olycksrisker och eventuella riskreducerande åtgärder för beviljande av bygglov.

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

Avstånd mellan Huddingevägens (väg 226) närmaste del och berörd fastighetsgräns uppgår till drygt 15 m. I riskutredningen undersöks risknivån för en byggnad placerad inom fastigheten. Då placering av byggnad i dagsläget inte är klar utreds risknivån för olika avstånd till Huddingevägen som utgör rekommenderad sekundär farligt godsled.

Riskbedömningen visar att risknivån hamnar inom ALARP-området ifall byggnad placeras inom 17,7 meter från Huddingevägen. Åtgärder ska därför vidtas för att nå en tillfredsställande risknivå. Beroende på vilket avstånd från Huddingevägen byggnaden placeras är olika åtgärder aktuella.

För en byggnad placerad inom 17,7 meter från Huddingevägen bedömer Brandkonsulten AB att följande åtgärder ska vidtas:

- Friskluftsintag ska placeras så att de ej vetter mot Huddingevägen.
- Eventuell markyta på berörd fastighet mellan byggnad och Huddingevägen utförs så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras, så som uteplatser.
- Byggnaden utformas så att utrymning kan ske bort från Huddingevägen.
- Fasader som vetter mot Huddingevägen utförs i obrännbart material.
- Fönster i fasad som vetter mot Huddingevägen utförs i lägst brandteknisk klass EW 30.

Om byggnad placeras på ett större avstånd än 17,7 meter från Huddingevägen kan krav på obrännbar fasad och brandklassade fönster utgå.

1 Inledning

1.1 Syfte och mål

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med uppförandet av en ny byggnad vid Kv Självstarten 22 i Stockholms kommun. Riskbedömningen syftar dels till att identifiera och värdera eventuella risker som kan påverka den föreslagna byggnaden, dels till att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, inklusive verifiering av desamma, vilka innebär en för byggnaden acceptabel risknivå.

Målet med riskbedömningen är att skapa ett beslutsunderlag med avseende på olycksrisker för beviljande av bygglov.

Beslut om placering av byggnad inom fastigheten är ej bestämt.

1.2 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 området beaktas inte.

Bebyggelsens 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.

Riskkällor som ligger mer än 150 m från berört område har inte beaktats i riskbedömningen.

Brandkonsulten AB förutsätter att transporter av farligt gods sker enligt de myndighetskrav som gäller för aktuell typ av transport.

1.3 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.

År 2016 gav Länsstyrelsen Stockholm ut rapporten "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods" (Länsstyrelsen Stockholm, 2016) där det anges 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.

1.3.1 Bebyggelse vid primär led av farligt gods

- Det är svårt att göra en allmängiltig vägledning för sekundära leder eftersom riskbilden kan variera väldigt mycket mellan olika leder – både beträffande sannolikheten för en olycka med farligt gods samt vilka konsekvenser som kan inträffa.
- Minst 25 m byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden om inte en riskutredning kan påvisa möjligheten att bygga närmare.
- Det är sannolikt inte aktuellt med ett bebyggelseavstånd närmare än 15 m.

Utöver ovanstående finns riktlinjer i rapporten "Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur" (Slettenmark, 2003), Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor samt föreskrifter från Svenska Gasföreningen som är relevanta i föreliggande projekt.

1.4 Underlag

Följande underlag har använts i denna riskbedömning.

- Platsbesök genomfört 2016-09-16.
- Telefonsamtal med Reierstam arkitektur & projektutveckling AB.
- Ritningsunderlag upprättat av Reierstam arkitektur & projektutveckling AB, daterat 2016-08-31.
- Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor med tillhörande föreskrifter.
- Mail och telefonsamtal med Dan Moberg, Ask Chemicals 2016-09-14.
- Telefonsamtal med Ulf Thornelius, Aga Gas AB 2017-01-15.
- Mail och telefonsamtal med Kent Lundqvist, logistikplanerare på Aga Gas AB 2017-01-20.
- Telefonsamtal med Martin Berg, trafikcentralen Trafikverket 2017-01-15.
- Mail och telefonsamtal med Otto Åstrand, analytiker Trafik Stockholm, 2017-01-16.
- Mail och telefonsamtal med Ingemar Carlberg, distributionskordinator OKQ8, 2016-12-05.
- Mailkontakt med Jenni Alterling, Senior Fuel Product Manager Circle K Sverige AB, 2016-12-07.
- Mailkontakt med Erik Lindbäck, Logistik och Varuförsörjning / Logistiker St1 Sverige AB, 2016-12-07.
- Telefonsamtal med Anders Lindhe, Platschef Bodycote, 2017-02-14.
- Mailkontakt med Mats Alinger PREEM AB, 2016-12-07.
- Telefonsamtal med Jonas Selander Lyckeborg, Teknisk utredare Stockholm Vatten och Avfall 2017-01-09.
- Mailkontakt Magnus Broman, Kemist Stockholm Vatten och Avfall, 2017-01-18.
- Robert Ullert, Transportchef Stockholm IL Recycling, 2017-01-13.

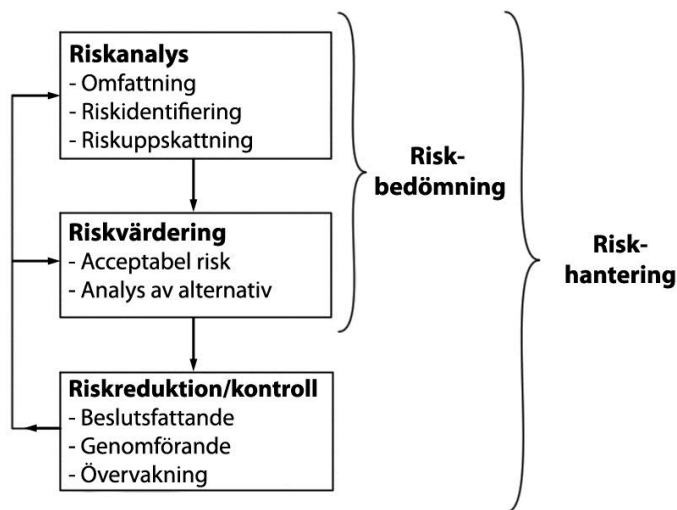
1.5 Revideringar

Riskbedömningen ska uppdateras efter behov i enlighet med projektets olika skeden och vid ändringar i förutsättningar som har väsentlig påverkan på resultatet av riskbedömningen.

Denna riskbedömning bygger vidare på ett tidigare framtaget risk-PM upprättat av Brandkonsulten AB som undersökte vilka riskreducerande åtgärder som erfordrades för att placera en byggnad inom fastigheten 25 m från Huddingevägen.

2 Metod

Denna riskbedömning är upprättad med vägledning i en grundläggande modell för riskhantering framtagen av den Internationella elektrotekniska kommissionen (IEC, 1995). Modellen som visas i Figur 1 är framtagen som ett stöd för riskhantering inom tekniska system men är i dess fundamentala delar även applicerbar för riskutredningar i 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 som ska analyseras, identifiera risker samt göra en inledande uppskattning av detsamma. I detaljplaneärenden avgränsas normalt riskanalysen till att endast omfatta det berörda området. I samband med definiering av systemet görs också en identifiering av skyddsobjekt, dvs de byggnader eller verksamheter inom området gentemot vilka riske exponeringen 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 (riskkällor kan i vissa fall även finnas inom området) 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, benstationer, 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. Redan i detta skede kan alltså vissa riskkällor avfärdas utan att genomgå den mer detaljerade riskuppskattningen.

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 individrisk 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 i enlighet med Davidsson, Lindgren och Mett (1997):

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 (Davidsson m fl, 1997).

2.2.2 Acceptanskriterier vid detaljerad riskbedömning

Sverige har i dagsläget inga nationellt fastlagda kriterier för acceptabla eller oacceptabla risker. Davidsson m fl (1997) 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.

Övre gränsvärde för möjliga konsekvenser: Inget.

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

Transportrisker

Transportrisker, till exempel sådana förknippade med transporter av farligt gods, måste delvis behandlas annorlunda. Först och främst måste risker för trafikanter särskiljas från risker för dem som vistas utmed transportleden. I riskbedömningar för detaljplaneområden belägna utmed transportleder är det främst risker för dem som vistas utmed den aktuella transportleden som är relevanta att studera.

Vad gäller individrisk är tolkningen densamma oavsett om det är fasta punktrisker som analyseras eller transportrelaterade risker. Kriterierna enligt ovan för individrisk kan därför tillämpas även för transportrelaterade risker.

Samhällsrisk är dock beroende av den aktuella sträckans längd, eftersom samhällsrisk ökar ju längre sträcka som studeras. Därmed bör acceptanskriterierna för transportrisker lämpligen korrigeras till den studerade sträckans längd. Davidson m fl (1997) föreslår att de ovan nämnda kriterierna för samhällsrisk ska gälla för transportrisker längs en sträcka av 1 km. Baserat på detta kan kriterierna således skalas om till den aktuella sträckans längd.

2.3 Tillämpningar i denna riskbedömning

Kvantitativa mått på risker presenteras i denna riskbedömning i form av dels individrisk, dels samhällsrisk.

I denna riskbedömning tillämpas platsspecifik individrisk, vilket innebär risken för att en individ omkommer om den vistas på en specifik plats i ett år. Individrisker redovisas med diagram över risknivå som funktion av avstånd från riskkällan. Riskbedömningen tillämpar acceptanskriterier för acceptabel/oacceptabel risknivå enligt föregående avsnitt.

Samhällsrisk redovisas med FN-kurva och acceptanskriterier för acceptabel/oacceptabel risknivå. Vid kvantitativ värdering av samhällsrisk förknippad med transportrisker skalas acceptanskriterierna om till den aktuella sträckan, dvs områdets sträcka längs den berörda sekundära transportleden för farligt gods.

3 Riskanalys

3.1 Områdesbeskrivning

Aktuellt område (Kv Självstarten 22) är beläget i Älvsjö. Berört område ligger öster om Huddingevägen. På intilliggande kvarter finns bostadshus och affärslokaler.

På fastigheten planeras ett bostadskvarter med ett L-format hus orienterat längs med omgivande gathörn. Huset planeras med ett närmaste avstånd 25 m ifrån Huddingevägen. I Figur 3 är aktuellt område markerat med blått. I figuren framgår även vilken väg som är rekommenderad som sekundär farligt godsled (lila-streckad linje) samt verksamheter i närområdet som hanterar större mängder farligt gods.



Figur 3. Berört område är markerat med blått. Lila-streckad linje visar Huddingevägen som är rekommenderad som sekundär farligt godsled. I figuren framgår även placeringen av närliggande verksamheter som hanterar farligt gods.

Byggnaden planeras att vara 4 våningar med drygt 13,5 m upp till takfot. Byggnaden utförs med loftgång som vetter bort från Huddingevägen och med ett trapphus placerat i byggnadens hörn, se Figur 4 nedan. Observera att exakt utformning och placering inom fastigheten inte är fastställd. En befintlig ca 3 m hög bullerskärm i form av ett träplank finns mot Huddingevägen.

Byggnaden planeras att utföras med 20 lägenheter med total bostadsyta ca 1700 m² samt med en enklare publik lokal. Observera att projekteringen pågår och att ändringar kan ske.



Figur 4. Exempel planerad byggnad

3.2 Skyddsobjekt

I analysen utgörs skyddsobjektet av den planerade byggnaden samt de människor som vistas inom det aktuella området. Intilliggande byggnader och verksamheter ingår inte som skyddsobjekt i analysen.

3.3 Riskidentifiering

Riskidentifiering syftar till att identifiera riskkällor inom och utanför det aktuella området som kan hota något av de definierade skyddsobjekten.

Riskidentifieringen omfattar en beskrivning av respektive riskkälla samt en initial bedömning av deras möjliga bidrag till den övergripande riskbilden. Potentiella riskkällor som ej bedöms bidra till den totala risknivån avfärdas utan att genomgå den mer detaljerade riskuppskattningen.

De riskkällor som beaktas i analysen kan härledas till transporter av farligt gods på Huddingevägen.

3.3.1 Huddingevägen

Nordväst om fastigheten passerar Huddingevägen (väg 226) vilken utgör sekundär väg för farligt godstransporter. Sekundära transportleder för farligt gods ska ej nyttjas som genomfartsleder utan är avsedda för lokala transporter av farligt gods från det primära vägnätet. Huddingevägen betjänar dock ett stort antal verksamheter som nyttjar farligt gods samt fungerar även som reservled i de fall primär farligt godsled är avstängd.

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.

På vägavsnittet förbi det aktuella området är hastigheten begränsad till 70 km/h. Berörd del av Huddingevägen utgörs av en fyrfilig väg (två filer i vardera riktningen) med separerade körbanor. En omfattande datainhämtning har genomförts av Brandkonsulten AB där samtliga verksamheter listade av Länsstyrelsen som farliga verksamheter och/eller drivmedelsstationer kontaktats. Då dessa verksamheter är placerade på ett sådant avstånd från berört område är det endast transporter av farligt gods till och från dessa som undersökts.

Den dagliga genomsnittstrafiken på Huddingevägen i närheten av berörd fastighet uppgick under ett dygn vid senaste mättillfället till 12570 fordon i södergående riktning och 12590 fordon i norrgående riktning.

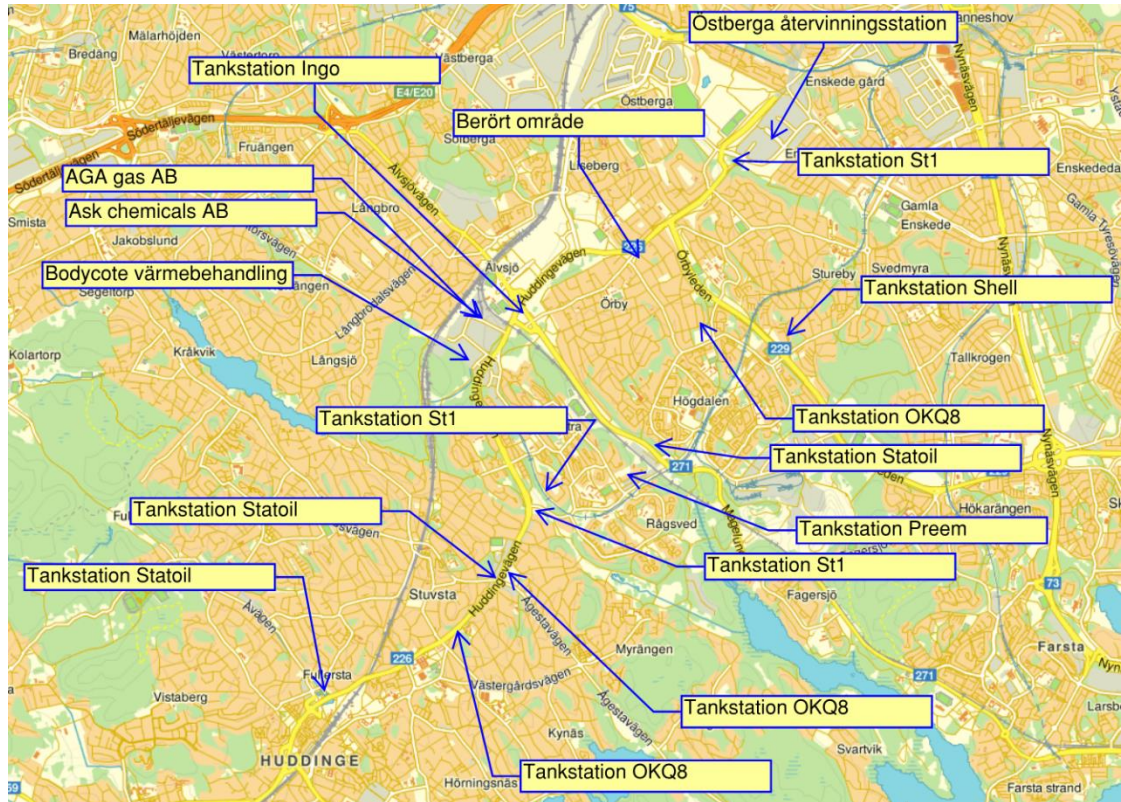
Vägavsnittet förbi aktuell fastighet har inga skarpa kurvor och sikten är god. Hastigheten på vägsträckan förbi området är begränsad till 70 km/h. Norr- och södergående körfält är separerade från varandra, en del av sträckan med dubbla rader betongfundament och resterande del med en enkel rad betongfundament. Vägsträckan är upplyst. Mellan Huddingevägen och aktuell fastighet finns ett bullerplank samt ett antal träd. Med hänsyn till vägens utformning bedöms inte ett fordon kunna köra in i berörd byggnad. Risker kopplade till påkörning kommer därför inte att beaktas vidare.

4 Riskuppskattning farligt gods Huddingevägen

Detta avsnitt presenterar potentiella scenarier som Brandkonsulten AB har identifierat inom och i anslutning till den aktuella fastigheten. Riskidentifieringen baseras på platsbesök och informationsinhämtning.

4.1 Verksamheter som hanterar farligt gods

Längs Huddingevägen eller vägar som nås från Huddingevägen finns följande verksamheter som hanterar farligt gods och som i en översiktsanalys bedömts kunna transportera farligt gods förbi berörd fastighet, se Figur 5. Observera att någon verksamhet utöver dessa också kan fördes med transporter via Huddingevägen, detta berörs i Avsnitt 7 - Hantering av osäkerheter.



Figur 5. Identifierade verksamheter som bedöms kunna fördes med farligt godstransporter via Huddingevägen.

Verksamheterna utgörs av:

- Tankstationer, tolv stycken.
- Aga Gas AB.
- Ask Chemicals AB
- Bodycote värmebehandling AB
- Östberga återvinningscentral
- IL Recycling Partner AB
- Engwall o. Claesson AB

Samtliga verksamheter har tillfrågats om mängd/typ av hanterat farligt gods, hur detta transporterats till anläggningarna samt om transporterna passerar berört område. Vad gäller transportväg delas dessa upp i fem kategorier av svar och behandlas, konservativt enligt följande:

| Svar från verksamhet | Antagande om andel gods som passerar berört område |
|---|--|
| Transporterna går förbi berört område | 100 % antas passera berört område |
| Transporterna går inte förbi berört område | 0 % antas passera berört område |
| Transporterna går antagligen inte förbi berört område | 50 % antas passera berört område |
| Transporterna går antagligen förbi berört område | 100 % antas passera berört område |
| Transportväg okänd | 100 % antas passera berört område |

4.1.1 Tankstationer

Ett antal tankstationer ligger i direkt anslutning till Huddingevägen och för ytterligare ett antal utgör Huddingevägen en av flera möjliga sekundära farligt godsleder för transport. Totalt handlar det om 8 tankstationer vid Huddingevägen och 4 tankstationer där det bedöms som sannolikt att de får leveranser via Huddingevägen. Övriga tankstationer är placerade så att väg 73 eller E4 bedöms vara den naturliga transportvägen oavsett om transporterna sker norr eller söderifrån. I en känslighetsanalys undersöks effekten av att fler tankstationer bortom Huddinge förses med leveranser via Huddingevägen. Befintligt dataunderlag för av Brandkonsulten AB undersökta tankstationer extrapoleras då till dessa tankstationer.

Brandkonsulten AB har varit i kontakt med berörda tankstationer. Då många av tankstationerna tillhör samma kedja redovisas endast den totala mängden. I tabellen nedan framgår antal transporter farligt gods, omfattningen på dessa samt huruvida transporterna passerar berört område.

| Tankstation | Antal leveranser per år | Storlek leverans, genomsnitt | Godstyp | Passerar berört område | Antal leveranser förbi berört område per år |
|--|-------------------------|------------------------------|------------------------|--|---|
| St1 | 298 | 29,7 m ³ | Bensin, Diesel och E85 | Förses från Södertälje, endast transport till en av tankstationerna passerar berört område | 110 |
| Ingo <small>Inga uppgifter har kommit Brandkonsulten AB till del. Därför antas att leveranserna uppgår till medelvärdet för tankstationerna i området</small> | 105 | 22 m ³ | | Ja | 105 |
| Shell | 110 | 35 m ³ | Bensin, Diesel och E85 | Ja, förses från Södertälje | 110 |

| | | | | | |
|-----------------------------|------|---------------------|------------------------------------|---|------|
| OKQ8 | 485 | 19,8 m ³ | Bensin, Diesel och E85, fordonsgas | Ja, förses från Nacka | 485 |
| Preem | 65 | 12 m ³ | Bensin, Diesel och E85 | Ja, förses norrifrån | 65 |
| Circle K (tidigare Statoil) | 1228 | 12,1 m ³ | Bensin, Diesel och E85 | Leveranser sker både norr och söder ifrån | 1228 |

4.1.2 Aga Gas AB

Aga Gas hanterar Acetylen, Gasol, Hydrogen samt flytande naturgas. De tre förstnämnda hanteras dock endast i små mängder och leverans av dessa sker i så små kvantiteter att transporter av dessa inte bedöms innebära något bidrag till riskpåverkan på berörd fastighet.

Den stora majoriteten av farligt gods som transporteras till Aga Gas AB utgörs av flytande naturgas av vilket 7-8 ton hanteras per dag. Anläggningen ingår i en transportkedja där flytande naturgas transporteras från flera anläggningar vilket gör att större mängder gas fraktas längs Huddingevägen än vad anläggningen faktiskt hanterar.

Kent Lundqvist, transportspecialist på AGA, uppskattar att det rör sig om sammanlagt 3-4 transporter om dagen. Bil och släp lastar som mest 26 ton men AGA kan inte uppge genomsnittlig nyttjandegrad på dessa transporter. Majoriteten av transporterna passerar berörd fastighet, antingen på väg till AGA:s anläggning eller på väg därifrån. Observera att oavsett om det är innan eller efter så kommer med största sannolikhet farligt gods finnas kvar på transporterna då AGA:s anläggning endast utgör ett av stoppen på en transportslinga. Konservativt antas att tankar i genomsnitt är nyttjade till 80 % när de passerar berört område och att det rör sig om 4 transporter per dag.

Transport av enstaka gasflaskor förekommer. Brandkonsulten AB bedömer dock att konsekvensen av en sådan olycka inte påverkar berört område.

4.1.3 Ask Chemicals AB

Farligt godstransporter till och från anläggningen i Älvsjö utgörs av klass 3, klass 6.1, klass 8 samt klass 9. Det är dock endast klass 3 som hanteras i större mängder. Uppskattad leverans till och från anläggningen av farligt gods klass 3 uppgår till 11-28 ton per transport. Den absoluta majoriteten av godset transporteras söderut vilket innebär att det inte passerar berörd fastighet. Konservativt antas dock att hälften av transporterna transporteras norrut förbi berörd fastighet och att transport sker varje dag.

4.1.4 Bodycote värmebehandling AB

Farligt godstransporter till anläggningen utgörs av propan, ammoniak och metanol. Hanterade mängder uppgår till 19 ton, 64 ton respektive 40 m³ årligen. Brandkonsulten AB har inte fått kännedom om antalet transporter.

Brandkonsulten AB har varit i kontakt med Algol Chemicals och Eon som levererar farligt gods till anläggningen. De har dock inte kunnat uppge vilken väg transporterna går varför det antas att samtliga transporter passerar berört område.

4.1.5 Återvinningscentralen Östberga

Återvinningscentralen i Östberga hanterar en mängd olika produkter. De större transporter med farligt gods som lämnar anläggningen är främst färgcontainer, spillolja samt styckegods med exempelvis aerosoler, lösningsmedel med mera.

Färgcontainers transporteras med en vikt mellan 5-8 ton, spillolja runt 6 m³. Styckegods transporteras i 200-litersfat.

Transporterna passerar dock inte berört område då de enligt entreprenörerna som utför transporten följer ruten: "från Östberga ÅVC, vänster i korsningen, till nästa korsning där till höger mot Södra Länken, där åker vi vidare mot Årstälänken och sedan Essingeleden norrut. Vidare genom Eugeniattunneln norröver förbi Järva krog därefter Kymplingelänken och E18 norrut ända till avfarten i Bro. Ibland tar man Rotebroleden."

4.1.6 Engwall o. Claesson AB

Transporter till och från Engwall o. Claesson AB är av sådan typ och så pass begränsade att de inte utgör en risk för berört område.

4.1.7 IL Recycling Partner AB

IL Recycling handhar inte farligt gods på sin anläggning i Älsvjö.

4.2 Omledningsväg primär farligt godsled

Huddingevägen fungerar som omledningsväg för farligt godstrafik från den primära farligt godsleden. Enligt trafikcentralen på trafikverket dirigerar de i regel om farligt godstrafiken via riksväg 73 och E4/E20 och inte via Huddingevägen.

Enligt Otto Åstrand på Trafikverket är det endast aktuellt med omledning via Huddingevägen vid de tillfällena som Södra länkens infart österut vid Åbyrondellen är stängd eller ifall infarterna från Nynäsvägen är stängda samt vid planerade driftstängningar av Södra länken. Hur ofta detta sker antas följa de senaste årens frekvens:

- Stängt i infarten österut (Hammarbytunneln). Sker 9-12 gånger per år baserat på de tre senaste åren, i genomsnitt är det då stängt 33 minuter.
- Stängt från Nynäsvägen (Skräddartunneln). Har bara skett 2 gånger senaste två åren, då ca 40 minuter per gång.
- Planerad driftavstängning. Sker ca var 6:e vecka, en gång från vardera håll mellan 22-05 (denna tid på dygnet finns dessutom inga restriktioner för farligt gods-trafik i Södra länken)

Omledning av trafik från primär farligt godsled sker med andra ord ca 0,7 % av tiden. Farligt gods-trafiken bör vara mindre frekvent under nattetid då Södra länken emellanåt är avstängd. Något underlag på hur farligt godstransporterna fördelar sig över dygnet finns dock inte varför det konservativt antas att farligt godstrafiken förbi berört område utöver transporter till och från lokala verksamheter dessutom uppgår till 0,7 % av farligt godstrafiken på primära transportleden för farligt gods.

4.3 Riskvärdering farligt gods

Farligt gods kan enligt ADR-S, vilket är beteckningen på Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskaps föreskrifter gällande farligt godstransporter på väg och i terräng, delas in i olika klasser för ämnen med liknande egenskaper (MSB, 2015).

En olycka på Huddingevägen där ett fordon som transporterar farligt gods är inblandad kan leda till utsläpp vilket kan påverka berört område. Är ämnet brandfarligt kan antändning av ett utsläpp leda till höga strålningsnivåer mot området och planerad byggnad.

Explosiva ämnen och föremål (Klass 1) innebär t ex transporter av ammunition, sprängämnen och pyrotekniska föremål. En olycka med massexplosiva ämnen kan ge upphov till en explosion, vilken i sin tur kan komma att påverka området. Andelen transporter av explosiva ämnen kan förväntas vara mycket lågt då ingen av de kartlagda lokala verksamheterna hanterar denna typ av farligt gods. Transport av dessa kan dock inte utslutas vid en eventuell omledning av trafik från Södra länken varför konsekvensen av en explosion på Huddingevägen kommer att studeras i denna riskbedömning.

Brännbara gaser (Klass 2.1) innebär t ex transporter av gasol och aerosoler. En olycka med brandfarlig gas skulle kunna ge upphov till en jetflamma samt BLEVE (en fördröjd gasmolnsexplosion) och det finns risk att människor får bränn- och splitterskador till följd av olyckan. Konsekvensområdet begränsas normalt till närområdet, men en BLEVE kan ge effekter på flera hundra meter. Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan komma att påverka området och konsekvensen av en sådan olycka studeras därför i denna riskbedömning.

Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (Klass 2.2) innebär t ex transporter av gaser under högt tryck. Om det sker läckage av dessa gaser i stängda utrymmen kan gaserna tränga undan syret i rummet och därmed skapa en syrefattig miljö. En annan konsekvens av läckage är köldskador eftersom gaserna transporteras nedkylda. Dessa två konsekvenser bedöms dock inte påverka området. Transporter av Klass 2.2 bedöms ha ett försumbart riskbidrag och kommer därför inte att beaktas vidare i riskbedömningen.

Giftiga gaser (Klass 2.3) innebär t ex transporter av klorgas, ammoniak och en olycka kan ge upphov till ett giftigt gasmoln som kan komma att påverka människorna inom området. Konsekvensen och konsekvensområdet påverkas av typ av ämne, typ av utsläpp samt väderförhållanden. Andelen transporter med giftiga ämnen är relativt få men konsekvensen av ett utsläpp kan bli allvarlig för personer inom planområdet. Brandkonsulten AB bedömer därför att en olycka som ger upphov till ett giftigt gasmoln kan komma att ha en betydande påverkan på planområdet och hanteras därför vidare i denna riskbedömning.

En olycka med ett fordon som transporterar *Brandfarliga vätskor* (Klass 3) kan ge upphov till en pölbrand. Konsekvensen av en pölbrand kan påverka de människor som vistas inom området och risken kommer därför att analyseras vidare.

Risken för personskador inom området vid en olycka med ett fordon som transporterar *Fasta brandfarliga ämnen* (Klass 4), *Oxiderande ämnen* (Klass 5), *Giftiga Ämnen* (Klass 6), *Radioaktiva ämnen* (Klass 7), *Frätande Ämnen* (Klass 8) och *Övriga farliga ämnen och föremål* (Klass 9) anses vara liten eftersom konsekvensområdet vid ett sådant utsläpp bedöms vara relativt litet. Transporter av Klass 4 – 9 bedöms ha ett försumbart riskbidrag och kommer därför inte att beaktas vidare i riskbedömningen.

Baserat på ovanstående har följande olycksscenarioer analyserats.

A.1 Olycka med transport av massexplosiva ämnen som leder till explosion.

A.2 Olycka med transport av brandfarlig gas som leder till utsläpp och antändning.

A.3 Olycka med transport av giftig gas som leder till utsläpp.

A.4 Olycka med transport av brandfarlig vätska som leder till utsläpp och antändning.

4.3.1 Frekvens och konsekvens

För respektive scenario har frekvens och konsekvens beräknats. Frekvensberäkningarna återfinns i Appendix A och konsekvensberäkningarna i Appendix B-E.

Antal omkomna vid en olycka är en grov bedömning och ska inte ses som ett definitivt värde. Indata till beräkningarna är konservativt antagna och att bedömning av antalet omkomna är konservativt gjorda. Antalet förväntade omkomna kan komma att revideras ifall mer detaljerad information blir tillgänglig.

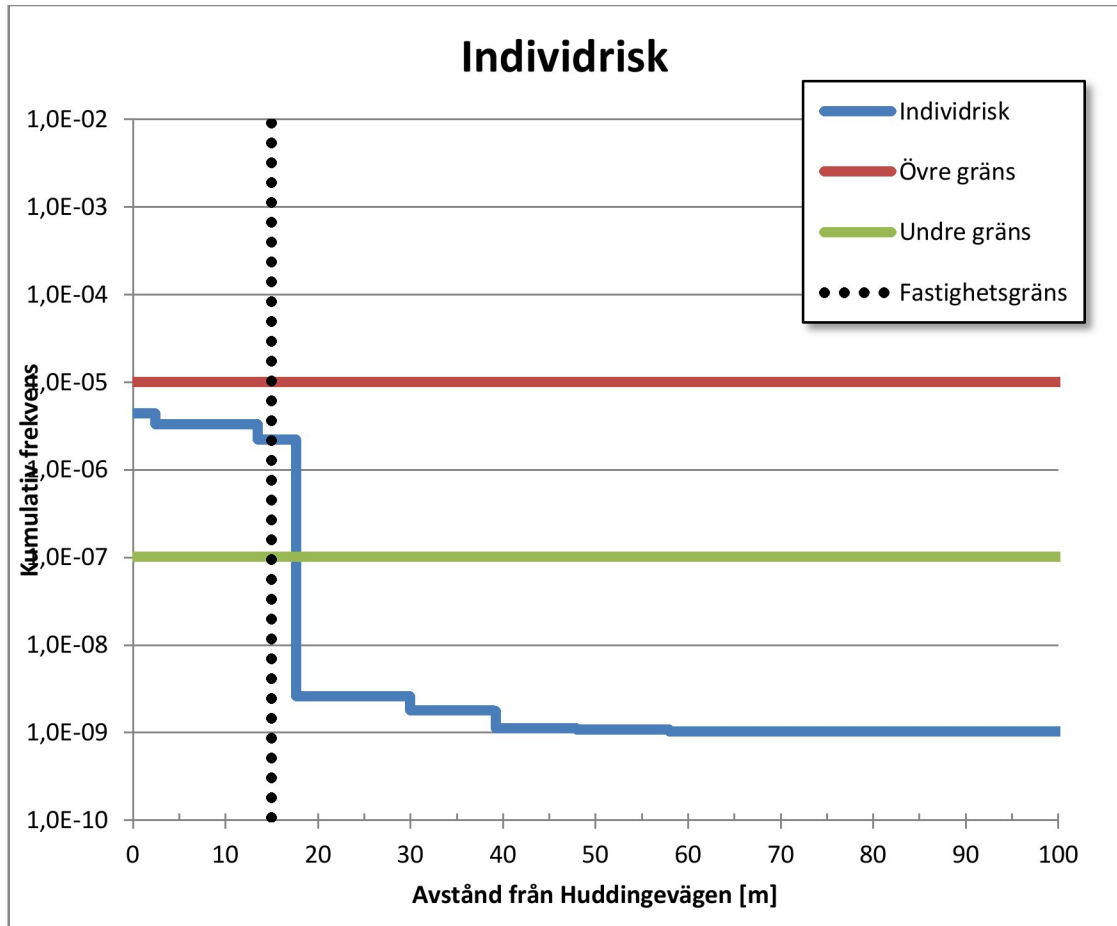
En sammanställning av respektive scenarios frekvens och konsekvensområde framgår i Appendix F.

5 Riskvärdering

5.1 Individrisk

Individrisk är ett mått på risken för att en individ omkommer om den vistas på en specifik plats i ett år. Generellt innebär detta att individrisken är beroende av på vilket avstånd från riskkällan man befinner sig.

Figur 6 **Fel! Hittar inte referenskälla.** redovisar individrisken som diagram över risknivån som funktion av avstånd från Huddingevägen (riskkällan).



Figur 6. Individrisk utan åtgärder.

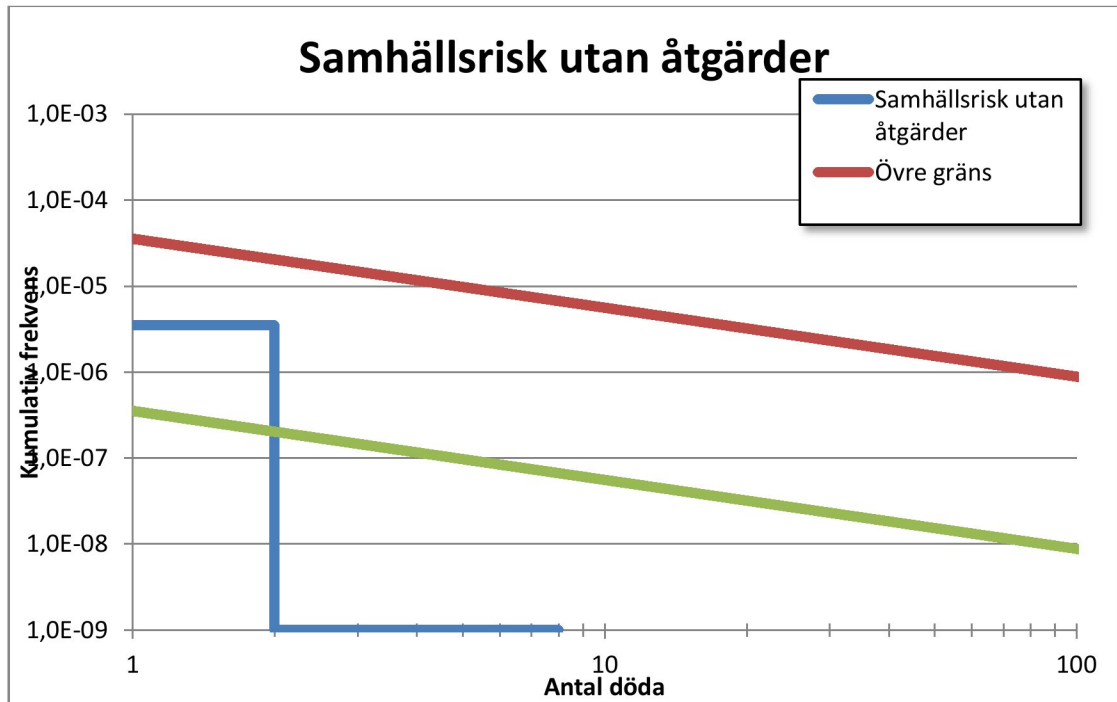
Den svarta prickade linjen visar avståndet mellan fastighetsgräns och Huddingevägens närmaste kant (15 m). Figuren visar att risknivån ligger inom ALARP-området för byggnad placerad närmare än 17,7 m från Huddingevägen och att riskreducerande åtgärder ska vidtas om byggnad placeras närmare än detta avstånd för att minska risken, så länge åtgärderna inte är oskäligt kostsamma.

I Figur 6 framgår det att en antändning av en större mängd brännbar vätska, en pölbrand, på Huddingevägen ger upphov till ett konsekvensområde på 17,7 m från Huddingevägens kant, vilket ger ett stort utslag i riskprofilen. Riskreducerande åtgärder bör därför fokusera på att minska sannolikheten för eller konsekvensen av en pölbrand på Huddingevägen.

5.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är till stor del beroende av antalet personer som vistas inom det studerade skadeområdet. Värderingen av samhällsrisk har avgränsats till att endast omfatta området och de personer som vistas inom detsamma.

Figur 7 visar samhällsrisk i form av FN-kurva. Observera att acceptanskriterierna har skalats om till den studerade vägsträckans längd. Kriterierna har reducerats till 35 % med hänsyn till att den undersökta vägsträckan är 350 m (35 % av 1 km).



Figur 7. Samhällsrisk utan åtgärder.

Ett stort utsläpp med påföljande antändning av brandfarlig vätska på Huddingevägen ger ett stort utslag och samhällsrisk hamnar inom ALARP-området. Olycks scenarier med massexplosiva ämnen och BLEVE ger upphov till ett större antal omkomna men sannolikheten att dessa scenarier inträffar är liten och har därför mindre påverkan på FN-kurvan.

6 Riskreduktion

I föregående avsnitt i riskbedömningen har det konstaterats att risknivån för aktuellt område erfordrar riskreducerande åtgärder så länge den riskreducerande åtgärden inte är oproportionerligt stor eller kostsam. Brandkonsulten AB bedömer att följande åtgärder ska vidtas för att nå en tillfredsställande risknivå om byggnaden placeras 15 - 17,7 m från Huddingevägen:

- Friskluftsintag placeras så att de ej vetter mot Huddingevägen.
- Eventuell markyta på fastigheten mellan Huddingevägen och byggnad utförs så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras, såsom uteplatser.
- Byggnaden utformas så utrymning kan ske bort från Huddingevägen.
- Fasader som vetter mot Huddingevägen utförs med obrännbart material.
- Fönster i fasad som vetter mot Huddingevägen utförs i lägst brandteknisk klass EW 30.

Om byggnaden placeras mer än 17,7 m från Huddingevägen behöver endast följande åtgärder vidtas för att nå en tillfredsställande risknivå:

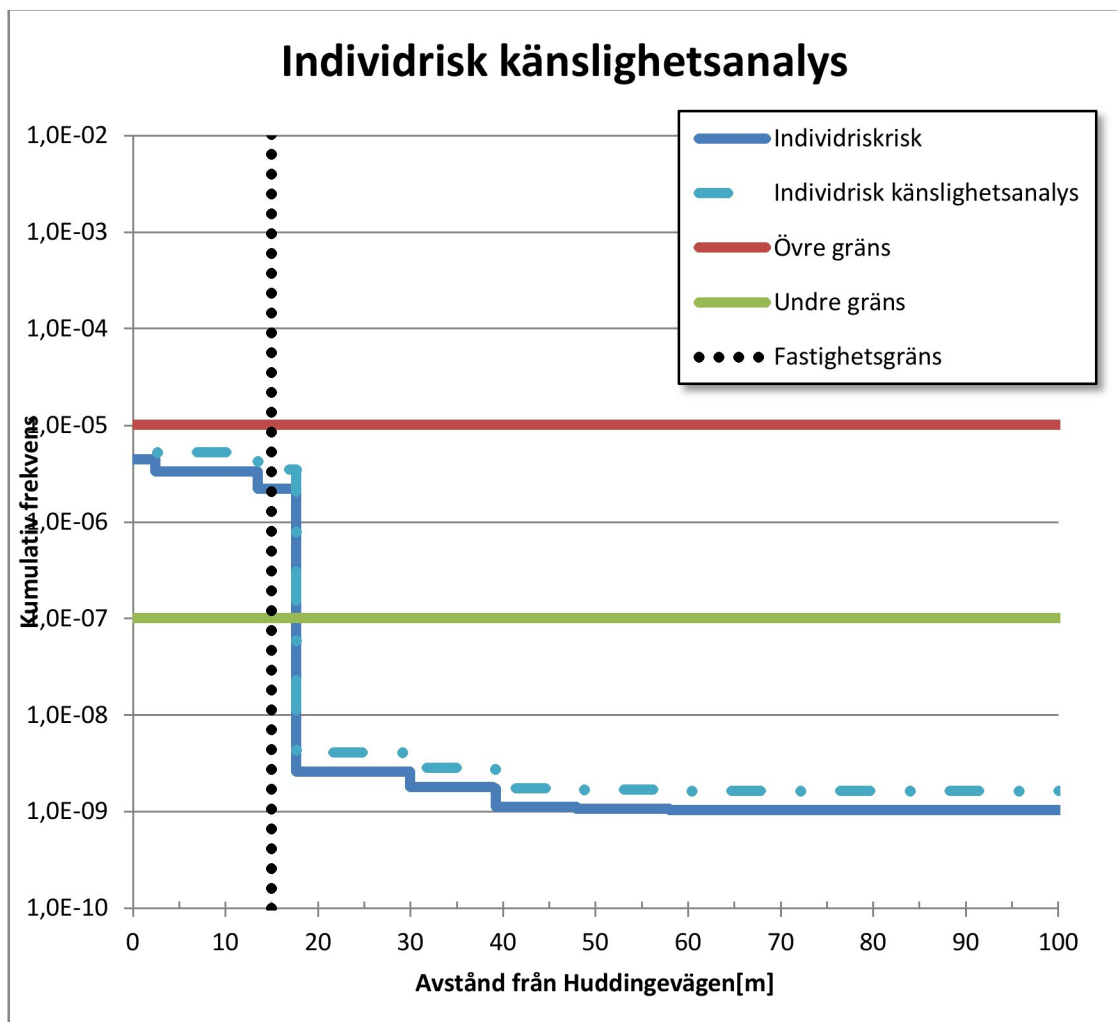
- Friskluftsintag placeras så att de ej vetter mot Huddingevägen.
- Eventuell markyta på fastigheten mellan Huddingevägen och byggnad utförs så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras, såsom uteplatser.
- Byggnaden utformas så utrymning kan ske bort från Huddingevägen.

Om byggnaden placeras mer än 30 m från Huddingevägen behöver inga åtgärder vidtas med hänsyn till risk.

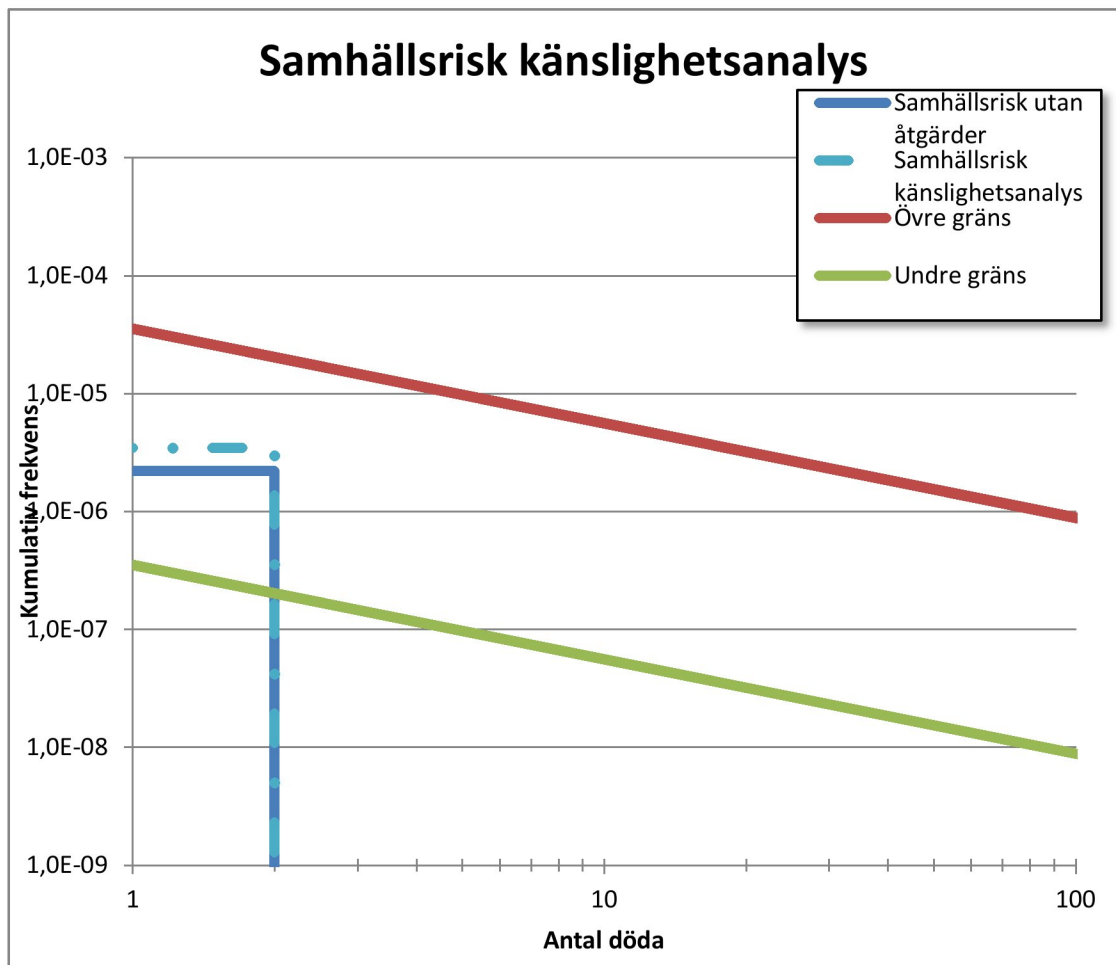
7 Hantering av osäkerheter

Vid analys av risker måste osäkerheter i indata och bedömningar särskilt beaktas. Generellt har konservativa värden och uppskattningar gjorts.

En omfattande kartläggning av lokala verksamheter som betjänas av farligt godstrafik längs Huddingevägen har undersökts. Somliga verksamheter har haft en uppfattning av att ingen av deras farligt godsleveranser bör passera berört område men om dessa uppgifter inte kunnat bekräftas så har Brandkonsulten AB antagit att de passerar berört område. En av de få variabler som kan vara icke konservativt vald är grovsållningen av vilka verksamheter som transporterar gods via Huddingevägen förbi berört område. Brandkonsulten AB bedömer det som att den ökade risknivån som ytterligare sådana verksamheter bidrar till är försumbara jämfört med övriga konservativa antaganden som har gjorts. Dock undersöks förändringen av individ- och samhällsrisik ifall antalet tankstationer som förses med leveranser förbi berört område ökar med 75 %. Det innebär att nästan samtliga tankstationer som på något sätt kan nå från Huddingevägen utan att passera en primär farligt godsled förses av leveranser som passerar berört område, resultatet presenteras i figurerna nedan.



Figur 8. Individrisk känslighetsanalys.



Figur 9. Samhällsrisk känslighetsanalys

I arbetet med utförda bedömningar och beräkningar har detta inneburit att statistikuppgifter avseende mängder transporterat farligt gods angivna i form av intervall som erhållits från Räddningsverket har beaktas med försiktighet. Brandkonsulten AB har generellt sett varit konservativ i bedömningarna och har valt att använda statistik som samlades in under september år 2006 eftersom det i denna noterades fler transporter av farligt gods, samt dessutom är den nyaste statistiken.

När det gäller bedömningar av uppskattat antal omkomna är det viktigt att beakta att dessa utgår från erfarenheter inom Brandkonsulten AB utifrån litteraturstudier, tidigare utförda riskanalyser och bedömningar m m.

Som en del i känslighetsanalysen har överslagsberäkningar genomförts där antalet omkomna till följd av en explosion på Huddingevägen kraftigt har varierats. Exempelvis kan nämnas att en mellanstor alternativt en stor explosion som medför att samtliga boende i byggnaden (50 st) omkommer, ej påverkar samhällsrisk till att hamna inom ALARP-området.

Det är viktigt att beakta att resultatet av frekvenser och konsekvenser skulle kunna skilja sig åt om någon annan utfört analysen.

8 Slutsats

Brandkonsulten AB anser att risknivån för planerad byggnad är för hög och att riskreducerande åtgärder ska vidtas om byggnaden placeras inom 30 meter från Huddingevägen. Byggnaden får som närmast placeras 15 meter från Huddingevägen med hänsyn till risknivå. Erfordrade riskreducerande åtgärder beror på avståndet mellan byggnaden och Huddingevägen.

9 Referenser

- Davidsson, G., Lindgren, M., & Mett, L. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Forsén, R. (2015). Workshop om Klass 1, 2015-11-18.
- IEC (International Electrotechnical Commission). (1995). *Dependability management - part 3: Application guide - section 9: Risk analysis of technological systems*. IEC 300-3-9 1995.
- Länsstyrelserna (Länsstyrelserna i Skånes, Stockholms och Västra Götalands Län). (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, September 2006*.
- Länsstyrelsen Stockholm (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Rapport 2016:4, Stockholm: Länsstyrelsen Stockholm.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2015). *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng*. MSBFS 2015:1.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2016). *Trafikflöde på väg 1998*. [elektronisk], tillgänglig: <<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Transport-av-farligt-gods/Statistik/Vag/1998/>> [Hämtad: 2016-09-26]
- 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.
- Räddningsverket. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006*.
- Slettenmark, O. (2003). *Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?* Rapport 15:2003, Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- SRV (Statens räddningsverk). (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Trafikverket (2016). Tindra, teoretiskt medeldygnsflyde punkt 118100500. [elektronisk], tillgänglig: <<http://vtf.trafikverket.se/tmg101/AGS/tmg103.aspx?punktnrlista=11810050>>, [Hämtad: 2016-09-29]

Appendix A Frekvensberäkningar väg

A.1 Transporter av farligt gods

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

Farligt gods kan enligt ADR-S, vilket är ett internationellt regelverk gällande farligt gods-transporter på väg och i terräng, delas in i olika klasser för ämnen med liknande egenskaper (MSB, 2015).

Tabell 1 redovisar klassificeringen och vilken typ av ämne som omfattas.

Tabell 1: Klassificering och typ av ämne (MSB, 2015).

| Klass | Ämne |
|-------|--|
| 1 | Explosiva ämnen och föremål |
| 2 | Gaser |
| 3 | Brandfarliga vätskor |
| 4 | Brandfarliga ämnen m m |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider |
| 6 | Giftiga och smittförande ämnen |
| 7 | Radioaktiva ämnen |
| 8 | Frätande ämnen |
| 9 | Övriga farliga ämnen och föremål |

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

Hur stora transportmängderna av farligt gods är på Sveriges vägar har kartlagts av Räddningsverket vid olika tillfällen, bl a under sista kvartalet 1998 samt under september månad 2006 (MSB, 2016;Räddningsverket, 2006). Informationen är inte heltäckande, men ger en indikation på hur situationen ser ut samt hur den har förändrats de senaste åren och bör ge en tillräckligt god fingervisning om mängden transporterat farligt gods på den primära farligt godsleden Södra Länken. Av detta antas 0,7 % passera berört område då farligt gods leds om från södra länken till Huddingevägen.

Ämnen och föremål i farligt gods klass 1 delas enligt ADR-föreskrifterna upp i undergrupper där undergrupp 1.1 är sådana med risk för massexplosion. En massexplosion är en explosion som påverkar så gott som hela mängden praktiskt taget ögonblickligen.

För ADR-klass 1 är det i första hand massexplosiva varor som ger stora konsekvensområden i händelse av olycka. Transporter med massexplosiva varor är generellt sällsynta enligt Forsén (2015). I denna riskanalys görs antagandet att 10 % av alla transporter av klass 1 är massexplosiva (Klass 1.1.)

ADR-klass 2 består av tre underklasser, där det i första hand är brännbara (klass 2.1) och giftiga (klass 2.3) gaser som vid en olycka kan förväntas medföra akut fara för människors liv. Statistiken från 1998 inkluderar ingen uppdelning mellan de olika klasserna men det gjordes i kartläggningen som genomfördes under september månad år 2006. Baserat på mätningen som ägde rum i september 2006 har Brandkonsulten AB bedömt fördelningen inom ADR-klass 2 enligt Tabell 2.

Tabell 2: Fördelning inom ADR-klass 2 utifrån transporter av Klass 2 under september 2006.

| ADR-klass | Fördelning enligt kartläggning 2006 |
|---|-------------------------------------|
| 2.1 Brännbara gaser | 29 % |
| 2.2 Icke brännbara, icke giftiga gaser. | 71 % |
| 2.3 Giftiga gaser | 0 % |

I Tabell 3 redovisas transportmängderna av respektive klass på Huddingevägen i anslutning till berört område enligt kartläggningen 2006 och inhämtade uppgifter från verksamheter i anslutning till vägen. Uppgifter från kartläggningen från 2006 multipliceras med en faktor 0,0069 då detta är andel av tiden som trafik från primär farligt godsled bedöms ledas om via Huddingevägen förbi berört område. Statistiken presenteras med antal ton per år.

Tabell 3: Fördelning mellan ADR-klasserna vid transporter med farligt gods.

| ADR-Klass | Transporter till verksamheter längs väg 226. Antal ton | Ytterligare transporter då trafik leds om från primär farligt godsled. Antal ton. |
|--|---|--|
| 1.1 Explosiva ämnen | - | 0-0,55 ¹ |
| 2.1 Brandfarliga gaser | 7611 | 0-22 |
| 2.2 Icke brandfarlig, icke giftig gas | - | 0-365 |
| 2.3 Giftiga gaser | 64 | - |
| 3. Brandfarliga vätskor | 28321 | 5464-6831 |
| 4.1 Brandfarliga fasta ämnen | - | 69-89,7 |
| 4.2 Självantändande ämnen | - | 3,45-6,9 |
| 4.3 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten | - | 6,9-9,66 |
| 5. Oxiderande ämnen | - | 0-41,4 |
| 6. Giftiga ämnen | - | 34,5-48,3 |
| 7. Radioaktiva ämnen | - | 0,69-4,14 |
| 8. Frätande ämnen | - | 0-966 |
| 9. Övriga ämnen och föremål | - | 0-966 |
| Total mängd, alla klasser | 35996 | 5578 – 9350 |

Det ska noteras att mängden transporterat farligt gods i MSB:s kartläggning inte har mätts upp för just primär farligt godsled som vid behov leds om via Huddingevägen utan utgör snarare mängden gods som passerat Stockholmsregionen. Värdena bör därför vara väl tilltagna och även om medelvärdet används som uppskattning bedöms detta vara ett

¹ Skattning att 10 % av samtliga transporter av Klass 1 utgörs av Klass 1.1

konservativt värde. I tabell 4 anges den uppskattade totala mängden farligt gods som passerar berört område, där medelvärdet för transporter på Södra Länken valts.

Tabell 4: Uppskattade farligt godstransporter på berörd del av Huddingevägen.

| ADR-klass | Sammanlagd mängd farligt gods transporterat förbi berört område, [ton/år] |
|--|---|
| 1.1 Explosiva ämnen | 0,3 |
| 2.1 Brandfarliga gaser | 7622 |
| 2.2 Icke brandfarlig, icke giftig gas | 182,5 |
| 2.3 Giftiga gaser | 64 |
| 3. Brandfarliga vätskor | 34469 |
| 4.1 Brandfarliga fasta ämnen | 92,8 |
| 4.2 Självantändande ämnen | 20,7 |
| 4.3 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten | 41,4 |
| 5. Oxiderande ämnen | 2,4 |
| 6. Giftiga ämnen | 483 |
| 7. Radioaktiva ämnen | 483 |
| 8. Frätande ämnen | 0,3 |
| 9. Övriga ämnen och föremål | 7622 |
| Total mängd, alla klasser | 43461 |

A.2 Frekvens för trafikolycka med farligt godsfordon

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

För att kunna göra beräkning av frekvens för farligt godsolycka på väg enligt VTI-modellen krävs information kring tre huvudsakliga kategorier:

- Det totala antalet singel- och kollisionsoolyckor på det aktuella vägavsnittet.
- Det totala trafikflödet på vägavsnittet (även kallat årsmedeldygnstrafik, ÅDT).
- Andelen fordon av det totala trafikflödet som är skyltade med farligt gods.

A.2.1 Antal singel- och kollisionsolyckor

Då statistik saknas beräknas antalet singel- och kollisionsolyckor på vägavsnittet med hjälp av en metod framtagen av SRV (1996). Beräkningen sker enligt nedan.

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

där;

O = antalet förväntade singel- och kollisionsolyckor

Olyckskvot = tabellvärde baserat på bebyggelse, vägtyp och hastighetsbegränsning.

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

A.2.2 Totala trafikflödet (ÅDT)

Årsmedelsdygnstrafiken för berörd del av Huddingevägen har presenterats av trafikcentralen på trafikkontoret. Uppskattat ÅDT är sammanlagt 25160 fordon för båda köriktningarna.

A.2.3 Andelen fordon som är skyltade med farligt gods

För somliga verksamheter har Brandkonsulten erhållit detaljerade uppgifter om antalet transporter per år. I andra fall har endast en total mängd presenterats. I dessa fall har antalet transporter uppskattats utifrån fraktat gods och i vilka volymer sådant gods brukar fraktas. Exempelvis brukar en transport med brandfarlig vätska till tankstationer omfatta 20-30 ton. Utifrån dataunderlag samt detta antagande bedöms i genomsnitt 10,7 transporter av farligt gods passera förbi området per dygn. Observera att detta endast rör transporter som hanterar farligt gods i sådana mängder att de kan påverka berört område.

Andelen fordon skyltade med farligt gods är därmed $10,7/25\ 160 = 0,00042$, givet att det totala trafikflödet uppgår till ca 25 160 fordon/dygn.

A.2.4 Beräkning av antalet trafikolyckor med farligt gods

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

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

där;

O = antalet olyckor på vägavsnittet = Ekv 1.

Y = andelen singelolyckor på vägavsnittet (tabellvärde).

X = andelen transporter skyltade med farligt gods.

Området inom vilket olycksfrekvensen analyseras betraktas som tätort. Det aktuella avsnittet av Huddingevägen betraktas som flerfältsväg och har hastighetsbegränsningen 70 km/h. Enligt tabellvärden i SRV (1996) ger detta en olyckskvot på 0,6 och andel singelolyckor på 0,30. Vägavsnittet förbi området är ca 50 m. Enligt Länsstyrelserna (2006) rekommenderas att risksituation analyseras vid exploatering inom 150 m från transportled för farligt gods. Brandkonsulten AB anser därför att det är rimligt att det vägavsnitt som inkluderas i analysen utökas med 150 m åt vardera hållet. Detta ger en total längd av ca 350 m för det analyserade vägavsnittet.

Tabell 5 redovisar en sammanställning av indata samt beräkningsresultat med insättning i Ekv 1, 2 och 3.

Tabell 5: Indata för beräkning av frekvens för farligt godsolycka.

| VTI-modellen | | |
|--|-------------------------------|----------|
| Vägtyp och hastighet | Tätort, Flerfältsväg, 70 km/h | |
| Längd (a) | | 0,350 |
| ÅDT (b) | | 25 160 |
| Trafikarbete ($a*b*365*10E-6=c$) | | 3,21 |
| Olyckskvot (tabell) | | 0,6 |
| Antal olyckor (olyckskvot*c) (O) | | 1,93 |
| Andel singelolyckor (Y) | | 0,3 |
| Antal fordon skyltade med FG per dygn | | 10,76 |
| Andel fordon skyltade med FG (X) | | 4,28E-04 |
| Förväntat antal år mellan fordon skyltade med FG i trafikolycka | | 1,40E-03 |
| Förväntat antal år mellan fordon skyltade med FG i trafikolycka [år] | | 713 år |

Ovanstående beräkningar visar att frekvensen för trafikolyckor som involverar farligt godsfordon på Huddingevägen förbi berört området är ca $1,40 \cdot 10^{-3}$ olyckor per år. Detta innebär att det på platsen förväntas ske en trafikolycka med farligt godsfordon på ca 713 år.

A.3 Händelseträdsanalys

De olycksscenarier som identifierats i avsnitt 4 har studerats vidare i en händelseträdsanalys, baserat på följande delhändelser.

- Vad är index för farligt godsolycka?
- Hur stor är andelen för den aktuella typen av farligt gods?
- Vilken är fördelningen mellan skadefall för respektive godstyp?
- Sker antändning eller detonation?
- Är olyckan/vinden riktad mot området?
- Vilken är reduktionen med hänsyn till spridningsvinkel?

Händelseträdsanalysen framgår i tabellform i Appendix F. Valda sannolikheter och reduktionsfaktorer beskrivs nedan.

Index för farligt godsolycka

Enligt SRV (1996) kan sannolikheten för att en trafikolycka med ett farligt godsfordon leda till utsläpp och eventuella följdverkningar skattas genom att frekvensen för trafikolyckan multipliceras med ett index för farligt godsolyckor. Detta index kan hämtas ur tabell i SRV (1996) och motsvarar för berörd del av Huddingevägen 0,13. Enligt beräkningsmetoden gäller detta index dock för transporter som inte sker under tryck. Om transportererna sker i tankar under tryck har SRV antagit att index för farligt godsolycka är 30 gånger lägre med hänsyn till de högre krav som gäller för denna typ av transporter. Brandkonsulten AB har därför valt att reducera index för farligt godsolyckor på motsvarande sätt för samtliga transporter som omfattar gaser. Index för farligt godsolyckor uppgår i dessa fall till $4,33 \cdot 10^{-3}$.

Andel för aktuell typ av farligt gods

Framgår av avsnitt A.1 ovan.

Fördelning mellan skadefall

Sannolikheten för respektive skadefall är i grunden hämtade ur SRV (1996). För olyckor på Huddingevägen har andelen styckegods antagits utgöra 10 % av transportererna med brandfarlig gas. Dessa 10 % har tagits bort från andelen *litet utsläpp med brandfarlig gas* då det ansetts som mest sannolikt.

I denna riskanalys görs antagandet att vid 80 % av transportererna av massexplosiva ämnen transporteras 2 ton. Vid 15 % respektive 5 % av transportererna transporteras 9 respektive 16 ton massexplosiva ämnen.

Sannolikhet för antändning/detonation

Sannolikhet för antändning givet en farligt godsolycka har antagits till 3 % i enlighet med SRV (1996).

För BLEVE har bedömningen av antändning vägts in i den bedömda sannolikheten för att scenariot ska inträffa. Sannolikhet för antändning sätts till 1 eftersom en BLEVE förutsätter att antändning har skett.

För olyckor med farligt gods klass 1 (massexplosiva ämnen) har antaganden genomförts enligt nedan:

- Andelen klass 1.1 (Ämnen eller föremål med risk för massexplosion) är 10 % av klass 1.
- Vid en olycka (kollision/påkörning) sker explosion i 10 % av fallen.
- Vid en brand sker explosion i 50 % av fallen.

Ovanstående antaganden baseras på information i samband med utbildning/Workshop genomförd av Richard Forsén på FOI under 2015 (Forsén, 2015).

Sannolikhet för olycka/vind riktad mot området

För beräkningar avseende jetflamma (brandfarlig gas) har olyckorna i 50 % av fallen antagits vara riktade mot området, i resterande fall bort från området och antas då inte medföra någon konsekvens.

För övriga scenarier har denna sannolikhet satts till ett (1) eftersom de bedömts vara oberoende av riktning.

Reduktion för spridningsvinkel

Reduktion för spridningsvinkel har gjorts för olyckor med brandfarlig gas i form av styckegods. Sannolikheten för att träffas vid olycka med styckegods kan anses relativt liten även om det sker en olycka då det krävs att personer träffas av en flygande gasflaska/splitter för att ett skadefall ska inträffa. Sannolikheten att träffas är svår att uppskatta men för att kunna beräkna risknivån har sannolikheten att träffas av en flygande flaska bedömts till 0,28 %, baserat på att en flygande flaska antas kunna påverka en cirkelsektor med vinkel 1° ($1/360=0,0028$).

Appendix B Konsekvenser vid pölbrand

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

B.1 Dimensionerande skada

För det dimensionerande skadeutfallet beaktas endast påverkan på personer som befinner sig inom respektive konsekvensområdet.

Gränsvärde för personskada är antaget till 15 kW/m^2 , då detta är accepterat gränsvärde för skydd mot brandspridning mellan byggnader i BBRAD (Boverket, 2013).

Över 15 kW/m^2 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.

Personer som vistas i en lokal som utsätts för mer än 15 kW/m^2 där man inte har möjlighet att själv utrymma eller där man inte har möjlighet att utrymma bort från strålningskällan antas förolyckas.

B.2 Beräkning av avstånd då den infallande strålningen är 15 kW/m^2

Att beräkna vilket avstånd från en flamma till en punkt som den infallande strålningsintensiteten är 15 kW/m^2 består i huvudsak av tre moment. Det första är att bestämma hur stor den emitterade effekten är. Det andra momentet är att uppskatta flammans storlek (bas och höjd). Det tredje momentet är att bestämma hur stor del av den emitterade effekten som träffar målet, dvs beräkning av den s k synfaktorn (Φ).

Dimensionerande utsläpp

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

1. Litet utsläpp: $0,1 \text{ kg/s}$, totalt utsläppt mängd: 180 kg ($0,3 \text{ m}^3$)
2. Mellan utsläpp: $1,1 \text{ kg/s}$, totalt utsläppt mängd: 1980 kg (3 m^3)
3. Stort utsläpp: $14,6 \text{ kg/s}$, totalt utsläppt mängd: $26\,300 \text{ kg}$ (38 m^3)

Värden på dimensionerande scenarier är valda i enlighet med SRV (1996).

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 en befintlig slänt i direkt anslutning till vägbanan (det aktuella området ligger högre upp än vägen där olyckan antas ske). Strålningen beräknas därför från mitten av den vägbanan som är placerad närmast fastigheten.

Baserat på ovanstående utsläppsmängder har Brandkonsulten AB antagit att respektive utsläpp motsvarar en pöl enligt nedan.

1. Litet utsläpp, liten pölbrand: 10 m^2
2. Mellanutsläpp, mellan pölbrand: 100 m^2
3. Stort utsläpp, stor pölbrand: 300 m^2

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 (SFPE, 1995) 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), \dot{m}'' är förbränningshastighet (kg/m²s), g är tyngdaccelerationen (m/s²) och ρ är luftens densitet (kg/m³). Förbränningshastigheten är vald för bensin och är ca 0,055 (kg/m²s).

Tabell 6: Beräknad flamhöjd vid pölbrand för litet, mellan- och stort utsläpp av brandfarlig vätska (bensin).

| | Liten pölbrand Area _{pöl} = 10 m ² | Mellan pölbrand Area _{pöl} = 100 m ² | Stor pölbrand Area _{pöl} = 300 m ² |
|---------------------|---|---|---|
| Diameter [m] | 3,6 | 11,3 | 19,5 |
| Flamhöjd [m] | 7,7 | 17,2 | 25 |

Synfaktor

Med hjälp av beräknad flamhöjd och pölens utbredning approximeras i det här fallet flammans, dvs den emitterande kroppen, med en rektangel. Pölens diameter utgör rektangelns bas och flammans höjd utgör rektangelns höjd. Den strålande skivan placeras i mitten den körbanan som är placerad närmast berört fastighet då det bedöms som för konservativt att placera den vid väggkant. Avståndet från mitten av körbanan uppgår till runt 3,5 m.

Den infallande strålningsintensiteten mot en punkt beräknas med följande ekvation (FOA, 1995):

$$I = E \cdot \Phi$$

där E är den emitterade effekten (kW/m²) och Φ är synfaktorn.

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

Genomförda fullskaleförsök 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 per ytenhet, genom bl a ökad temperatur i flamzonen, än stora bränder.

En pöl med en diameter av ca 11 m emitterar ca 60 kW/m² enligt de genomförda fullskaleförsöken. Fullskaleförsök visar på att en pöl med diameter mellan 1-3 m emitterar mellan 85-130 kW/m².

B.3 Resultat

I tabellen nedan framgår det på vilket avstånd från respektive pölbrand som den infallande strålningen är 15 kW/m². Mellan och stor pölbrand beräknas med emitterad strålning om 60 kW/ m² och mindre pölbrand med 85 kW/ m².

I tabellen framgår även antalet förväntat omkomna vid respektive scenario.

Tabell 7: Beräknat avstånd från Huddingevägen för respektive pölbrand då den infallande strålningsintensiteten är 15 kW/m²

| | Liten pölbrand Area _{pöl} = 10m ² | Mellan pölbrand Area _{pöl} = 100m ² | Stor pölbrand Area _{pöl} = 500m ² |
|--|---|---|---|
| Avstånd från Huddingevägen till strålningsintensitet på 15 kW/m² [m] | 2,5 | 13,5 | 17,7 |
| Antal omkomna [st] | 0 | 0 | 2 |

B.4 Slutsats och diskussion

En liten samt medelstor pölbrand ger upphov till ett konsekvensområde av 6 respektive 17 m. Det innebär ett konsekvensområde från Huddingevägens kant på 2,5 respektive 13,5 m. Avståndet mellan Huddingevägen och fastigheten är drygt 15 m, vilket innebär att en pölbrand på Huddingevägen för en *liten* eller *mellanstor* pölbrand endast kommer att ha en marginell påverkan på byggnaden. Konsekvenserna till följd av en olycka som ger upphov till en liten respektive medelstor pölbrand bedöms därför inte leda till att någon som vistas i byggnaden omkommer.

En stor pölbrand på 300 m² ger upphov till ett konsekvensområde av 21,2 m från närmaste körbanans mitt, vilket innebär att en stor pölbrand kommer att påverka området. I denna riskanalys har antagandet gjorts att endast de som befinner sig nära ett fönster och som inte hinner förflytta sig från fönstren omkommer. Brandkonsulten AB bedömer dock att de flesta människor som vistas i byggnaden kommer att flytta på sig när de känner av värmestrålningen. Antalet omkomna har antagits vara 2 stycken.

Appendix C Konsekvensberäkning – Massexplosiver

C.1 Förutsättningar

Följande konsekvensberäkningar syftar till att utreda konsekvenserna vid en mass-explosion.

Brandkonsulten AB har under 2015 haft en work shop med Rickard Forsén på FOI (Forsén, FOI), där olika beräkningsmodeller för tryck och impulstäthet för mass-explosioner presenterades.

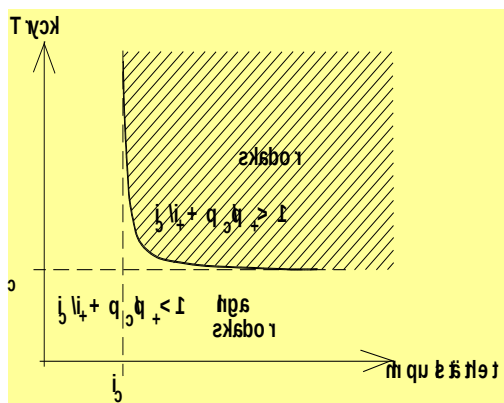
Följande beräkningsmodeller från FN (United Nations) kan användas för att uppskatta konsekvenser vid massexlosioner för olika laddningsmängder.

1. <http://www.un.org/disarmament/un-safeguard/kingery-bulmash/>

Ovanstående modell baseras på ekvationer för att uppskatta explosioner på längre avstånd och har utvecklats av Charles Kingery och Gerald Bulmash. Ekvationerna är baserade på data från tester med laddningsvikter mindre än 1 kg till över 400 000 kg.

Till modellen anges indata i form av typ av explosivt ämne, laddningsmängd (vikt) och avstånd till påverkat område eller påverkad byggnad. Ur modellen erhålls information om tryck och impulstäthet samt tid till att tryckvåg träffar område eller byggnad.

Med hjälp av modellens tryck och impulstäthet i kombination med nedanstående diagram och tabell kan konsekvenserna (omkomna/skador) beräknas.



| Building frame type | Type and typical structural features | Floor height (m) | Characteristic pressure, p_c (kPa) | Characteristic impulse density, i_c (kPas) |
|---------------------|--|------------------|--------------------------------------|--|
| R/C cast in-situ | B1TN: Exterior 0.2 m R/C load bearing walls | 3.5 | 200 | 5.0 |
| | B2LN: Load bearing R/C columns. Exterior non load bearing in-fill stud walls with steel panels | 3.5 | 5 | 0.5 |
| | B2MN: Load bearing R/C columns. Exterior non load bearing in-fill stud walls with brick veneer masonry | 3.5 | 5 | 1.0 |
| | B3MN: Load bearing R/C lateral walls. Longitudinal non load bearing in-fill exterior walls – gable | 2.5 | 200 | 5.0 |
| | B3MN: Load bearing R/C lateral walls. Longitudinal non load bearing in-fill exterior stud walls with brick masonry – long side | 2.5 | 10 | 1.0 |
| | B4TN: Monolithic R/C building with 0.15 m load bearing walls in both directions | 2.5 | 200 | 5.0 |
| R/C Pre-cast | P1MN: Exterior 0.25 m light weight concrete elements, 6 m span (warehouse or industry) | 6.0 | 5 | 0.5 |
| | P1TH: Exterior 0.3 m sandwich (concrete) elements, 4 m span (warehouse or industry) | 8.0 | 6 | 2.8 |
| | P1TN / P2TN: Exterior and interior concrete elements. | 3.5/2.5 | 200 | 3.1 |
| Steel frame | S1LH: Exterior walls with corrugated steel sheet on steel girders, 6 m span (warehouse or industry) | 7.5 | 5 | 0.5 |
| | S1LN: Load bearing columns with non load bearing in-fill exterior walls with steel girders and exterior steel panels | 3.5 | 15 | 1.5 |
| | S1MN: Load bearing columns with non load bearing brick masonry in-fill exterior walls | 3.5 | 15 | 1.0 |
| | S1TH: Exterior walls with two layers of 0.12 m brick masonry and intermediate insulation (warehouse or industry) | 7.5 | 2.5 | 0.3 |
| | S1LS: Exterior walls with 0.25 m light weight concrete | 2.5 | 25 | 0.5 |
| Masonry | M1TN: Exterior load bearing 0.25 m brick wall masonry | 3.0 | 80 | 1.5 |
| | M2TN: Exterior load bearing 0.38 m brick wall masonry | 3.0 | 200 | 1.8 |
| | T1MN: Massive timber walls structure | 3.0 | 20 | 0.6 |
| Wood | T2LH: Column beam structure with exterior wood panel covering on wooden girders (6 m span) (warehouse or industry) | 6.0 | 2 | 0.1 |
| | T3LH: Exterior wood panel covering on wooden girders (warehouse or industry) | 3.0 | 1 | 0.1 |
| | T3LN: Exterior wood panel covering on wooden girders | 3.0 | 2 | 0.2 |
| | T3MS: Exterior load bearing wood stud walls with exterior 0.12 m brick masonry | 2.5 | 10 | 0.8 |

2. <http://www.un.org/disarmament/un-safeguard/explosion-consequence-analysis/>

Ovanstående modell är en explosion konsekvensanalys (ECA) där information om följande konsekvenser erhålls:

- Människor – avstånd till dödliga skador, lungskador och skador på trumhinna.
- Markvibrationer – avstånd till hur långt laddningen ger markvibrationer.

- Fönster – avstånd till där små (0,55x0,55 m), medelstora (1,25x0,55 m) och stora (1,25x1,55 m) går sönder.
- Byggnadskonstruktion – avstånd till där byggnad kollapsar, byggnad får allvarliga skador etc till avstånd där byggnad endast får mindre skador som erfordrar reparationer.

Till modellen anges indata i form av typ av explosivt ämne, laddningsmängd (vikt) och avstånd till påverkat område eller påverkad byggnad.

Till tidigare nämnda modeller anges endast en begränsad mängd indata och respektive modell ger information samt resultat som inte går att kontrollera eller beräkna. Brandkonsulten AB är medveten om svagheter och osäkerheter kring modellernas resultat. Resultaten ska därför mer betraktas som tendenser som ligger till grund för konsekvensbedömningarna. Detta innebär att andra riskkonsulter kan tolka resultaten samt genomföra beräkningarna annorlunda.

I aktuell riskbedömning har modell nummer 2 använts för beräkningar av tre olika laddningsvikter. Motivet till att modell nummer 2 har valts är att i detta skede av projektet är informationen om den nya byggnadens konstruktion begränsad, varför modell nummer 1 ej kan användas.

Antagna laddningsvikter baseras dels på information från FOI (Forsén, 2015), dels ADR-S bestämmelserna för transporter av farligt gods på väg där 16 ton är maximal transportmängd.

C.2 Resultat

Nedan presenteras resultaten från modell 2 för de tre valda scenarierna 2000 kg, 9000 kg och 16 000 kg laddningsvikt. Observera att dessa mängder överstiger den förväntade mängden transporterat högexplosivt ämne förbi berört område per år.

Beräkningar enligt ovanstående metodik visar att människor får dödliga skador p g a tryckvåg vid samtliga scenarier.

Utifrån ovanstående resultat för de tre scenarierna har Brandkonsulten AB bedömt konsekvenserna (antal omkomna) enligt tabell 8.

Tabell 8: Skaderadie och förväntat antal omkomna för respektive olycksscenario.

| | Liten explosion 2000 kg | Mellanstor explosion 9000 kg | Stor explosion 16 000 kg |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Avstånd till dödliga skador [m] | 39 | 48 | 58 |
| Antal omkomna [st] | 4 | 8 | 8 |

Som en del i känslighetsanalysen har överslagsberäkningar genomförts där antalet omkomna kraftigt har varierats. Exempelvis kan nämnas att en mellanstor alternativt en stor explosion som medför att samtliga människor som vistas i byggnaden (600 st) omkommer, ej påverkar samhällsriskerna till att hamna inom ALARP-området. En liten explosion med 2 ton massexplosiva ämnen bedöms inte kunna medföra att samtliga personer i byggnaden omkommer och även om andelen omkomna antas vara 150 medför inte detta att samhällsriskerna hamnar inom ALARP-området.

C.3 Slutsats och diskussion

I de beräkningar som har gjorts enligt modell 2 framkom det att människor som vistas inom området kan omkomma direkt till följd av explosionens tryckvåg. I samtliga scenarier går även fönster sönder, vilket kan medföra att människor förolyckas.

I scenariot med en liten explosion bedöms 10 % av de som vistas inom byggnaden omkomma, dvs 4 personer. En mellan och stor explosion kommer att ha en större påverkan och i dessa scenarier antas 20 % omkomma, dvs 8 personer. Det uppskattas att boendetätheten uppgår till 2 personer per lägenhet. Då explosiva varar endast förväntas passera området då Södra Länken är avstängd och att detta sker nästan uteslutande nattetid förutsätts samtliga boende vara hemma.

Utifrån ovanstående antaganden om antalet omkomna och i kombination med sannolikheten för att respektive scenario ska inträffa är risknivån, dvs samhällsrisk, tolerabel.

Med hänsyn till svårigheterna att bedöma antalet omkomna vid en explosion har Brandkonsulten AB genomfört överslagsberäkningar som en del i en känslighetsanalys. I känslighetsanalysen har antalet omkomna kraftigt varierats (upp till 40 omkomna vid en mellanstor och stor explosion), dock utan att samhällsrisk påverkas till att hamna inom ALARP-området.

Appendix D Konsekvenser vid brandfarlig gas

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

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

Skadeområdet för respektive scenario har antagits till det avstånd där 3:e gradens brännskador uppkommer. Inom denna sträcka kan personer utomhus förväntas förolyckas. Byggnaden planeras dock att utföras så att ingen vistelse utomhus mot Huddingevägen kommer att uppmuntras. Inne i byggnaderna har personer antagits förolyckas endast vid scenariot med BLEVE då övriga scenarier inte kan förväntas påverka byggnadens konstruktion i sådan omfattning att personer omkommer.

För styckegods har konsekvensområdet antagits till det avstånd dit splitter kan förväntas flyga. Sannolikheten att någon träffas av splitter är dock mycket liten. Splitter antas flyga 200 m från olycksplatsen.

UTDATA FRÅN GASOL (LITEN JETFLAMMA)

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 m²

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 s

VÄDER

Luftrycket är 760 mmHg

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

Vind: 3 m/s på 2 m höjd

Natt, mulet.

UTDATA FRÅN JETFLAMMA

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma

Jetflammans längd är 2,8 m

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 3,8 m

2:a gradens brännskador 4,8 m

1:a gradens brännskador 5,8 m

Avstånd från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 2,0 m

2:a gradens brännskador 3,0 m

1:a gradens brännskador 4,0 m

Spridning

KONTROLL AV INDATA

1: Utsläppshastighet: 0.10 kg/s

2: Utsläppstemperatur: 288.00 K

3: Utgångstryck: 5.83 bar

4: Utsläppsdiameter: 0.004 m

5: Vinkel till horisontellt: 0.00 deg

6: Höjd ovan mark: 1.00 m

7: Andel ånga vid utgången: 0.3349 kg/kg

Beräknade värden

Moment input 24.0 kgm/s²

Enthalpi input 19.1 kJ/s

Specific enthalpi 198.5 kJ/kg

Max. Två-fas flöde 0.01 kg/s

I utgångsplanet

Densitet 30.874 kg/m³

Tryck 5.8 bar

Hastighet 247.59 m/s

Efter flashing :

Densitet 3.487 kg/m³

Temperatur 231.0 K
Hastighet 249.40 m/s

UTDATA FRÅN GASOL (MELLAN JETFLAMMA)

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 m²
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:

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

UTDATA FRÅN JETFLAMMA

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma

Jetflammans längd är 8,5 m

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 11,5 m

2:a gradens brännskador 12,5 m

1:a gradens brännskador 16,5 m

Avst. från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 5,0 m

2:a gradens brännskador 7,0 m

1:a gradens brännskador 11,0 m

Spridning

KONTROLL AV INDATA

1: Utsläppshastighet: 0.86 kg/s

2: Utsläpps temperatur: 288.00 K

3: Utgångstryck: 5.83 bar

4: Utsläppsdiameter: 0.012 m

5: Vinkel till horisontellt: 0.00 deg

6: Höjd ovan mark: 1.00 m

7: Andel ånga vid utgången: 0.3349 kg/kg

Beräknade värden

Moment input 215.6 kgm/s²

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/m³

Tryck 5.8 bar

Hastighet 247.59 m/s

UTDATA FRÅN GASOL (STOR JETFLAMMA)

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 m²

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

VÄDER:

Luftrycket är 760 mmHg

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

Det blåste 3 m/s på 2 m höjd

Natt, mulet.

UTDATA FRÅN JETFLAMMA

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma

Jetflammans längd är 30,3 m

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 39,3 m

2:a gradens brännskador 44,3 m

1:a gradens brännskador 58,3 m

Avstånd från utsläppspunkten vinkelrätt mot jetriktningen till:

3:e gradens brännskador 17,0 m

2:a gradens brännskador 24,0 m

1:a gradens brännskador 39,0 m

Spridning

KONTROLL AV INDATA

| | |
|------------------------------|--------------|
| 1: Utsläppshastighet: | 11.10 kg/s |
| 2: Utsläpps temperatur: | 288.00 K |
| 3: Utgångstryck: | 5.83 bar |
| 4: Utsläppsdiameter: | 0.043 m |
| 5: Vinkel till horisontellt: | 0.00 deg |
| 6: Höjd ovan mark: | 1.00 m |
| 7: Andel ånga vid utgången: | 0.3349 kg/kg |

Beräknade värden

| | |
|----------------|---------------------------|
| Moment input | 2768.5 kgm/s ² |
| 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 |

VÅDER:

Luftrycket är 760 mmHg
Temperaturen är 15 °C med en relativ luftfuktighet på 50 %
Det blåste 3 m/s på 2 m 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

D.1 Resultat

Nedan presenteras skaderadien samt förväntat antal döda för respektive scenario.

Tabell 9: Skaderadie för respektive scenario.

| | Liten jetflamma | Mellan jetflamma | Stor jetflamma | Styckegods | BLEVE |
|---------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|------------|-------|
| Skaderadie [m] | 3,8 | 11,5 | 39,3 | 200 | 105 |
| Antal omkomna [st] | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |

D.2 Slutsats och diskussion

Med hänsyn till att avståndet mellan byggnaden och Huddingevägen överstiger konsekvensområdet för en liten samt mellanstor jetflamma bedömer Brandkonsulten AB att ingen förväntas omkomma till följd av dessa olyckor. Konsekvensområdet för en stor jetflamma överstiger dock avståndet mellan fastighetsgräns och Huddingevägen, vilket innebär att en stor jetflamma därför skulle kunna påverka de människor som vistas i berört område. Brandkonsulten AB bedömer dock att en jetflamma endast kommer att påverka personer som vistas utomhus men att byggnaden fungerar som ett skydd då stadigvarande vistelse endast kan förväntas bort från Huddingevägen.

Med hänsyn till att spridningsvinkeln för flygande styckegods är liten (1 grad) bedömer Brandkonsulten AB att det förväntade antalet omkomna till följd av flygande splitter är litet. I denna riskbedömning görs antagandet att en person omkommer av flygande splitter.

Konsekvensområdet för en BLEVE överstiger avståndet mellan byggnaden och Huddingevägen och en BLEVE skulle därför kunna påverka människorna som vistas inom området. Människor som vistas i byggnaden förväntas inte omkomma till följd av tryckvågen utan av glassplitter. I denna riskbedömning görs antagandet att 2 personer omkommer till följd av flygande splitter.

Appendix E Konsekvenser vid Giftig gas

Konsekvensberäkningar för olycka med giftig gas (ammoniak) har genomförts i programmet "spridning i luft" som är en del av RIB.

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. Avståndet till 2000 ppm har därmed antagits vara konsekvensområdet vid en olycka.

Området utanför byggnaderna mot körbar väg utformas inte så att stadigvarande vistelse inte är möjlig alternativt inte uppmuntras beroende på faktiskt placering av byggnaden på fastigheten.

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 använts, vilket innebär höga koncentrationer på korta avstånd vid ett utsläpp.

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 m m är detta ett medvetet val som givetvis kan komma att revideras när mer detaljerad information finns.

Brandkonsulten AB har i tidigare riskutredningar 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.

| | Skadefall | Konsekvensområde (m) | Antal omkomna |
|----------|-----------|----------------------|---------------|
| Ammoniak | Litet | 30 | 1 |
| | Stort | 600 | 5 |

Appendix F Sannolikhet och konsekvens

| Typ av farligt gods | Index för farligt godsolycka | Andel | Skadefall | Sannolikhet för resp skadefall | Sannolikhet för antändning/ detonation | Sannolikhet för vindf olycka riktad mot området | Reduktion för spridningsvinkel | (Sluttrekvens) | Skadeområde (Radie, m) | Antal döda |
|---------------------|------------------------------|----------|-----------|--------------------------------|--|---|--------------------------------|----------------|------------------------|------------|
| Massexplosiva ämnen | 0,13 | 0,000006 | Litet | 0,33 | 0,1 | 1 | 1 | 3,67E-11 | 39 | 4 |
| | | | Medel | 0,33 | 0,1 | 1 | 1 | 3,67E-11 | 48 | 8 |
| | | | Stort | 0,33 | 0,1 | 1 | 1 | 3,67E-11 | 58 | 8 |
| Brandfarlig vätska | 0,13 | 0,8006 | Litet | 0,25 | 0,03 | 1 | 1 | 1,09E-06 | 2,5 | 0 |
| | | | Mellan | 0,25 | 0,03 | 1 | 1 | 1,09E-06 | 13,5 | 0 |
| | | | Stort | 0,5 | 0,03 | 1 | 1 | 2,19E-06 | 17,7 | 2 |
| | | | Litet | 0,525 | 0,03 | 0,5 | 0,25 | 2,07E-09 | 3,8 | 0 |
| | | | Mellan | 0,208 | 0,03 | 0,5 | 0,25 | 7,95E-10 | 11,5 | 0 |
| | | | Stort | 0,167 | 0,03 | 0,5 | 0,25 | 6,38E-10 | 39,3 | 0 |
| Brandfarlig gas | 0,0043 | 0,1690 | Strykgods | 0,1 | 0,03 | 1 | 0,0028 | 8,56E-12 | 200 | 1 |
| | | | Bleve | 0,001 | 1 | 1 | 1 | 1,02E-09 | 105 | 2 |
| | | | Litet | 0,729 | 1 | 0,5 | 0,25 | 7,80E-10 | 30 | 1 |
| Giftig gas | 0,0043 | 0,0014 | Mellan | 0 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,00E+00 | - | - |
| | | | Stort | 0,271 | 1 | 0,5 | 0,25 | 2,90E-10 | 600 | 5 |