



Trafikflyget 8

Bromma Blocks, H5

Riskbedömning

Inför plansamråd

2019-10-04

Lars Antonsson
Brandingenjör/
Civilingenjör riskhantering
Handläggare

Magnus Nordberg
Brandingenjör/
Civilingenjör riskhantering
Internkontrollerande

Trafikflyget 8, Bromma Blocks, H5

Riskbedömning

Uppdragsgivare: Att: Katarina Bohman
NCC Property Development

Upprättad av: Lars Antonsson

Brandingenjör/Civilingenjör
riskhantering

**Internkontrollerad
av:** Magnus Nordberg

Brandingenjör/
Civilingenjör riskhantering

Utgåva inför plansamråd	2019-10-04	LA, AMN	MN
Version	Datum	Utförd av	Kontrollerad av

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1 Inledning	6
1.1 Syfte och mål	6
1.2 Bakgrund	6
1.3 Avgränsningar	6
1.4 Styrande dokument och riktlinjer	6
1.5 Underlag	7
1.6 Revideringar	7
2 Metod	8
2.1 Riskanalys	8
2.2 Riskvärdering	9
2.3 Tillämpningar i denna riskbedömning	11
3 Objektsbeskrivning	12
3.1 Områdesbeskrivning	12
3.2 Planerad bebyggelse	12
4 Riskidentifiering	15
4.1 Ulvsundavägen (väg 279)	15
4.2 Bromma Stockholm Airport	16
4.3 Tvärbanan	17
4.4 Riskkällor för vidare analys	18
5 Riskuppskattning Ulvsundavägen (väg 279)	19
5.1 Allmänt om vägtransport av farligt gods	19
5.2 Trafikering av farligt gods	20
5.3 Olycksscenarier	20
5.4 Frekvens och konsekvens	21
6 Riskvärdering Ulvsundavägen (väg 279)	22
6.1 Individrisk	22
6.2 Samhällsrisk	22
7 Riskreducerande åtgärder Ulvsundavägen (väg 279)	24
7.1 Övergripande bedömning	24
7.2 Förslag på riskreducerande åtgärder	25
8 Hantering av osäkerheter	25
9 Slutsatser	26
9.1 Ulvsundavägen	26
9.2 Stockholm Bromma Airport	26
9.3 Tvärbanan	26
10 Referenser	27
Appendix A Frekvensberäkningar väg	28
Appendix B Konsekvenser vid pölbrand	33
Appendix C Konsekvensberäkning – Ämnen eller föremål med risk för massexplosion	36
Appendix D Konsekvenser vid giftig gas, klor	40

Appendix E	Konsekvenser vid brandfarlig gas	44
Appendix F	Riskberäkningar	51

Sammanfattning

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagande av ny detaljplan för fastigheten Trafikflyget 8 i stadsdelen Riksby. Fastigheten omfattar Hangar 5 (H5) av Bromma Blocks.

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

Riskbedömningen i denna rapport är avgränsad till att endast behandla olycksrisker som kan leda till negativa effekter på människors liv.

För området gäller detaljplan för Etapp 3 av handelsområdet vid Bromma flygplats, Dp 2004-14499-54. Detaljplanen anger centrum, parkeringshus, parkeringsgarage samt reservat för tvärbanan med station. Syftet med den nu aktuella detaljplanen är att anpassa planens användning och byggrätt till ett förändrat behov av verksamheter på platsen och möjliggöra en effektiv kontors- och hotellfastighet med livsmedelsbutik i markplan.

Detaljplaneområdet förknippas med tre olika riskkällor i form av Ulvsundavägen, Stockholm Bromma Airport och tvärbanans framtida Kista-gren.

Brandkonsulten AB:s övergripande bedömning av föreslagen bebyggelse är att den är fullt genomförbar ur risksynpunkt, att den är väl avvägd i förhållande till riskexponering samt att flera grundläggande riskreducerande åtgärder i plansammanhang redan inarbetats i förslaget, exempelvis skyddsavstånd, disponering av planområdet och disponering inne i byggnad.

Ulvsundavägen

Med avseende på risken för farligt godsolyckor på Ulvsundavägen anser vi att följande kompletterande riskreducerande åtgärder ska säkerställas för att risknivån i området ska vara acceptabel.

- Inom 30 m från vägkant utformas bebyggelsen så att stadigvarande utomhusvistelse inte uppmuntras.
- För utrymmen i byggnad inom 30 m från vägkant medges endast parkering och utrymmen där man enbart vistas tillfälligt.
- För byggnad med fasad inom 50 m från vägkant ska det finnas möjlighet att utrymma bort från vägen.
- Fasad inom 30 m från vägkant utförs i obrännbart material.
- Fasad inom 30 m från vägkant utförs utan glaspartier och fönster eller med laminerade glaspartier i lägst brandteknisk klass EW30 (ej öppningsbara).
- Friskluftsintag placeras högt och/eller riktas bort från vägen för byggnad med fasad som vetter direkt mot vägen.
- Byggnad med fasad som vetter direkt mot vägen utrustas med möjlighet till central nödavstängning av ventilationssystem.
- Ras av byggnad eller byggnadsdelar inom område benämnt C1P ska ej påverka annan byggnad.

Stockholm Bromma Airport

Flygtrafik innebär viss risk för tredje man, i synnerhet i närområdet till plats för start och landning. Med stöd av Trafikverkets egna kvantifieringar och värderingar av risknivåerna anser Brandkonsulten AB att risknivån i området är acceptabel utan införande av riskreducerande åtgärder.

Tvärbanan

Tvärbanan exponerar tredje man för förhöjda risker avseende urspårning, i detta fall på bro, och fullt utvecklad brand i vagn. Risken för urspårning bedöms i och med införandet av urspårningsskydd vara erforderligt hanterad. Samordning och samråd med avseende på risker föreslås ske med SL, i synnerhet eftersom underliggande bebyggelse utgör risk för påverkan på tvärbanans trafikering.

1 Inledning

1.1 Syfte och mål

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagande av ny detaljplan för fastigheten Trafikflyget 8 i stadsdelen Riksby. Fastigheten omfattar Hangar 5 (H5) av Bromma Blocks. Riskbedömningen syftar dels till att identifiera och värdera eventuella risker som kan påverka den föreslagna detaljplanen, dels till att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, vilka innebär en för ändamålet acceptabel risknivå.

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

1.2 Bakgrund

För området gäller detaljplan för Etapp 3 av handelsområdet vid Bromma flygplats, Dp 2004-14499-54. Detaljplanen anger centrum, parkeringshus, parkeringsgarage samt reservat för tvärbanan med station.

Syftet med den nu aktuella detaljplanen är att anpassa planens användning och byggrätt till ett förändrat behov av verksamheter på platsen och möjliggöra en effektiv kontors- och hotellfastighet med livsmedelsbutik i markplan.

Detaljplanen föreslår ge en ökad byggrätt för centrumändamål främst genom ökade höjder, samt en minskad byggrätt för parkeringshus. Byggrätten för tvärbanan kommer inte påverkas.

1.3 Avgränsningar

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

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

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

1.4 Styrande dokument och riktlinjer

Plan- och bygglagen (PBL) reglerar planläggning av mark, vatten och byggnader. PBL omfattar både plan- och byggprocessen och omfattar bl a krav kopplat till riskhänsyn och uppförande av byggnadsverk. Därtill finns olika regelverk och handböcker som anger när och hur riskanalyser/riskutredningar bör genomföras.

1.4.1 Bromma Stockholm Airport

Flygplatsen utgör ett riksintresse. Trafikverket har i samverkan med Swedavia och i samråd med Länsstyrelsen i Stockholms län och Stockholms stad gett ut en rapport som preciserar riksintresset för Bromma Stockholm Airport. Ett av de influensområden som redogörs för är olycksrisken för tredje man.

1.4.2 Transport av farligt gods

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.

Bebyggelse vid primär led av farligt gods:

- Minst 25 m byggnadsfritt ska lämnas närmast transportleden.
- Tätt kontorsbebyggelse närmare än 40 m från vägkant bör undvikas.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamhet närmare än 75 m från vägkant bör undvikas.

- Inom 30 m ska följande åtgärder vidtas för bebyggelse som klassas som bostäder, centrum, vård, handel, skola, kontor, industri, tillfällig vistelse, verksamheter, friluftsliv och camping, besöksanläggningar och drivmedelsförsörjning:
 - Fasader utförs i obrännbart material alternativt i lägst brandteknisk klass EI 30.
 - Friskluftsintag riktas bort från vägen.
 - Det ska finnas möjlighet att utrymma bort från vägen.

Inom 30 m ska dessutom fönster utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 för bebyggelse som klassas som bostäder, centrum, vård, handel, skola, kontor, tillfällig vistelse och besöksanläggningar.

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

Risker ska beaktas och bedömas inom 150 m från farligt godsled i samband med detaljplaneprocessen (Länsstyrelsen Stockholm, 2016).

1.5 Underlag

Följande huvudsakliga underlag har använts i denna riskbedömning.

- Platsbesök utfört av Lars Antonsson 2019-09-19.
- Ritningsunderlag från BAU Arkitektkontor.
- Befintlig detaljplan Dp 2004-14499-54 med tillhörande riskbedömning Bromma Center FOI Memo 2426, 2008-06-23.

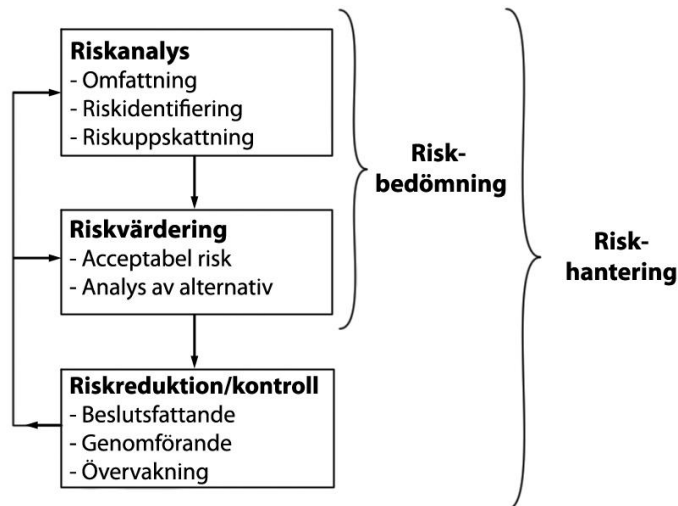
Till övrigt relevant underlag hänvisas till genom referenser.

1.6 Revideringar

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

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 desamma. I detaljplaneärenden avgränsas normalt riskanalysen till att endast omfatta det berörda planområdet. I samband med definiering av systemet görs också en identifiering av skyddsobjekt, dvs de byggnader eller verksamheter inom planområdet gentemot vilka riskexponeringen ska utredas. Det kan röra sig om personintensiva lokaler, bostäder eller andra verksamheter som innebär en stadigvarande vistelse av människor.

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

2.1.2 Riskuppskattning

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

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

Det finns flera olika sätt att presentera risk. De vanligaste är 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 tvärtom.

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



Figur 2. Konceptet med de två gränserna för acceptabla/oacceptabla risker, samt ALARP-området (Davidsson m fl, 1997).

2.2.2 Acceptanskriterier vid detaljerad riskbedömning

Sverige har i dagsläget inga nationellt fastlagda kriterier för acceptabla eller oacceptabla risker. Davidson 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, t ex 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 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 ovannämnda 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

2.3.1 Farligt gods

Kvantitativa mått på risker presenteras i denna riskbedömning i form av dels individrisk, dels samhälls-risk.

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 planområdets sträcka längs den berörda transportleden.

2.3.2 Flygtrafik

I denna riskbedömning utförs ingen kvantitativ uppskattning eller värdering av riskerna med flygtrafik. Istället nyttjas Trafikverkets egna kvantifieringar och värderingar som grund för bedömning.

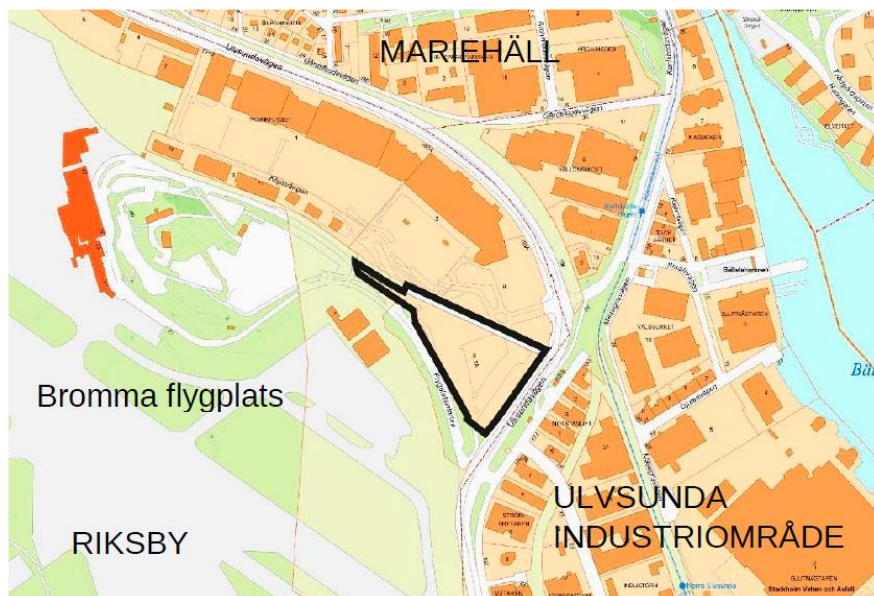
2.3.3 Spårvägstrafik

I denna riskbedömning utförs ingen kvantitativ uppskattning eller värdering av riskerna med spårvägs- trafik. Istället nyttjas tidigare kvantifieringar och värderingar som grund för bedömning.

3 Objektsbeskrivning

3.1 Områdesbeskrivning

Planområdet omfattandes fastigheten Trafikflyget 8 ligger i stadsdelen Riksby, mellan Ulvsunda industriområde, Mariehäll och Stockholm Bromma Airport. Figur 3 visar områdets placering. Fastigheten är belägen mellan flygplatsinfarten, Ulvsundavägen (Riksväg 279) och fastigheten Trafikflyget 9. Området har en area på cirka 2,4 ha.



Figur 3. Planområdet är markerat med svart. Fastigheten omfattar Hangar 5 (H5) av Bromma Blocks.

Planområdet består idag utav en byggarbetsplats, då NCC Property Development har fått bygglov enligt gällande detaljplan. Grundläggning är klar och stomresning påbörjad för kontors-, handels- och hotellbyggnad. Längs med planområdets norra del finns en befintlig bro för Tvärbanans ännu ej driftsatta Kista-gren.

Planområdet ansluter till Bromma Stockholm Airport och riksväg 279 – Ulvsundavägen, vilka båda utgör riksintressen för kommunikationer enligt 3 kap. 8§, andra stycket miljöbalken (1998:808).

3.2 Planerad bebyggelse

Inom detaljplanen planeras ett byggnadskomplex omfattandes kontor, hotell och handel med en total BTA på cirka 81 700 m², se Figur 4.



Figur 4. Skissförslag bebyggelse inom Hangar 5 (H5) av Bromma Blocks.

Byggnadskomplexet består av tre olika huskroppar samt tvärbanan:

Huskropp 1, se Figur 5, placeras ca 15 m från Ulvsundavägens närmsta väggkant. Förbi sydöstra delen av planområdet, där Ulvsundavägen får ett extra körfält för svängande trafik blir avståndet kortare, ned till ca 9 m från närmsta väggkant. I byggnaden planeras funktioner såsom inlastning, parkering samt utrymmen där man enbart vistas tillfälligt, exempelvis teknikutrymmen, soprum och förråd eller lager. Byggnaden är i en våning ovan mark samt har källarplan. Ovanpå byggnaden planeras ytparkering.



Figur 5. Huskropp 1 närmast Ulvsundavägen markerad i rött.

Huskropp 2, se Figur 6, placeras ca 47 m från Ulvsundavägens närmsta väggkant. Byggnaden får dock kraga ut upp till 2 m ovan huskropp 1. Verksamheten i byggnaden utgörs av kontor. Under mark planeras parkeringsgarage.



Figur 6. Huskropp 2 med fasad mot Ulvsundavägen markerad i rött.

I huskropp 3, se Figur 7, planeras kontor och hotell. Mot torget och Trafikflyget 9 skjuter byggnaden fram i markplan upp till och under tvärbanan. I denna del ska Livsmedelsbutiks entré placeras. Under mark planeras parkeringsgarage.



Figur 7. Huskropp 3 markerad i rött.

Inom Trafikflyget 8 ligger tvärbanans Kista-gren med hållplats, se Figur 8. Bron som tvärbanan ska gå på är byggd. I aktuell detaljplan bekräftas trafikområdet. Under bron/tvärbanan planeras det för handel/livsmedelsbutik, teknikutrymmen, parkering och en ramp ner till parkeringsgaraget.



Figur 8. Tvärbanans dragning i rött.

4 Riskidentifiering

Riskidentifiering syftar till att identifiera riskkällor inom och utanför planområdet som kan utgöra en fara för människor inom detaljplaneområdet.

Riskidentifieringen omfattar en beskrivning av respektive riskkälla samt en initial bedömning av deras möjliga bidrag till den övergripande riskbilden. I avsnittet identifieras vilka riskkällor som bedöms erfordra en detaljerad riskuppskattning.

För föreslagen detaljplan har följande potentiella riskkällor utanför planområdet identifierats.

1. Ulvsundavägen (väg 279)
2. Bromma Stockholm Airport
3. Tvärbanan

4.1 Ulvsundavägen (väg 279)

Ulvsundavägen utgör en primär transportled för farligt gods.

Vägen har två körfält i vardera riktningen, respektive körriktning är avskild med mittbarriär och betongavskiljare, se Figur 9. Utanför planområdet lutar vägen i vägens färdriktning, med lågpunkt i norr. Hastighetsbegränsningen är 70 km/h förbi planområdet.



Figur 9. Ulvsundavägen förbi planområdet. Hangar (H5) med byggarbetsplats längst bort i bild.

Ulvsundavägen är befintligt försedd med vägräcke/avkörningsskydd samt förhöjd gång- och cykelbana, se Figur 10.



Figur 10. Ulvsundavägen, utformning vägkant och avkörningsskydd/vägräcke.

4.2 Bromma Stockholm Airport

Bromma Stockholm Airport är klassad som en farlig verksamhet enligt Lagen om skydd mot olyckor (LSO). Flygplanstrafik innebär viss förhöjd risk för tredje man vid haverier och flygolyckor. Trafiken omfattas dock av rigida säkerhetskrav vilket gör att flygplansolyckor generellt förknippas med en mycket låg sannolikhet, men förhållandevis omfattande konsekvenser. Riskerna är störst vid start- och landning i nära anslutning till flygplatsens rullbana (Trafikverket, 2015).



Figur 11. Flygplanslandning på flygplatsen strax söder om detaljplaneområdet.

Flygplatsen har en rullbana i öst-västlig riktning. Starter och landningar sker normalt alltid i motvind varför start och landning kan ske i båda riktningarna beroende på rådande väderförhållanden. Trafikverkets bedömning (Trafikverket, 2015) är att riskerna med flygplanstrafiken kommer att minska i framtiden, fram till år 2038. De förhöjda riskkonturerna ligger på ett tydligt sätt rakt framför och bakom rullbanan och i dess längdriktning. Detaljplaneområdet ligger i princip bredvid rullbanan och ligger klart utanför de riskområden (individrisk 1 per 1 000 0000 år 2012 resp. år 2038) som redovisas, se Figur 12.



Figur 12. Individriskkurvor 1×10^{-6} per år för Stockholm Bromma Airport.

Flygplatsen genererar också transporter av farligt gods i form av framför allt flygbränsle. På det lokala vägnätet sker dock dess transporter på vägar betryggande avstånd från det aktuella planområdet och behöver således inte tas vidare hänsyn till. Erforderlig hänsyn till transporternas förekomst tas genom att de förutsetts ingå i transporterna på Ulvsundavägen.

Mot denna bakgrund gör Brandkonsulten AB bedömningen att riskerna med flygplatsen och flygplans-trafiken kan accepteras och inte behöver utredas vidare för den aktuella detaljplanen.

4.3 Tvärbanan

Tvärbanans planerade Kistagren passerar genom detaljplaneområdet på bro, se Figur 13.



Figur 13. Tvärbanans Kistagren på bro genom planområdet. Byggnationen pågår.

Tvärbanans spårvagnstrafik kan generellt förknippas med följande risker med avseende på påverkan på tredje man och bebyggelse (Brandskyddslaget, 2015):

- Elektromagnetiska fält (ej relevant i denna riskbedömning)
- Urspårning
- Brand i spårvagn

En eventuell urspårning skulle kunna föranleda att spårvagnsfordon trillar av bron och skadar intilliggande byggnader. Spårväg på bro ska dock, i syfte att reducera sannolikheten för att en urspårad vagn hamnar utanför spårområdet, förses med urspårningsskydd, antingen skyddsräler eller förhöjd kantbalk (Brandskyddslaget, 2015). Risken för urspårning bedöms i och med införandet av urspårningsskydd vara erforderligt hanterad.

Fullt utvecklad brand i spårvagn är förknippat med en mycket låg sannolikhet. Det skulle dock kunna tänkas att en fullt utvecklad brand i en spårvagn medelst strålningspåverkan kan antända närliggande byggnader. Sådan brandspridningsrisk anses, baserat på beräkningar (Brandskyddslaget, 2016) föreligga för byggnation närmare än 10 meter. Planerade byggnaders fasader ligger mer än 10 meter ifrån spårvagnsspåren i horisontalled. Byggnadsdelar som placeras närmare än 10 meter kommer att befinna sig på en nivå under ett eventuellt brinnande tåg, vilket gör brandspridning i det fria osannolik.

Brandkonsulten AB bedömer att riskerna med spårvagnstrafiken på Tvärbanan kan accepteras och inte behöver utredas vidare för den aktuella detaljplanen. Det förutsetts dock att erforderlig samordning och samråd med avseende på risker sker med SL. Här bör även betänkas att intill, men kanske framför allt underliggande bebyggelse, utgör risk för påverkan på tvärbanans trafikering, exempelvis vid brand.

4.4 Riskkällor för vidare analys

Med utgångspunkt från den genomförda riskinventeringen bedöms farligt godstransporterna på Ulvsundavägen erfordra ytterligare analys. Analysen utvecklas ytterligare i samband med riskuppskattning och värdering.

5 Riskuppskattning Ulvsundavägen (väg 279)

5.1 Allmänt om vägtransport av farligt gods

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

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

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

Tabell 1: Indelning av farligt gods, enligt ADR-S (MSB, 2011) med kortfattad konsekvensbeskrivning (Räddningsverket 2003).

ADR-klass	Ämnets kategori	Konsekvensbeskrivning med avseende på personsäkerhet
1	Explosiva ämnen och föremål, t ex sprängämnen, ammunition, krut, fyrverkerier.	Tryckpåverkan som kan ge upphov till skador, splitter, brännskador etc. Massexplosiva ämnen kan ge effekter på ett tiotal meter upp till några hundratal meter.
2	Gaser, t ex gasol, kväve, ammoniak. Delklass 2.1: brandfarliga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med bokstaven F). Delklass 2.2: icke brandfarliga, icke giftiga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med bokstaven A eller O). Delklass 2.3: giftiga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med bokstaven T, dvs T, TF, TC, TO, TFC och TOC).	Brandfarliga gaser: Risk för brännskador och i vissa fall splitter p g a explosion. Påverkan begränsas normalt till närområdet, men en BLEVE kan ge effekter på flera hundra meter. Giftiga gaser: Toxiska effekter. Kan ge effekter över stora områden beroende på ämnen och typ av utsläpp.
3	Brandfarliga vätskor, t ex bensin, olja.	Bränn- och rökskador p g a exempelvis en pölbrand. Påverkan begränsas normalt till närområdet.
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva okänsliggjorda explosivämnen.	Brännskador orsakade p g a brand. Påverkan begränsas normalt till det direkta närområdet till olyckan.
4.2	Självtändande ämnen.	Se ovan.
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.	Se ovan.
5.1	Oxiderande ämnen, ex natriumklorat, väteperoxid och kaliumklorat.	Brännskador orsakade p g a brand. Påverkan begränsas normalt till det direkta närområdet till olyckan, men explosion kan ge upphov till ett större konsekvensområde.
5.2	Organiska peroxider.	Se ovan.
6.1	Giftiga ämnen, t ex färgämne, pesticider, toxiner.	Toxiska effekter som begränsas till närområdet.
6.2	Smittförande ämnen, t ex genetiskt modifierade mikroorganismer, medicinskt eller kliniskt avfall.	Se ovan.

ADR-klass	Ämnets kategori	Konsekvensbeskrivning med avseende på personsäkerhet
7	Radioaktiva ämnen, t ex uranmalm, kontaminerat material, medicinska preparat.	Strålskador som kan ge upphov till kroniska effekter. Konsekvenser begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen, t ex syror eller basiska ämnen.	Frätskador som konsekvenser begränsas till det direkta närområdet.
9	Övriga farliga ämnen och föremål, t ex miljöfarliga ämnen, genetiskt modifierade mikroorganismer, upphettade ämnen.	Konsekvenser begränsas till det direkta närområdet.

5.2 Trafikering av farligt gods

För att bedöma omfattningen av farligt godstransporter på Ulvsundavägen har Brandkonsulten AB studerat tidigare riskanalyser för vägen och tillgänglig statistik.

Brandkonsulten AB bedömer att genomfartstrafiken av farligt gods i grund och botten är förhållandevis begränsad på Ulvsundavägen då sådan trafik sannolikt föredrar de större lederna E4, E20 och E18. Det finns dock restriktioner avseende större transporter av ADR klass 1, explosiva ämnen på E4/E20 förbi Norra stationsområdet. Det bedöms sannolikt att dessa transporter i dagsläget istället väljer Ulvsundavägen. Längs med Ulvsundavägen finns nyttjare av farligt gods i form av exempelvis Stockholm Bromma Airport, tankstationer och industrier. Brandkonsulten AB bedömer sammantaget att majoriteten av transporterat gods på Ulvsundavägen idag utgör brandfarliga vätskor ADR klass 3, samt att det förekommer en del större transporter av explosiva ämnen ADR klass 1.

Den framtida trafikeringen av farligt gods är svår att förutspå då Stockholmsregionen hela tiden är i förändring vad gäller infrastruktur och industri. Tillkomsten av Förbifart Stockholm bedöms komma påverka farligt godsflödet på Ulvsundavägen positivt, dvs med minskade flöden generellt. De större transporter av ADR klass 1 som inte får passera Norra stationsområdet kommer efter Förbifart Stockholms tillkomst endast att behöva nyttja Ulvsundavägen i situationer då Förbifart Stockholm är stängd (Trafikverket, 2011). Antalet större transporter av explosiva ämnen bedöms då minska.

Brandkonsulten AB har inte identifierat några detaljerade uppgifter om vilka farligt godstransporter som idag förekommer på aktuellt vägavsnitt. Ulvsundavägen är dock en primär transportled för farligt gods, vilket innebär att alla farligt godskategorier tillåts och således kan komma att trafikera vägavsnittet i framtiden. Det förutsetts mot denna bakgrund att det på Ulvsundavägen transporteras och kommer att transporteras ämnen av alla de nio farligt godsklasserna i varierande omfattning. Det bedöms för denna riskbedömning att en fördelning baserad på nationell statistik över farligt godstransporter i Sverige utgör den mest lämpliga grunden för beräkningar, se Appendix A1. På detta sätt tas hänsyn till att alla olika olycksscenarier kan uppstå.

5.3 Olycksscenarier

Med hänsyn till risken för personskador inom berört område, se Tabell 1, kommer följande scenarier att inkluderas i den kvantitativa skattningen av risknivån i detaljplaneområdet:

- Olycka med transport av massexplosiva ämnen klass 1.1 som leder till explosion till följd av trafikolycka eller brand.
- Olycka med transport av brandfarlig gas klass 2.1 som leder till utsläpp och antändning.
- Olycka med transport av giftigt ämne klass 2.3 som leder till utsläpp.
- Olycka med transport av brandfarlig vätska klass 3 som leder till utsläpp och antändning.

Den kvantitativa skattningen bedöms med detta urval ge en representativ bild av risknivåerna samt på ett lämpligt sätt ta hänsyn till alla relevanta olyckskategorier (brand, gasutsläpp, explosion).

5.4 Frekvens och konsekvens

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

Förväntat antal omkomna vid en olycka är en grov bedömning och ska inte ses som ett definitivt värde.

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

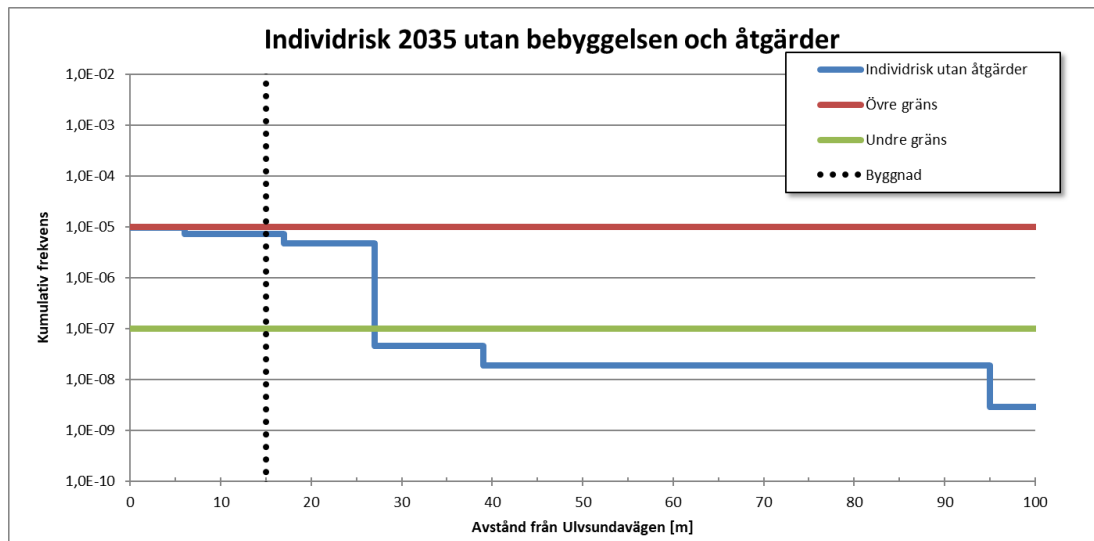
6 Riskvärdering Ulvsundavägen (väg 279)

6.1 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 individrisk är beroende av på vilket avstånd från riskkällan man befinner sig.

Den beräknade individrisk tar ingen hänsyn till den planerade bebyggelsens placering och utformning.

Figur 14 redovisar individrisk som diagram över risknivå som funktion av avstånd från Ulvsundavägen (vägkant).



Figur 14. Individrisk i området utan hänsyn till bebyggelsens placering och utformning. Den svarta prickade linjen visar avståndet (15 m) från Ulvsundavägen.

I det direkta närområdet till vägen är risknivå förhållandevis hög, men ligger strax under den övre gränsen av ALARP-området. Mellan ca 15-30 meter ligger risknivå fortfarande högt inom ALARP-området. Bortom ca 30 meter från vägen är individrisk så pass låg att den enligt definitionen av acceptanskriterierna anses vara tolerabel.

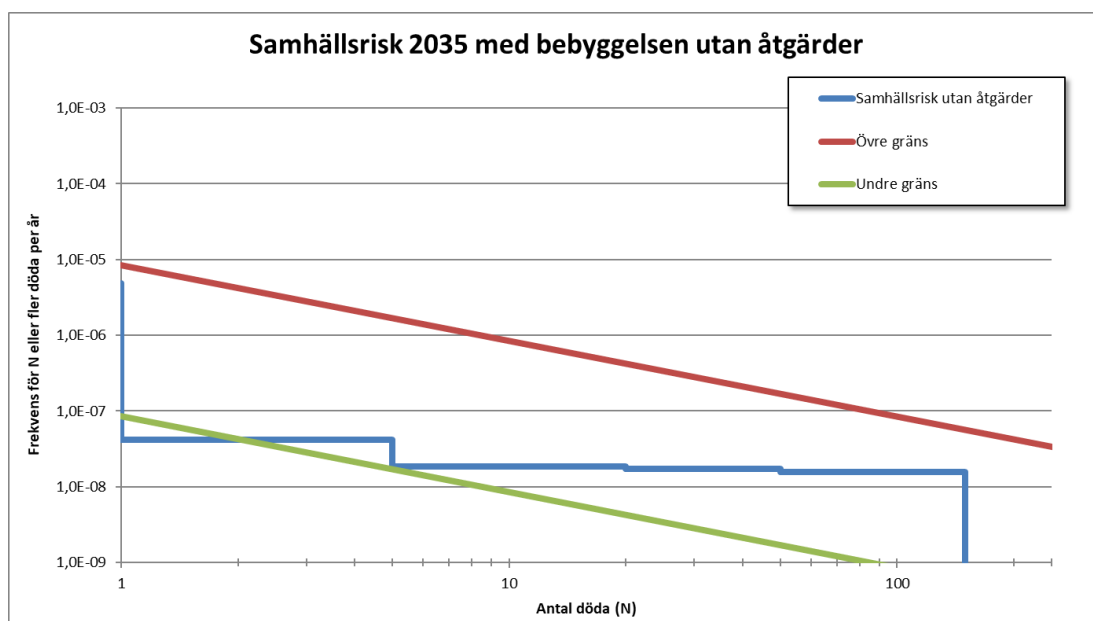
Beräkningarna visar att de risker som genererar konsekvensområden upp till ca 30 m är väsentligt mer frekventa än olycksscenarioer med större konsekvensområden. Det framgår att de risker som genererar konsekvensområden upp till 30 meter till stor del består av bränder, där den skadliga verkan primärt består av värmestrålning. För att reducera riskerna med att vistas i området 0-30 meter bör således stor vikt läggas vid att begränsa de förväntade konsekvenserna vid en brand på vägen.

Med hänsyn till att individriskprofilen ligger inom ALARP-området är utgångspunkten att riskreducerande åtgärder ska vidtas i rimlig omfattning. Riskreducerande åtgärder presenteras i kapitel 7.

6.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är till stor del beroende av antalet personer som vistas inom det studerade skadeområdet. Vid bedömning av samhällsrisk har således hänsyn tagits till den planerade bebyggelsens placering och utformning, men inte till riskreducerande åtgärder. Värderingen av samhällsrisk har avgränsats till att endast omfatta planområdet och de personer som vistas inom detsamma. Observera att acceptanskriterierna därmed har skalats om till den studerade vägsträckans längd och att det endast är en sida av vägen som studerats.

Figur 15 visar samhällsrisk i form av FN-kurva.



Figur 15. Samhällsrisk för området utan hänsyn till riskreducerande åtgärder.

FN-kurvan ger en indikation på att risknivåerna ligger inom ALARP-området, dvs den zon där riskreducerande åtgärder ska övervägas. Risknivån för att någon enskild person ska omkomma är hög (högt i ALARP), detta som utslag av att enskild person på ytparkeringen bedöms omkomma vid stor brand. Risknivån för olyckskategorin fler än 1 och upp till 20-30 omkomna ligger i den undre delen av ALARP. För olyckskategorin fler än 50 omkomna ligger risknivån i den övre delen av ALARP-området. I denna sistnämnda kategori är det i synnerhet explosionsscenarier som föranleder den förhållandevis höga risknivån. Beräkningarna visar att riskreducerande åtgärder ska övervägas för att reducera riskbilden, se kapitel 7.

7 Riskreducerande åtgärder Ulvsundavägen (väg 279)

I tidigare avsnitt i riskbedömningen har det konstaterats att risknivån för delar av aktuellt planområde ligger inom ALARP-området, vilket innebär att riskreducerande åtgärder ska övervägas. I detta avsnitt presenteras Brandkonsulten AB:s bedömning av vilka riskreducerande åtgärder som bör genomföras. De föreslagna riskreducerande åtgärderna anses av Brandkonsulten AB vara rimliga att vidta med hänsyn till riskreducerande effekt samt erfarenhetsmässigt bedömd kostnad i relation till nytta.

Boverket och Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) har gemensamt gett ut vägledningsrapporten *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* (Boverket, 2006), vilken beaktas vid framtagande av förslag på åtgärder.

7.1 Övergripande bedömning

Baserat på Länsstyrelsens riktlinjer och vägledningsrapporten betraktar Brandkonsulten AB skyddsavstånd, disponering av planområdet och disponering inne i byggnaden som de grundläggande riskreducerande åtgärderna i plansammanhang.

Närmast vägen placeras ytparkering och ett lägre parkeringshus med vissa övriga utrymmen där man enbart vistas tillfälligt. Personintensiv verksamhet såsom kontor och känslig verksamhet såsom hotell placeras på förhållandevis långt avstånd från vägen. Dispositionen innebär att de grundläggande riskreducerande åtgärderna i plansammanhang har beaktats.

Brandkonsulten AB:s övergripande bedömning av föreslagen bebyggelse är att den är rimlig och väl avvägd i förhållande till platsens riskexponering, dock med förutsättning att bebyggelsen utformas lämpligt med avseende på riskbilden, dvs att riskreducerande åtgärder säkerställs. Förslaget bedöms innebära att endast bebyggelsen som vetter direkt mot Ulvsundavägen, dvs plats parkeringshuset med ytparkering och kontorshuset exponeras för sådan förhöjd risk att åtgärder ska övervägas.

Parkeringshuset bör utformas för att utgöra ett effektivt skydd för bakomliggande bebyggelse, i synnerhet vad gäller olycksscenarier som involverar brand, men i viss mån även andra olyckskategorier. Vidare innebär inomhusvistelse i sig en kraftigt riskreducerande parameter för de mest sannolika olycksscenarierna, vilket gör att även människor som vistas i parkeringshuset får en kraftigt reducerad riskexponering.

Människor i kontorshuset exponeras inte för de mest sannolika scenarierna vilka härstammar från brandscenarier. Men de skulle kunna exponeras för ett större gasutsläpp. Att människorna vistas inomhus bedöms i sig utgöra en kraftigt riskreducerande parameter med avseende på detta scenario.

I det ytterst osannolika scenariot att en större explosion inträffar bedöms såväl parkeringshuset som kontorsbyggnaden komma att påverkas. Brandkonsulten gör bedömningen att det inte är rimligt att införa riskreducerande åtgärder med avseende på kontorshuset som är placerat som närmst på ca 45 m avstånd från vägen, vilket i sammanhanget får betraktas som ett väl tilltaget skyddsavstånd. Vad gäller parkeringshuset bedöms det rimligt att överväga mindre kostsamma åtgärder som skydd mot explosion, inte minst eftersom Länsstyrelsens rekommenderade minimiavstånd på 25 meter underskrids. Vår bedömning är att glaspartier och fönster ska undvikas och om de förekommer ska de utföras med laminerat glas (för explosionsskydd) och brandklassat glas (för skydd mot brand). Vidare ska inte en eventuell explosion som påverkar parkeringshuset leda till ras av intilliggande byggnader.

7.2 Förslag på riskreducerande åtgärder

Brandkonsulten bedömer att följande riskreducerande åtgärder ska säkerställas/införas, utöver de skyddsavstånd, disponering av planområdet och disponering inne i byggnaden som förslaget i sig själv innebär:

- Inom 30 m från väggkant utformas bebyggelsen så att stadigvarande utomhusvistelse inte uppmuntras.
- För utrymmen i byggnad inom 30 m från väggkant medges endast parkering och utrymmen där man enbart vistas tillfälligt.
- För byggnad med fasad inom 50 m från väggkant ska det finnas möjlighet att utrymma bort från vägen.
- Fasad inom 30 m från väggkant utförs i obrännbart material.
- Fasad inom 30 m från väggkant utförs utan glaspartier och fönster eller med laminerade glaspartier i lägst brandteknisk klass EW30 (ej öppningsbara).
- Friskluftsintag placeras högt och/eller riktas bort från vägen för byggnad med fasad som vetter direkt mot vägen.
- Byggnad med fasad som vetter direkt mot vägen utrustas med möjlighet till central nödavstängning av ventilationssystem.
- Ras av byggnad eller byggnadsdelar inom område benämnt C1P ska ej påverka annan byggnad.

Ingen av dessa åtgärder bedöms, vare sig tillsammans eller enskilt, påverka de kvantitativa risknivåerna på ett påvisbart sätt jämfört med vad som skattats utan riskreducerande åtgärder. De kan således inte verifieras kvantitativt på något meningsfullt sätt. Åtgärderna ska snarast ses som förstärkning och komplement till föreslagen bebyggelse och dess utformning.

8 Hantering av osäkerheter

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

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

I modellerna för konsekvensberäkningar av massexplosioner anges endast en begränsad mängd indata, där modellerna ger information och resultat som inte går att kontrollera eller beräkna. Brandkonsulten AB är medveten om svagheter och osäkerheter kring modellernas resultat, varför resultaten mer ska betraktas som tendenser som ligger till grund för konsekvensbedömningarna.

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

9 Slutsatser

Detaljplaneområdet förknippas med tre olika riskkällor i form av Ulvsundavägen, Stockholm Bromma Airport och tvärbanans framtida Kista-gren.

Brandkonsulten AB:s övergripande bedömning av föreslagen bebyggelse är att den är fullt genomförbar ur risksynpunkt, att den är väl avvägd i förhållande till riskexponering samt att flera grundläggande riskreducerande åtgärder i plansammanhang redan inarbetats i förslaget, exempelvis skyddsavstånd, disponering av planområdet och disponering inne i byggnad.

9.1 Ulvsundavägen

Med avseende på risken för farligt godsolyckor på Ulvsundavägen bedömer vi att kompletterande riskreducerande åtgärder ska säkerställas och således tas med på plankartan för detaljplaneområdet. Med föreslagna åtgärder anser Brandkonsulten AB att risknivån i området är acceptabel.

9.2 Stockholm Bromma Airport

Flygtrafik innebär viss risk för tredje man, i synnerhet i närområdet till plats för start och landning. Med stöd av Trafikverkets egna kvantifieringar och värderingar av risknivåerna anser Brandkonsulten AB att risknivån i området är acceptabel utan införande av riskreducerande åtgärder.

9.3 Tvärbanan

Tvärbanan exponerar tredje man för förhöjda risker avseende urspårning, i detta fall på bro, och fullt utvecklad brand i vagn. Risken för urspårning bedöms i och med införandet av urspårningsskydd vara erforderligt hanterad.

Planerade byggnaders fasader ligger mer än 10 meter ifrån spårvagnsspåren i horisontalled, vilket gör att ingen brandspridningsrisk föranligger. Byggnadsdelar som placeras närmare än 10 meter kommer att befinna sig på en nivå under ett eventuellt brinnande tåg, vilket gör brandspridning i det fria osannolik.

Brandkonsulten AB bedömer att riskerna med spårvagnstrafiken på Tvärbanan kan accepteras utan riskreducerande åtgärder. Det förutsetts dock att erforderlig samordning och samråd med avseende på risker sker med SL. Här bör även betänkas att intill, men kanske framför allt underliggande bebyggelse, utgör risk för påverkan på tvärbanans trafikering, exempelvis vid brand.

10 Referenser

- Boverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*, Boverket och Räddningsverket, 2006.
- Brandskyddslaget (2015). *PM Risk och säkerhet, Tvärana Kistagrenen, Underlag för detaljplaner i Stockholm*, Sundbyberg och Sollentuna, Brandskyddslaget, 2015-05-18.
- Brandskyddslaget (2016). *PM Risk och säkerhet Fördjupad utredning, Tvärbanan Kistagrenen, Underlag för detaljplaner i Stockholm, Sundbyberg och Sollentuna*, Brandskyddslaget, 2016-11-10.
- 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.
- Länsstyrelsen Stockholm (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Rapport 2016:4, Stockholm: Länsstyrelsen Stockholms.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2011). *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng*. MSBFS 2011:1.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2015). *Räddningstjänst i siffror 2014*. [elektronisk], tillgänglig: <<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27615.pdf>> [Hämtad: 2017-02-24].
- Räddningsverket. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter, September 2006*.
- Räddningsverket (2003). *Handbok för riskanalys*.
- SRV (Statens räddningsverk). (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Thomas, P.H. (1963). *The size of flames from natural fires*. Symposium (International) on Combustion, volym 9, nummer 1.
- Trafikanalys. (2019). *Årsvisa sammanställningar av statistik med lastbilstrafik år 2014-2018* [elektronisk], tillgänglig: <<https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>> [Filer nedladdade: 2019-09-24].
- Trafikverket. (2011). *Miljökonsekvensbeskrivning- Detaljplan för Förbifart Stockholm, Vinstamotet, 2011-06-13*.
- Trafikverket. (2015). *Riksintresseprecisering för Bromma Stockholm Airport*, 2015-04-27.
- WSP. (2016). *Analyser av transporter med farligt gods- mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015*.
- WSP. (2017). *Transporter med farligt gods- fördjupade analyser av mätningar utförda i Stockholm under oktober 2015*.

Appendix A Frekvensberäkningar väg

A.1 Transporter av farligt gods

Farligt godstransporter kan utgöras av explosiva varor, gaser (brännbara, giftiga etc), brandfarliga vätskor etc. Normalt utgörs majoriteten av farligt godstransporterna av transporter med 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 september månad 2006. Informationen är inte heltäckande, och bedöms ej som representativ för Ulvsundavägen då det är svårt att tyda hur mycket farligt gods som transporteras på berörd väg under tiden för kartläggningen. I denna riskbedömning har därför nationell statistik över farligt godstransporter i Sverige legat till grund för beräkningarna.

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 har stora konsekvensområden och därmed är de verkligt farliga föremålen i risksammanhang. Transporter med massexplosiva varor är generellt sällsynta. 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. Den rikstäckande statistiken 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 (Räddningsverket, 2006).

Tabell 2: Fördelning inom ADR-klass 2, samt andelar av totalt antal transporter.

ADR-klass	Fördelning enligt kartläggning 2006
2.1 Brännbara gaser	28,9 %
2.2 Icke brännbara, icke giftiga gaser.	70,7 %
2.3 Giftiga gaser	0,4 %

Brandkonsulten AB har tagit del av statistik över inrikes farligt godstransporter med svenskregistrerade lastbilar. I tabell 3 redovisas medelvärden över fördelningen över en 5-årsperiod, mellan år 2014 – 2018, vilket har legat till grund för denna riskanalys (Trafikanalys, 2019).

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

ADR-Klass	Medelvärden av antal transporter under 2014 - 2018. 1000-tal	Andelar
1.1. Massexplosiva ämnen	0,58 ¹	0,001
1.2-1.6. Övriga explosiva ämnen	5,22	0,011
2.1. Brandfarliga gaser	29,2 ²	0,063

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

² Skattning från statistik för september 2006 av procentuell andel som utgörs av 2.1.

2.2. Icke brandfarlig, icke giftig gas	71,4 ³	0,154
2.3. Giftiga gaser	0,4 ⁴	0,00086
3. Brandfarliga vätskor	231,8	0,499
4. Fasta brännbara ämnen	9,6	0,021
5. Oxiderande ämnen	12	0,026
6. Giftiga ämnen	30,2	0,065
7. Radioaktiva ämnen	-	-
8. Frätande ämnen	50,2	0,108
9. Övriga ämnen och föremål	23,8	0,0512
Totalt antal transporter, alla klasser	464,4	

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 Ulvsundavägen. 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 vägvägnittet.
- Det totala trafikflödet på vägvägnittet (även kallat årsmedeldygnstrafik, ÅDT).
- Andelen fordon av det totala trafikflödet som är skyltade med farligt gods.

A.2.1 Antal singel- och kollisionsoolyckor

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

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

där

O = antalet förväntade singel- och kollisionsoolyckor

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)

Trafikverket har prognostiserat vad vardagsmedeldygnstrafiken (VMDT) på de större vägarna runt om Stockholm kan förväntas vara år 2035 om Förbifart Stockholm byggs samt om den inte byggs. I denna riskanalys har prognosen för VMDT år 2035 med Förbifart Stockholm samt trängselavgifter använts, dvs 52 000 fordon/dygn (Trafikverket, 2011).

³ Skattning från statistik för september 2006 av procentuell andel som utgörs av 2.2.

⁴ Skattning från statistik för september 2006 av procentuell andel som utgörs av 2.3.

A.2.3 Andelen fordon som är skyltade med farligt gods

Under maj och oktober år 2015 genomfördes en analys av farligt godstransporter inom Stockholm. I rapporten upprättad av WSP (2016) framgår det att 1 % av antalet tunga fordon kan förväntas transportera farligt gods. I denna riskbedömning görs antagandet att 10 % av alla fordon som passerar på berörd vägsträcka utgörs av tunga fordon.

Antalet fordon skyltade med farligt gods år 2035 om Förbifart Stockholm byggs kan därför antas vara $52\,000 \cdot 0,1 \cdot 0,01 = 52$. Andelen fordon skyltade med farligt gods är därmed 0,001 givet att det totala trafikflödet uppgår till ca 52 000 fordon/dygn.

I samband med undersökningen under maj och oktober år 2015 genomfördes även en ruttanalys som har sammanställts av WSP (2017) för transporter som skedde under oktobermånad. Ruttanalysen visar att det varje dygn kan förväntas passera ca 32 transporter med farligt gods förbi berört område. Beräkningarna i denna riskbedömning baseras på att antalet transporter med farligt gods förbi berört område är 52 stycken/dygn, vilket bedöms som en rimlig skattning.

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).

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

där;

O = antalet olyckor på vägsnittet = Ekv 1.

Y = andelen singelolyckor på vägsnittet (tabellvärde).

X = andelen transporter skyltade med farligt gods.

Området inom vilket olycksfrekvensen analyseras betraktas som tätort. Det aktuella avsnittet av Ulvsundavägen betraktas som flerfältsväg och har hastighetsbegränsningen 70 km/h. Enligt tabellvärden i SRV (1996) ger detta en olyckskvot på 0,60 och andel singelolyckor på 0,30. Vägsnittet förbi området är ca 150 m. Då även vissa olyckor utanför dessa 150 m kan påverka planområdet har en total vägsträcka på 250 m studerats i denna riskbedömning.

Tabell 4 redovisar en sammanställning av indata samt beräkningsresultat med insättning i Ekv 1, 2 och 3.

Tabell 4: Indata för beräkning av frekvens för farligt godsolycka.

VTI-modellen		
Vägtyp och hastighet	Tätort, Flerfältsväg, 70 km/h	
Längd (a)	0,25	
VMDT (b)	52 000	
Trafikarbete ($a \cdot b \cdot 365 \cdot 10E-6 = c$)	8,54	
Olyckskvot (tabell)	0,60	
Antal olyckor (olyckskvot $\cdot c$) (O)	5,12	
Andel singelolyckor (Y)	0,3	
Antal fordon skyltade med FG per dygn	52	
Andel fordon skyltade med FG (X)	1E-03	
Antal fordon skyltade med FG i trafikolycka per år (modellen)	4,84E-03	per år
Förväntat antal år mellan fordon skyltade med FG i trafikolycka	207	år

Ovanstående beräkningar visar att frekvensen för trafikolyckor som involverar farligt godsfordon på Ulvsundavägen förbi berört området är ca $4,84 \cdot 10^{-3}$ olyckor per år. Detta innebär att det på platsen förväntas ske en trafikolycka med farligt godsfordon på ca 207 år.

A.3 Händelseträdsanalys

De olycksscenarier som identifierats i avsnitt 5.3 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 leder 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 Ulvsundavägen 0,13. Enligt beräkningsmetoden gäller detta index dock för transporter som inte sker under tryck. Om transporter 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 0,0043.

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 Ulvsundavägen har andelen styckegods antagits utgöra 10 % av transporter med brandfarlig gas.

Sannolikhet för antändning/detonation

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

För BLEVE har bedömningen av antändning vägt in i den bedömda sannolikheten för att scenariot ska inträffa. Sannolikhet för antändning sätts till 1 eftersom en BLEVE förutsätter att antändning har skett. Motsvarande har gjorts för olyckor med giftig gas eftersom antändning ej är relevant i detta sammanhang.

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).

Under 2014 gjorde räddningstjänsten 16 320 stycken insatser för trafikolycka. Under samma period genomfördes 4 190 insatser till följd av fordonsbränder, varav 3420 av dessa bränder inträffade i personbilar. 1 % av bränderna i personbilarna antogs ha startat till följd av en trafikolycka (MSB, 2015). I denna riskanalys görs antagandet att 1 % av de resterande 770 fordonsbränderna var orsakade av en trafikolycka. Givet antalet trafikolyckor under 2014 medför detta att sannolikheten för brand i annat fordon än personbil till följd av trafikolycka är $4,72 \cdot 10^{-4}$.

Sannolikhet för olycka/vind riktad mot området

För beräkningar avseende giftig 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 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 lastbils-transport med brandfarlig vätska som läckt ut.

B.1 Dimensionerande skada

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

Gränsvärde för personskada är antaget till 15 kW/m², då detta är accepterat gränsvärde för skydd mot brandspridning mellan byggnader i BBRAD (Boverket, 2013).

Över 15 kW/m² 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/m² 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/m²

Att beräkna vilket avstånd från en flamma till en punkt som den infallande strålningsintensiteten är 15 kW/m² 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).

Emitterad effekt

Vid beräkningarna i denna rapport har flammans genomsnittliga temperatur antagits vara 835 °C vilket motsvarar en emitterad effekt på 85 kW/m².

Dimensionerande utsläpp

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

1. Litet utsläpp: 0,1 kg/s, totalt utsläppt mängd: 180 kg (0,3 m³).
2. Mellanutsläpp: 1,1 kg/s, totalt utsläppt mängd: 1980 kg (3 m³).
3. Stort utsläpp: 3,8 kg/s, totalt utsläppt mängd: 6 800 kg (9 m³)

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).

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, mellanpölbrand: | 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 ($\text{kg/m}^2\text{s}$), g är tyngdaccelerationen (m/s^2) och ρ är luftens densitet (kg/m^3). Förbränningshastigheten är vald för bensin och är ca 0,055 ($\text{kg/m}^2\text{s}$).

Tabell 5: Beräknad flamhöjd vid pölbrand för litet, mellan- och stort utsläpp av brandfarlig vätska (bensin).

	Liten pölbrand Area _{pöl} = 10 m ²	Mellanpölbrand 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	25,2

Synfaktor

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

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

$$I = E \cdot \Phi$$

där E är den emitterade effekten (kW/m^2) och Φ är synfaktorn. Den infallande strålningsintensiteten är 15 kW/m^2 och den emitterade effekten är 85 kW/m^2 vilket ger en total synfaktor på 0,177.

B.3 Resultat

I tabellen nedan framgår det på vilket avstånd från respektive pölbrand som den infallande strålningen är 15 kW/m^2 . I tabellen framgår det även antalet förväntat omkomna vid respektive scenario.

Tabell 6: Beräknat avstånd från respektive pölbrand då den infallande strålningsintensiteten är 15 kW/m^2

	Liten pölbrand Area _{pöl} = 10m ²	Mellanpölbrand Area _{pöl} = 100m ²	Stor pölbrand Area _{pöl} = 300m ²
Avstånd från flammen till strålningsintensitet på 15 kW/m^2 [m]	6	17	27
Antal omkomna [st]	0	0	1

B.4 Slutsats och diskussion

Beräkningarna har gjorts med ett konservativt antagande nämligen att den infallande strålningen har beräknats vid flammans centrum. Detta ger det största strålningsbidraget, men det antas att hela fasaden utsätts för beräknad strålning.

En liten pölbrand ger upphov till ett konsekvensområde av 6 m, vilket understiger avståndet till planerad byggnad. Med hänsyn till detta förväntas ingen omkomma till följd av en liten pölbrand på Ulvsundavägen.

En medelstor ger upphov till ett konsekvensområde på 17, vilket innebär att ca 2 m av planerad parkeringsyta ligger inom konsekvensområdet. Med hänsyn till att det enbart är en liten del av parkeringsplatsen som ligger innanför konsekvensområdet bedöms ingen omkomma till följd av en medelstor pölbrand på Ulvsundavägen.

En stor pölbrand ger upphov till ett konsekvensområde på 27 m, vilket innebär att cirka hälften av parkeringsplatsens yta påverkas av en stor pölbrand på Ulvsundavägen. Med hänsyn till att det inte förekommer någon stadigvarande vistelse på parkeringsplatsen samt att det är god uppsikt över Ulvsundavägen bedöms 1 person omkomma till följd av en stor pölbrand på berört vägsträcka.

Appendix C Konsekvensberäkning – Ämnen eller föremål med risk för massexplosion

C.1 Företsättningar

Följande konsekvensberäkningar syftar till att utreda konsekvenserna vid en massexplosion på berörd farligt godsled.

Brandkonsulten AB har under 2015 haft en utbildning med Rickard Forsén på FOI (Forsén, FOI), där olika beräkningsmodeller för tryck och impulstäthet för massexplosioner presenterades.

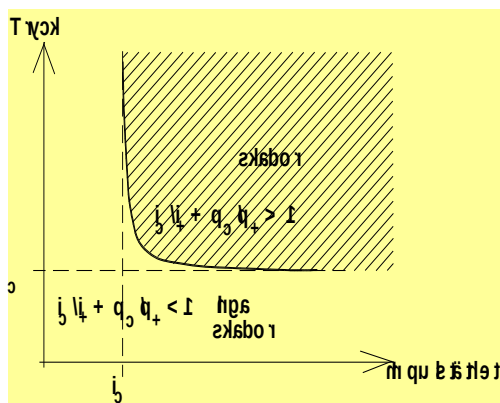
Följande beräkningsmodeller från FN (United Nations) kan användas för att uppskatta konsekvenser vid massexplosioner för olika laddningsmängder.

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 tills 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 (kPa·s)
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 exterior in-fill stud walls with brick masonry – long side	2.5	10	1.0
R/C Pre-cast	B4TN: Monolithic R/C building with 0.15 m load bearing walls in both directions	2.5	200	5.0
	P1MH: 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
Steel frame	P1TN / P2TN: Exterior and interior concrete elements	3.5/2.5	200	3.1
	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
Masonry	S1TH: Exterior walls with two layers of 0.12 m brick masonry and intermediate insulation (warehouse or industry)	7.5	2.5	0.3
	M1LS: Exterior walls with 0.25 m light weight concrete	2.5	25	0.5
	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
Wood	T1MN: Massive timber walls structure	3.0	20	0.6
	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 (tegelbyggnad) – 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 ovan 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. Ovanstående innebär att andra riskkonsulter kan tolka resultaten annorlunda.

I aktuell riskbedömning har modell nummer 2 använts för beräkningar av tre olika laddningsvikter.

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 500 kg, 2000 kg och 16 000 kg laddningsvikt.

Explosion Consequence Analysis (ECA)

An Explosion Consequence Analysis (ECA) is a structured process, utilizing explosives science and explosives engineering, to provide scientific evidence of the potential hazard or risk to individuals and property from blast effects and fragmentation in the event of an undesirable explosive event.

Explosive Type: TNT

Charge Size (kg): 500

Range from Munition to Structure (m): 15

Calculate

Damage to Windows of 4mm Thick Annealed Glass

Small Window 0.55m by 0.55m	High Hazard
Medium Window 1.25m by 0.55m	High Hazard
Large Window 1.25m by 1.55m	High Hazard

Minimum Range to No Break (m)

Small Window	206.36
Medium Window	333.35
Large Window	746.08

Ground Vibration (m)

Maximum Effected Range	715.54
------------------------	--------

Injury/Fatality to Personnel Range (m)

Fatal Distance	18.32
Lung Damage	29.03
Eardrum Rupture	74.66

Damage to Brick Structures (m)

Houses completely demolished	16.22
Houses badly damaged, beyond repair, require demolition	23.90
Houses rendered uninhabitable, can be repaired with extensive work	40.98
Houses rendered uninhabitable, can be repaired reasonably quickly	119.52
Houses require repairs, serious inconvenience but remain habitable	239.05

Figur 16. Konsekvenser med 500 kg laddningsvikt på ett avstånd 15 m till byggnad.

Explosion Consequence Analysis (ECA)

An Explosion Consequence Analysis (ECA) is a structured process, utilizing explosives science and explosives engineering, to provide scientific evidence of the potential hazard or risk to individuals and property from blast effects and fragmentation in the event of an undesirable explosive event.

Explosive Type:

Charge Size (kg):

Range from Munition to Structure (m):

[Calculate](#)

Damage to Windows of 4mm Thick Annealed Glass

Small Window 0.55m by 0.55m	High Hazard
Medium Window 1.25m by 0.55m	High Hazard
Large Window 1.25m by 1.55m	High Hazard

Minimum Range to No Break (m)

Small Window	327.58
Medium Window	529.17
Large Window	1184.33

[Plot Pressure Impulse Diagram](#)

Ground Vibration (m)

Maximum Effected Range	1431.08
------------------------	---------

Injury/Fatality to Personnel Range (m)

Fatal Distance	29.08
Lung Damage	46.09
Eardrum Rupture	118.51

Damage to Brick Structures (m)

Houses completely demolished	38.82
Houses badly damaged, beyond repair, require demolition	57.21
Houses rendered uninhabitable, can be repaired with extensive work	98.07
Houses rendered uninhabitable, can be repaired reasonably quickly	286.03
Houses require repairs, serious inconvenience but remain habitable	572.05

Figur 17. Konsekvenser med 2000 kg laddningsvikt på ett avstånd 15 m till byggnad.

Explosion Consequence Analysis (ECA)

An Explosion Consequence Analysis (ECA) is a structured process, utilizing explosives science and explosives engineering, to provide scientific evidence of the potential hazard or risk to individuals and property from blast effects and fragmentation in the event of an undesirable explosive event.

Explosive Type:

Charge Size (kg):

Range from Munition to Structure (m):

[Calculate](#)

Damage to Windows of 4mm Thick Annealed Glass

Small Window 0.55m by 0.55m	High Hazard
Medium Window 1.25m by 0.55m	High Hazard
Large Window 1.25m by 1.55m	High Hazard

Minimum Range to No Break (m)

Small Window	655.16
Medium Window	1058.33
Large Window	2368.65

[Plot Pressure Impulse Diagram](#)

Ground Vibration (m)

Maximum Effected Range	4047.72
------------------------	---------

Injury/Fatality to Personnel Range (m)

Fatal Distance	58.16
Lung Damage	92.18
Eardrum Rupture	237.02

Damage to Brick Structures (m)

Houses completely demolished	95.14
Houses badly damaged, beyond repair, require demolition	140.21
Houses rendered uninhabitable, can be repaired with extensive work	240.35
Houses rendered uninhabitable, can be repaired reasonably quickly	701.03
Houses require repairs, serious inconvenience but remain habitable	1402.06

Figur 18. Konsekvenser med 16000 kg laddningsvikt på ett avstånd 15 m till byggnad.

Ovanstående kan innebära att människor får dödliga skador p g a tryckvåg (maximalt skadeområde för dödliga skador är ca 60 m vid 16 ton laddningsvikt), dock kan mycket allvarliga skador på tegelkonstruktioner uppkomma upp till ca 16 m för 500 kg laddningsvikt, ca 40 m för 2 ton laddningsvikt och ca 95 m för 16 ton laddningsvikt.

Avståndet mellan Ulvsundavägen och närmsta del av byggnaden, vilken inrymmer parkering, är ca 15 m. Avståndet mellan Ulvsundavägen och byggnadsdel där det förekommer stadigvarande vistelse är däremot ca 47 m.

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

Tabell 7: Skaderadie och förväntat antal omkomna för respektive olycksscenario.

	Liten explosion 500 kg	Mellanstor explosion 2000 kg	Stor explosion 16 000 kg
Avstånd till demolerat tegelhus [m]	16	39	95
Antal omkomna [st]	1	5	150

C.3 Slutsats och diskussion

I de beräkningar som har gjorts enligt *modell 2* framkom det att personer som vistas på parkeringen kan omkomma direkt till följd av en explosions tryckvåg. I samtliga scenarier går även fönster sönder, vilket kan medföra att ytterligare människor förolyckas. En explosion på Ulvsundavägen bedöms förändra att närliggande byggnader rasar eller skadas mycket allvarligt; en mycket stor explosion bedöms kunna leda till allvarliga skador på kontorshuset.

Vid en liten explosion på Ulvsundavägen görs antagandet att 1 personer omkommer till följd av tryckvågen samt glassplitter.

En mellanstor explosion på 2 tons sprängladdning skulle enligt beräkningarna medföra att en tegelbyggnad inom 39 m explosionens centrum raserar. Med hänsyn till att det inte förekommer någon stadigvarande vistelse inom 39 m från Ulvsundavägen samt att planerad kontorsbyggnad uppförs ca 47 m från vägvsnittet görs antagandet att 5 personer omkommer i detta scenario.

Vid en stor explosion på Ulvsundavägen visar beräkningarna att en tegelbyggnad inom 95 m från explosionens centrum raserar. Med hänsyn till att planerad kontorsbyggnad hamnar inom konsekvensområdet uppskattas ett stort antal personer omkomma, här grovt skattat till 150 personer.

Appendix D Konsekvenser vid giftig gas, klor

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

Klor är den giftiga gas som kan förväntas transporteras, vilket även använts som dimensionerande ämne.

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

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

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

Koncentration (mg/m³), Verkan av klor

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

Skadeområdet för respektive scenario har antagits till det avstånd där 300 mg/m³ uppnås.

INDATA LITET UTSLÄPP

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

SCENARIORESULTAT

Antagande	Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas. Ingen pöl bildas. Den luftburna källstyrkan kommer från vätskeutströmningen från tank.
Beräkningar	Utsläppets källstyrka 0,100 kg/s (egendefinierad) Utsläppets varaktighet 60 minuter (egendefinierad)

Resultat litet utsläpp

0,1 kg/s

300 mg/m³ på 45 m.

3000 mg/m³ på <25 m.

Koncentration inomhus 0 mg/m³ över tiden.

INDATA MELLANUTSLÄPP

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

SCENARIORESULTAT

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

Resultat mellanutsläpp

0,7 kg/s

300 mg/m³ på 126 m.

3000 mg/m³ på 34 m.

Koncentration inomhus 0 mg/m³ över tiden.

INDATA STORT UTSLÄPP

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

SCENARIORESULTAT

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

Resultat Stort utsläpp

9,4 kg/s

300 mg/m³ på 470 m.

3000 mg/m³ på 140 m.

Koncentration inomhus 0 mg/m³ över tiden.

D.1 Resultat

Nedan presenteras skaderadien samt förväntat antal omkomna för respektive scenario.

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

	Litet utsläpp 0,1 kg/s	Mellanutsläpp 0,7 kg/s	Stort utsläpp 9,4 kg/s
Skaderadie [m]	25	126	470
Antal omkomna [st]	1	10	20

D.2 Slutsats och diskussion

Ett litet utsläpp av giftig gas ger upphov till ett konsekvensområde på 25 m, som därmed täcker in delar av parkeringsytan. Med hänsyn till att det inte förekommer någon stadigvarande vistelse på parkeringsplatsen, det är en ytparkering där de som vistas har god uppsikt över Ulvsundavägen, förväntas enbart 1 person omkomma till följd av ett litet utsläpp.

Ett medelstort samt stort utsläpp skulle dock kunna påverka de människor som vistas inne i planerad byggnad. Brandkonsulten AB bedömer att främst människor som vistas utanför byggnaden kan förväntas omkomma till följd av gasutsläppet men att även enstaka personer som vistas inomhus kan omkomma. I denna riskanalys görs antagandet att 10 personer omkommer till följd av ett medelstort utsläpp och att 20 personer omkommer till följd av ett större utsläpp.

Appendix E 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. 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

Lufttrycket 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.

Jetflammas 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/s ²
Enthalpi input	19.1 kJ/s
Specific enthalpi	198.5 kJ/kg
Max Två-fas flöde	0.01 kg/s

I utgångsplanet

Densitet	30.874 kg/m ³
Tryck	5.8 bar
Hastighet	247.59 m/s
Efter flashing :	
Densitet	3.487 kg/m ³
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:

Lufttrycket 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

Avstånd 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: Utsläppstemperatur:	288.00 K
3: Utgångstryck:	5.83 bar
4: Utsläppsdiameter:	0.012 m
5: Vinkel till horisontellt:	0.00 deg
6: Höjd ovan mark:	1.00 m
7: Andel ånga vid utgången:	0.3349 kg/kg

Beräknade värden

Moment input	215.6 kgm/s ²
Enthalpi input	171.6 kJ/s
Specific enthalpi	198.5 kJ/kg
Max Två-fas flöde	0.05 kg/s

I utgångsplanet:

Densitet	30.874 kg/m ³
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:

Lufttrycket 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: Utsläppstemperatur:	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

VÄDER:

Lufttrycket 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

E.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]	4	12	39	200	105
Antal omkomna [st]	0	0	1	1	50

E.2 Slutsats och diskussion

Med hänsyn till att avståndet mellan planområdet och Ulvsundavägen överstiger konsekvensområdet för en liten och medelstor jetflamma på Ulvsundavägen bedömer Brandkonsulten AB att ingen förväntas omkomma till följd av dessa två olycksscenarioer.

En stor jetflamma ger upphov till ett konsekvensområde som täcker in delar av garaget. Med hänsyn till att det förekommer ytparkering och det är god uppsikt mot Ulvsundavägen förväntas enbart 1 person omkomma till följd av en stor jetflamma på Ulvsundavägen.

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 riskanalys görs antagandet att en person omkommer av flygande splitter.

Konsekvensområdet för en BLEVE överstiger avståndet mellan planområdet och Ulvsundavägen och en BLEVE skulle därför kunna påverka människorna som vistas inom området. Människor som vistas inom planområdet förväntas inte omkomma till följd av tryckvågen utan av glassplitter och nedfallande byggnadsdelar. I denna riskanalys görs antagandet att 50 personer omkommer till följd av flygande splitter och raserande byggnadsdelar.



Appendix F Riskberäkningar

Före åtgärder										
Typ av farligt gods	Index för farligt godsolycka	Andel	Skadefall	Sannolikhet för resp skadefall	Sannolikhet för antändning/ detonation	Sannolikhet för vind/ lycka riktad mot området	Reduktion för spridningsvinkel	Total olycksfrekvens med utsläpp och skada	Skadeområde (Radie, m)	Antal döda
Massexplosiva ämnen	0,13	0,00125	Litet	0,5	0,1	1	1	3,93E-08	16	1
					0,000235905	1	1	9,26E-11	16	1
			Medel	0,3	0,1	1	1	2,36E-08	39	5
					0,000235905	1	1	5,56E-11	39	5
					0,1	1	1	1,57E-08	95	150
			Stort	0,2	0,000235905	1	1	3,71E-11	95	150
					0,03	0,5	1	1,03E-08	4	0
			Medel	0,208	0,03	0,5	1	4,08E-09	12	0
					0,167	0,03	0,5	3,28E-09	39	1
					Stycke-gods	0,1	0,03	1	0,0028	1,10E-11
Brandfarlig gas	0,0043	0,0629	Bleve	0,001	1	1	1	1,31E-09	105	50
					0,625	1	0,5	5,66E-09	25	1
			Medel	0,208	1	0,5	1	1,88E-09	126	10
					0,167	1	0,5	1,51E-09	470	20
					Litet	0,25	0,03	1	1	2,35E-06
Giftig gas	0,0043	0,00087	Medel	0,208	1	1	2,35E-06	17	0	
					0,03	1	1	2,35E-06	17	0
			Stort	0,167	1	0,5	1	4,71E-06	27	1
Brandfarlig vätska	0,13	0,49914	Medel	0,25	0,03	1	1	2,35E-06	17	0
					0,03	1	1	2,35E-06	17	0
			Stort	0,5	0,03	1	1	4,71E-06	27	1
Övrigt		0,43584								