



Del av Huvudsta 4:17, vid Karlberg, Solna stad

Nybyggnation
kontorsbyggnad

Riskbedömning

Utgåva B

2019-02-20

Anna Mårtensson
Brandingenjör/
Civilingenjör riskhantering

Daniel Fridström
Brandingenjör/
Civilingenjör riskhantering

Del av Huvudsta 4:17, vid Karlberg, Solna stad - nybyggnation kontorsbyggnad**Riskbedömning**

Uppdragsgivare: JM Fastighetsutveckling
JM AB
169 82 Stockholm

Upprättad av: Anna Mårtensson

Brandingenjör/Civilingenjör
riskhantering

**Intern-
kontrollerad av:** Daniel Fridström

Brandingenjör/Civilingenjör
riskhantering

Utgåva B	2019-02-20	AMN	DF
Utgåva A	2018-05-09	DF, AMN	AK
Version	Datum	Utförd av	Kontrollerad av

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
1.1 Syfte och mål.....	5
1.2 Bakgrund	5
1.3 Avgränsningar	5
1.4 Styrande dokument och riktlinjer	5
1.5 Underlag.....	6
1.6 Revideringar	6
2 Metod	7
2.1 Riskanalys	7
2.2 Riskvärdering	8
2.3 Tillämpningar i denna riskbedömning.....	10
3 Riskanalys	11
3.1 Områdesbeskrivning	11
3.2 Byggnadsbeskrivning	11
3.3 Skyddsobjekt och skyddsvärden	13
3.4 Riskidentifiering	13
4 Riskuppskattning	17
4.1 Essingeleden (E4).....	17
5 Riskvärdering	19
5.1 Individrisk	19
5.2 Samhällsrisk	19
6 Riskreducerande åtgärder	20
7 Hantering av osäkerheter	21
8 Slutsats	21
9 Referenser	22
Appendix A Frekvensberäkningar väg	23
Appendix B Konsekvenser vid pölbrand	29
Appendix C Konsekvensberäkning – Ämnen eller föremål med risk för massexplosion	32
Appendix D Konsekvenser vid giftig gas, klor	36
Appendix E Konsekvenser vid brandfarlig gas	40
Appendix F Riskberäkningar	47

Sammanfattning

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagande av ny detaljplan
Del av Huvudsta 4:17, vid Karlberg, Solna stad.

Aktuellt område är beläget i anslutning till Essingeleden (E4), tunnelbanan samt Militärhögskolan Karlberg. Avsikten är att uppföra en ny byggnad som bl a planeras att inrymma kontor, konferensrum, café och restaurang med uteservering i markplan, garage och takterrass på planområdet. Området saknar delvis detaljplan, delvis är det park i gällande detaljplan.

Denna riskbedömning har upprättats för att utreda hur riskerna kopplade till transporter av farligt gods på Essingeleden samt närheten till tunnelbanan, Militärhögskolan Karlberg och andra verksamheter i närområdet som hanterar brandfarlig vara kan komma att påverka den planerade byggnaden.

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

Essingeleden (E4) är en primär farligt godsled vilket innebär att antalet transporter av farligt gods samt vad som transporteras inte regleras och i framtiden kan antalet transporter komma att öka eller komma att omfatta fler ämnesklasser.

Utifrån genomförda beräkningar med avseende på frekvenser och konsekvenser är Brandkonsulten AB:s bedömning att risknivån för det nya planområdet är acceptabel, även utan riskreducerande åtgärder.

Brandkonsulten AB rekommenderar att området mellan byggnad och Essingeleden utformas så att stadigvarande vistelse undviks. Detta för att minska eventuella konsekvenser vid en mer omfattande farligt godsolycka med t ex massexplosiva ämnen. Att nyttja området för park, promenadstråk, utegym etc bedöms som möjligt. Avseende takterrassen samt uteserveringen i markplan bedömer Brandkonsulten AB att dessa kan nyttjas till stadigvarande vistelse med hänsyn till att avståndet till Essingeleden är minst ca 60 m samt de låga risknivåerna då både samhällsrisk och individrisk ligger under ALARP-området.

1 Inledning

1.1 Syfte och mål

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagande av ny detaljplan Del av Huvudsta 4:17, vid Karlberg, Solna stad. Riskbedömningen syftar dels till att identifiera och värdera eventuella risker som kan påverka den föreslagna planförändringen, dels till att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder, inklusive verifiering av desamma, 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, t ex verifierade riskreducerande åtgärder, kring vilken en ny detaljplan för det aktuella planområdet kan genomföras.

1.2 Bakgrund

Aktuellt område är beläget i anslutning till Essingeleden (E4), tunnelbanan samt Militärhögskolan Karlberg. Avsikten är att uppföra en ny byggnad som bl a planeras att inrymma kontor, konferensrum, café och restaurang med uteservering i markplan, garage och takterrass på planområdet. Detaljplan finns för del av området.

Riskbedömningen upprättas för att utreda hur riskerna kopplade till transporter av farligt gods på Essingeleden samt närheten till tunnelbanan och Militärhögskolan Karlberg kan påverka den planerade byggnaden.

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.

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

Risker som härstammar från uppsåtliga händelser, terrorhandlingar etc beaktas inte i riskbedömningen.

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

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

Brandkonsulten AB har inte tagit del av någon befintlig detaljplan för berört område.

1.4 Styrande dokument och riktlinjer

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

Som stöd och som underlag till riktlinjer för värdering av risker används rapporten "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer" (Olsson & Wasting, 2000). Rapportens rekommendationer används som riktlinjer avseende risker i den fysiska planeringen i Stockholms län. I rapporten framgår bl a följande rekommendationer avseende bebyggelse intill vägar med transporter av farligt gods.

- 25 m byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden.
- Tät kontorsbebyggelse närmare än 40 m från väggkant bör undvikas.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamhet närmare än 75 m från väggkant bör undvikas.

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

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

I april 2016 har Länsstyrelsen i Stockholm reviderat sina riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (Länsstyrelsen Stockholm, Fakta 2016:4). I dessa reviderade riktlinjer har Länsstyrelsen bl a förtydligat följande för bebyggelse intill primära farligt godsleder.

- 25 m bebyggelsefritt.
- Inom 30 m ska skyddsåtgärder vidtas.
- Bortanför 40 m från väg där det transporteras farligt gods är det normalt lämpligt med kontor.
- Mellan 75-150 m behövs det vanligtvis inte upprättas någon riskutredning, då Länsstyrelsen inom detta skyddsavstånd anser att riskerna har blivit beaktade.

Utöver ovanstående finns riktlinjer i rapporten "Riskanalyser i detaljplanprocessen – vem, vad när & hur" (Slettenmark, 2003) och "Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor" som kan vara relevanta i föreliggande projekt.

1.5 Underlag

Följande underlag har använts i denna riskbedömning.

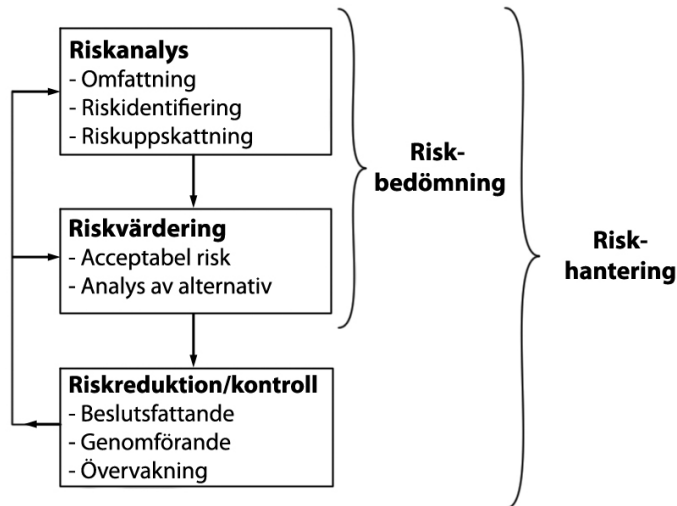
- Platsbesök genomfört 2016-02-16.
- Ritningsunderlag "JM HK Karlberg", daterat 2018-01-25, 2018-03-28 samt 2019-01-25 och upprättat av Wingårdhs Arkitektkontor AB.
- Telefonsamtal med Hans Ek, Trafikverket.
- Möte med Militärhögskolan Karlberg samt Fortifikationsverket, 2016-03-21.
- Telefonsamtal och mailkonversation med verksamheten i närheten som hanterar brandfarlig vara.
- Yttrande i samråd om detaljplan för Huvudsta 4:17 i Solna Stad. DNR: BND 2015:2846, Storstockholms brandförsvär.
- Detaljplan för del av Huvudsta 4:17 m fl i Solna stad, Länsstyrelsen Stockholm.
- Telefonsamtal med Fortifikationsverket, 2019-01-30.
- Telefonsamtal med Militärhögskolan Karlberg, 2019-02-05.

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. Ny och ändrad text är markerad med kantlinje.

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 av dels 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 skyddsvärden, d v s 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, d v s 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 grovsållning 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 sk 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. 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, 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, d v s planområdets sträcka längs den berörda transportleden för farligt gods.

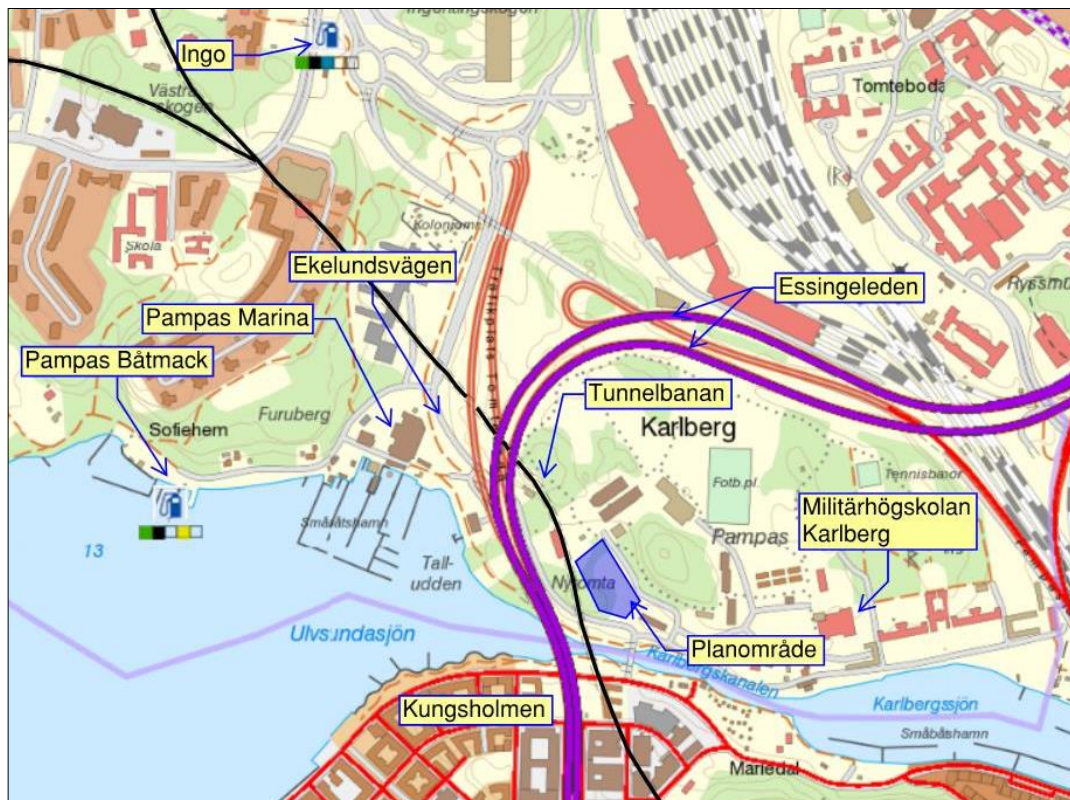
3 Riskanalys

3.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella området ligger i Karlberg i Solna. Figur 3 visar områdets placering och dess närhet till Essingeleden, tunnelbanan, Militärhögskolan Karlberg, Pampas Marina, Pampas Båtmack och Ingo. Den del av tunnelbanan (svart linje i figur 3) som passerar planområdet är enligt JM AB belägen ca 10 m under mark (överkant tunnelrör).

Essingeleden är placerad högre upp än planområdet och nivåskillnaden mellan entréplan för ny byggnad och Essingeleden är ca 13 m.

Befintliga byggnader i direkt anslutning runt om planområdet utgörs av byggnader (kontor, skolverksamhet, studentboende etc) tillhörande Militärhögskolan i Karlberg och AIK Fotbolls klubb- och kanslihus.



Figur 3. Planområdet är markerat med blått. Lila linje visar vilka vägar som är rekommenderade som primära farligt godsleder. Röd linje visar på vilka vägar det råder förbud mot transport av farligt gods. I figuren framgår även placeringen av närliggande tankstationer, Pampas Marina, Militärhögskolan Karlberg och tunnelbanan (svart linje).

3.2 Byggnadsbeskrivning

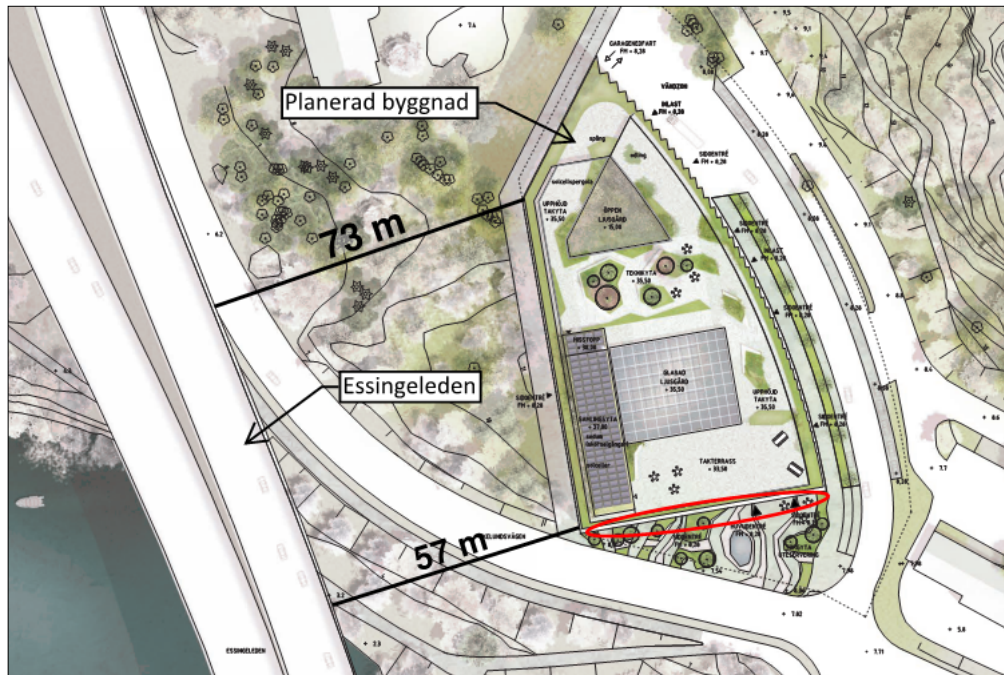
Byggnadens utformning och planlösning är inte i detalj fastställd, men nuvarande förslag redovisas i Figur 4 till 6. Byggnaden uppförs i sex plan ovan mark samt ett garage i två plan under mark.

Byggnaden ska främst inrymma kontor men även konferensrum, friskvårdslokaler, garage samt café och restaurang med uteservering i markplan. Det översta våningsplanet planeras att inrymma en takterrass. Den nya kontorsbyggnaden planeras att inrymma ca 700 personer med en möjlig förtätning till sammanlagt ca 1000 personer. Garaget planeras för som mest 300 platser.

Med placering av byggnad enligt Figur 4 uppgår avståndet till Essingeleden (vägkant i norrgående riktning) som minst till ca 57 m och som mest till ca 73 m till byggnad.

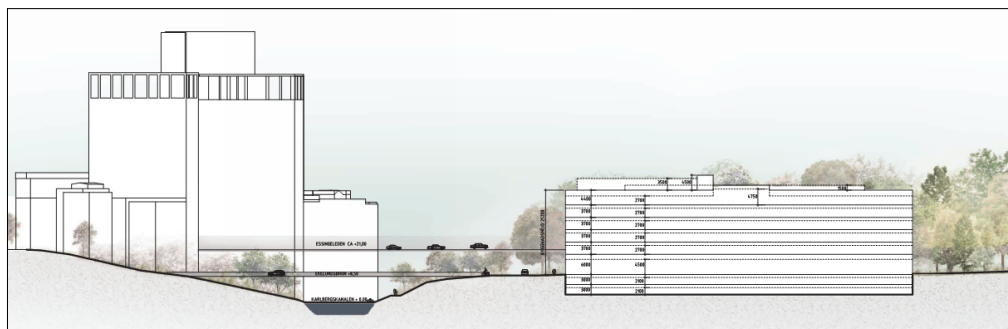
Caféet och restaurangens uteservering planeras att placeras längst med hela byggnadens södra fasad i markplan, se röd markering. Det kortaste avståndet mellan planerad uteservering och Essingeleden är ca 57 m. Uteserveringen kommer alltså inte att vara närmre belägen Essingeleden än vad själva byggnaden är.

En del av takplanet kommer att utgöras av en inomhuslokal. Då lokalen är placerad längst med Essingeleden kommer den att utgöra ett skydd för de som vistas på takterrassen bakom inomhuslokalen om det skulle ske en olycka på Essingeleden.



Figur 4. Planområdet med placering av kontorsbyggnad. Uteserveringen i markplan är markerad med röd cirkel.

Figur 5 och 6 beskriver byggnadens gestaltning.



Figur 5. Kontorsbyggnad till höger i figuren och med Essingeleden bakom kontorsbyggnad.



Figur 6. Torgvy med Essingeleden uppe till vänster i bild.

3.3 Skyddsobjekt och skyddsvärden

Skyddsobjekt är benämningen på byggnader, andra anläggningar och områden eller objekt som enligt skyddslagen (2010:305) kan behöva ett förstärkt skydd mot sabotage, terroristbrott, spioneri samt i andra fall röjandet av uppgifter som rör totalförsvaret, och grovt rån. Militärhögskolan Karlberg är klassad som ett militärt skyddsobjekt.

I föreliggande analys är den nya kontorsbyggnaden och det nya planområdet objekt där hänsyn ska tas till exempelvis transporter av farligt gods. I analysen benämns i nedanstående avsnitt den nya kontorsbyggnaden och det nya planområdet som skyddsvärden. Dessa objekt är alltså inte definierade som skyddsobjekt enligt skyddslagen, utan betraktas endast som skyddsvärden i denna analys.

3.4 Riskidentifiering

Riskidentifiering syftar till att identifiera riskkällor inom och utanför planområdet som kan hota något av de definierade skyddsvärdena (kontorsbyggnad inom planområde).

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.

Föreslagen detaljplan bedöms inte ur ett civilt perspektiv tillföra några riskkällor inom planområdet som kan påverka skyddsvärden inom eller utanför planområdet.

De riskkällor som beaktas i analysen kan härledas till tunnelbanan, Militärhögskolan Karlberg, hantering av farligt gods inom Fortifikationsverket, transporter av farligt gods på Essingeleden samt transporter av farligt gods till Pampas Marina och tankstationen Ingo.

3.4.1 Essingeleden (E4)

Väster och norr om planområdet passerar Essingeleden vilken utgör primär väg för farligt godstransporter. Detta innebär att stora mängder transporter passerar området varje dag. På Essingeleden transporteras ämnen av alla de nio farligt godsklasserna i varierande omfattning.

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 Essingeleden förbi planområdet är hastigheten begränsad till 70 km/h.

3.4.2 Tunnelbanan

Tunnelbanans blå linje passerar i anslutning till planområdet, dock ej direkt under planområdet, och är belägen ca 10 m under mark (överkant tunnelrör). Med hänsyn till att tunnelbanan går ca 10 m under mark när den passerar planområdet bedömer Brandkonsulten AB att en olycka med tunnelbanan inte kommer att ha någon påverkan på aktuellt område. Risken med tunnelbanan kommer därmed inte att hanteras vidare i denna riskanalys.

3.4.3 Militärhögskolan Karlberg

Norr och öster om planområdet bedriver Militärhögskolan Karlberg verksamhet, som i huvudsak betraktas som skolverksamhet i form av officersutbildning.

Verksamheten hanterar även ammunition samt en liten mängd brandfarlig vätska och gasol. Brandkonsulten AB bedömer dock att den ringa mängden endast ger ett marginellt riskbidrag och beaktas därmed inte vidare i denna riskanalys.

Främst bedrivs det skolverksamhet med relaterade övningar inom området. Ett fåtal gånger per år kommer det dessutom förband utifrån med fordon samt helikoptrar som kommer till området för att öva. Vid dessa tillfällen körs det även in drivmedelstankar på området som används för att tanka om fordonen, det som främst hanteras är bensin, diesel och flygbränsle (Militärhögskolan Karlberg, 2016). Brandkonsulten AB har fått ta del av vilka mängder av brandfarlig vätska som hanteras vid dessa tillfällen då dessa uppgifter är konfidentiella. Transporterna sker längs med vägen som skiljer av den planerade byggnaden från militärens område, detta innebär att det kortaste avståndet mellan transporterna och planerad byggnad är ca 20 m (Militärhögskolan Karlberg, 2019).

En olycka med en transport med brandfarlig vätska kan ge upphov till en pölbrand. Konsekvenserna av en pölbrand påverkas av hur stort läckaget blir. Enligt beräkningar i Bilaga B behöver en pölbrand vara större än 100 m² för att kunna ge upphov till ett konsekvensområde som överstiger 20 m.

Hastigheten på vägvägnittet som passerar den planerade byggnaden är begränsad till att vara högst 30 km/h. Med hänsyn till att fordonen färdas i låga hastigheter bedöms risken för avåkning/kollision vara liten.

Med hänsyn till att det sker ett fåtal transporter med drivmedel, skyddsavståndet mellan planerad byggnad och väg där transporterna samt att transporterna sker i låga hastigheter bedömer Brandkonsulten AB att risker kopplade till transporter med brandfarlig vätska endast ger ett marginellt riskbidrag och inte behöver beaktas vidare i denna riskutredning.

3.4.4 Fortifikationsverket

Fortifikationsverket är fastighetsägare och Militärhögskolan Karlberg hyr in sig på området. Enligt Magnus Östergren (2016) på Fortifikationsverket hanterar Fortifikationsverket diesel inom området för eget bruk. Tidigare har de även hanterat gasol på området men den är enligt Östergren (2019) avvecklad.

Dieselförvaringen sker i en mindre plåtbyggnad ca 30 m sydost om planområdet på parkeringen bakom Fortifikationsverkets garagebyggnad. Enligt Manner (2019) förvaras högst 200 l diesel uppdelat på 25 liters dunkar i plåtbyggnaden. Vid påfyllning transporteras de tomma dunkarna via Ekelundsvägen till en tankstation i Solna. Detta innebär att ingen tankbil kör in på området och fyller på dieseldunkarna,

Om all diesel skulle läcka ut och antända skulle de kunna ge upphov till en ca 6,5 m² stor pölbrand med en höjd på ca 7 m. En pölbrand i den storleken har ett konsekvensområde som understiger 6 m. Detta innebär att om det skulle ske ett läckage och all brandfarlig vätska läcker ut och antänds så kommer de som vistas inom planområdet enbart påverkas marginellt.

Transporterna med diesel sker på Ekelundsvägen förbi planområdet, hastigheten på vägavsnittet är begränsad till att vara högst 40 km/h. Brandkonsulten AB bedömer risken för avåkning/kollision är låg med hänsyn till den låga hastigheten och att transporterna inte behöver beaktas i föreliggande analys.

Med hänsyn till att det enbart förvaras en mindre mängd diesel vid Fortifikationsverkets garagebyggnad, dieseldunkarna fylls på vid en tankstation samt att avståndet till planområdet är ca 30 m bedömer Brandkonsulten AB att hanteringen och förvaringen av diesel ger ett marginellt riskbidrag. Risker kopplade till transporterna samt förvaringen kommer därmed inte att hanteras vidare i denna riskanalys.

3.4.5 Pampas Marina

Väster om planområdet ligger småbåtshamnen Pampas Marina. Inom området finns även en restaurang, båtvarv och verkstad. Enligt Toni Parwén (2016) på Pampas Marina hanterar de gasol, olja samt spillolja.

Gasolen levereras med båt och förvaras i container men det är inte fastställt hur ofta det sker leveranser av gasol till marinan eller hur mycket gasol som transporteras.

Olja används i verkstaden men enligt Parwén hanterar de endast en liten mängd olja, vilken förvaras inomhus och invallat i verkstäderna. Inom området finns det även två stycken oljeavskiljare vilka töms två gånger per år.

På marinans miljöstation mellanlagras spillolja innan den transporteras bort och maximalt förvaras det 990 l spillolja inom området. Borttransportering av spillolja sker ungefär en gång i månaden.

Det är inte fastställt på vilka vägar transporterna av farligt gods sker. Brandkonsulten AB bedömer dock att det är mest rimligt att transporter kommer norrifrån på Ekelundsvägen och därmed inte passerar på vägavsnittet direkt intill planområdet. Detta med hänsyn till att om transporterna passerar planområdet kommer de att åka igenom Kungsholmen och det råder förbud av transporter av farligt gods i Stockholms innerstad.

Avstånd mellan planområdet och Pampas Marina respektive den del av Ekelundsvägen där transporterna förväntas ske är ca 370 m.

Med hänsyn till att transporterna inte förväntas ske på vägavsnittet direkt intill planområdet samt avståndet (ca 370 m) mellan transporter/förvaring och planområdet bedömer Brandkonsulten AB att Pampas Marinas hantering av farligt gods ger ett marginellt riskbidrag. Risken med transporterna kommer därmed inte att hanteras vidare i denna riskanalys.

3.4.6 Pampas Båtmack

Väster om planområdet ligger Pampas Båtmack. Enligt Mats Söderlund (2016) på Pampas Båtmack hanterar de endast bensin och diesel. Verksamheten är endast öppen sommartid mellan maj och augusti. Under den här perioden kommer det leveranser av drivmedel 1–2 gånger i veckan och totalt levererades ca 330 m³ drivmedel under 2015. Enligt Söderlund kommer transporterna norrifrån och åker samma väg tillbaka, vilket innebär att farligt godstransporterna inte passerar planområdet.

Med hänsyn till att transporterna inte sker direkt förbi planområdet bedömer Brandkonsulten AB att transporter av brandfarlig vätska till Pampas Båtmack ger ett marginellt riskbidrag och därmed inte behöver beaktas i denna riskbedömning.

3.4.7 Ingo, Armégatan

Ca 900 m nordväst om planområdet ligger tankstationen Ingo. Till tankstationen sker främst transporter av brandfarlig vätska men Brandkonsulten AB har inte fått ta del av på vilka vägar leveranser av drivmedel transporteras. Brandkonsulten AB bedömer dock att transporterna rimligtvis inte sker på Ekelundsvägen förbi planområdet med hänsyn till att det råder förbud mot transporter av farligt gods i Stockholms innerstad.

Med hänsyn till att transporterna inte förväntas ske på Ekelundsvägen förbi planområdet bedömer Brandkonsulten AB att transporterna av drivmedel till tankstationen inte ger något riskbidrag. Risken med transporterna kommer därmed inte att hanteras vidare i denna riskanalys.

4 Riskuppskattning

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

4.1 Essingeleden (E4)

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, 2015a).

En olycka på Essingeleden, där ett fordon som transporterar farligt gods är inblandad, kan leda till utsläpp vilket kan påverka planområdet. Om ämnet är brandfarligt kan antändning av ett utsläpp leda till höga strålningsnivåer mot området.

I Tabell 3 i Appendix A framgår det att brandfarlig vätska utgör störst andel av alla transporter av farligt gods på Essingeleden. Därefter är transporter med brandfarlig gas vanligast tillsammans med frätande ämnen.

En eventuell olycka på Essingeleden som ger upphov till en pölbrand eller jetflamma beräknas högst ge upphov till ett konsekvensområde om ca 40 m, se konsekvensberäkningar i Appendix B - Konsekvenser vid pölbrand samt Appendix E - Konsekvenser vid brandfarlig gas. Med hänsyn till att avståndet mellan Essingeleden och planområdet/byggnad som minst är ca 60 m är Brandkonsulten AB:s brandtekniska bedömning att den infallande värmestrålningen från en olycka med brandfarlig vätska/gas kommer att vara låg och inte uppnå kritiska värden. Brandkonsulten AB bedömer därför att en olycka som ger upphov till en pölbrand eller jetflamma inte kommer att ha en betydande påverkan på berörd byggnad och hanteras inte vidare i denna riskanalys. I den brandtekniska bedömningen ligger Essingeledens placering i höjddled i förhållande till planområdet (Essingeleden ligger på en högre nivå) samt att ytan mellan Essingeleden och planområdet har vegetation.

En olycka med brandfarlig gas som ger upphov till en BLEVE kan påverka planområdet och risken med denna typ av olycka kommer därför att beaktas vidare i denna riskanalys.

Brandfarlig gas kan transporteras som styckegods. En olycka med transport av styckegods skulle kunna påverka planområdet eftersom splitter från en olycka kan tänkas nå planområdet. Risken med olycka med styckegods kommer därför att beaktas vidare i denna riskanalys.

Risken för personskador till följd av en olycka med frätande ämnen bedöms som liten med hänsyn till att konsekvensområdet vid utsläpp är relativt kort och bedöms understiga 57 m. Risken med en olycka som ger upphov till ett utsläpp av frätande ämnen hanteras därför inte vidare i denna riskanalys.

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 riskanalys.

En olycka med explosiva varor bedöms kunna leda till allvarliga konsekvenser inom ett stort område. Brandkonsulten AB bedömer därför att det är lämpligt att uppskatta och värdera riskerna för denna typ av transporter.

En eventuell avåkning bedöms inte kunna träffa den aktuella byggnaden med hänsyn till att avståndet mellan Essingeleden och byggnaden är som minst ca 57 m. Med hänsyn till det långa avståndet mellan byggnaden och Essingeleden bedömer Brandkonsulten AB att riskerna med avåkning inte behöver beaktas vidare i riskanalysen.

Baserat på ovanstående har följande olycksscenarier analyserats.

Olycksscenarier på Essingeleden

- 1. Olycka med transport av massexplosivt ämne (klass 1.1)**
 - a. Detonation av 2 ton massexplosivt ämne
 - b. Detonation av 9 ton massexplosivt ämne
 - c. Detonation av 16 ton massexplosivt ämne
- 2. Olycka med transport av brandfarlig gas**
 - a. Styckegods
 - b. BLEVE
- 3. Olycka med transport av giftig gas**
 - a. Litet utsläpp
 - b. Mellanutsläpp
 - c. Stort utsläpp

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

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

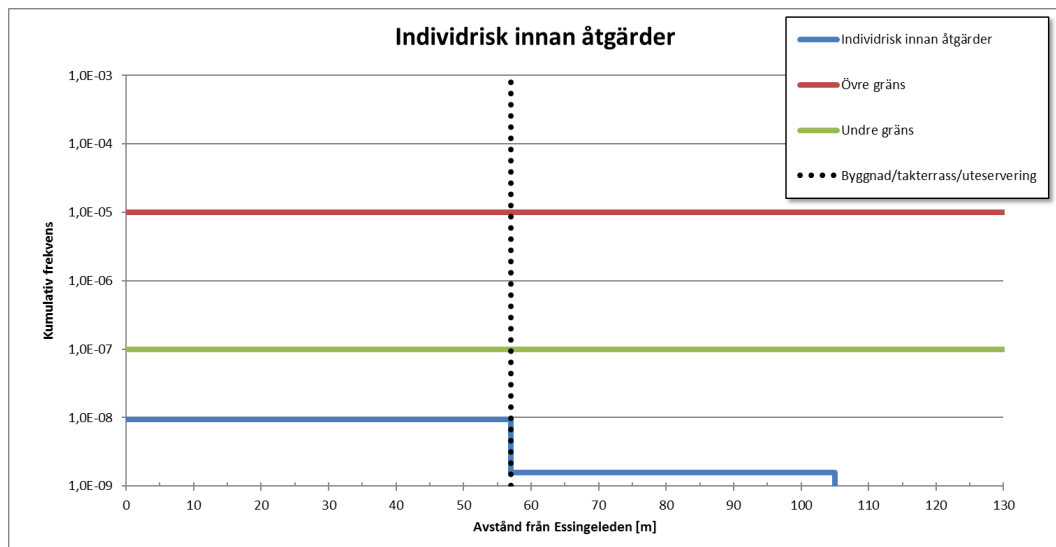
5 Riskvärdering

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 7 redovisar individrisken som diagram över risknivån som funktion av avstånd från Essingeleden (riskkällan).

I nedanstående individriskprofil är olycksscenarioer med brandfarlig vätska samt med brandfarlig gas som ger upphov till en jetflamma inte redovisade med hänsyn till att dessa olyckor inte förväntas påverka den berörda byggnaden då konsekvensområdet för dessa olyckor understiger avståndet mellan Essingeleden och planerad byggnad.



Figur 7. Individrisk innan åtgärder.

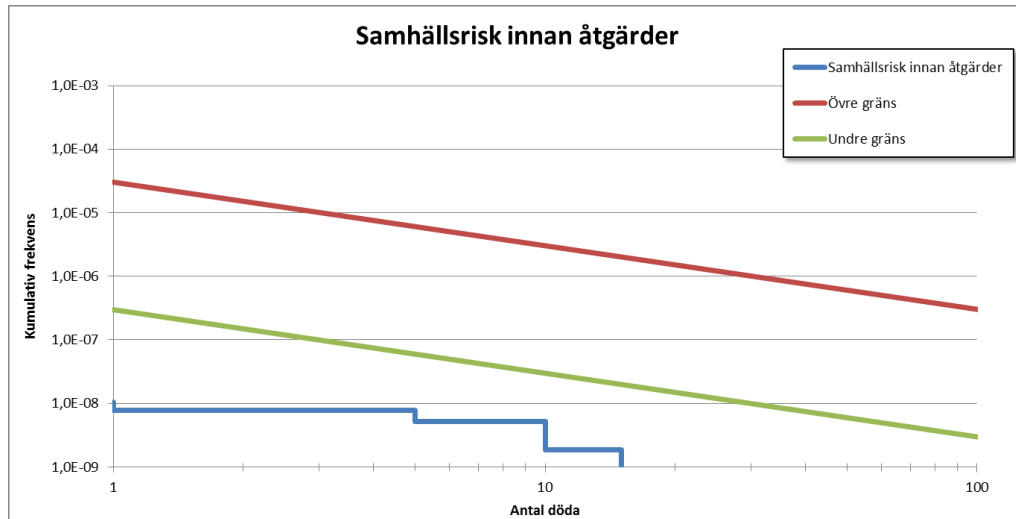
Den svarta prickade linjen visar det kortaste avståndet (57 m) från Essingeleden som byggnaden kommer att uppföras. Den svarta prickade linjen visar även det kortaste avståndet mellan Essingeleden och takterrassen respektive uteserveringen. Byggnaden uppförs dock inte parallellt längs med Essingeleden och det är enbart en mindre del av byggnaden som hamnar inom 57 m från vägen. Även en liten del av takterrassen samt uteserveringen i markplan hamnar inom 57 m från Essingeleden.

I Figur 7 framgår det att individrisken uppgår som mest till ca 1×10^{-8} och att gränsen för acceptabel individrisk utan att några åtgärder behöver vidtas uppgår till 1×10^{-7} . Detta innebär att individrisken är acceptabel och att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas. Med hänsyn till de låga risknivåerna samt avståndet till Essingeleden bedömer Brandkonsulten AB även att takterrassen och uteserveringen i markplan kan nyttjas enligt planerat.

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 planområdet och de personer som vistas inom detsamma.

Figur 8 visar samhällsrisk i form av FN-kurva. Observera att acceptanskriterierna har skalats om till den studerade vägsträckans längd. Kriterierna har reducerats till 30 % med hänsyn till att den undersökta vägsträckan är 600 m (60 % av 1 km) och att det endast är påverkan på ena sidan av vägsträckan som analyseras (hälften av 60 %).



Figur 8. Samhällsriskskurva innan åtgärder.

FN-kurvan visar att risknivån ligger under ALARP-området, dvs i området för acceptabel risknivå. En större explosion samt en BLEVE på Essingeleden ger ett utslag på samhällsrisken men sannolikheten att någon av dessa olyckor inträffar är så pass låg att risknivån inte hamnar inom eller över ALARP-området. Detta innebär att samhällsrisken utan riskreducerande åtgärder ligger under ALARP-området.

Antalet människor som förväntas omkomma till följd av respektive scenario har valts konservativt och uppskattning av antalet omkomna vid respektive scenario framgår i Appendix B-E. Överslagsberäkningar för scenariot kopplade till massexplosioner har genomförts som en del i en känslighetsanalys, där antalet omkomna kraftigt har varierats. Exempelvis kan nämnas att ett så stort antal som 50 omkomna vid en mass-explosion ej påverkar samhällsrisken till att ligga inom ALARP-området.

6 Riskreducerande åtgärder

Resultatet av analysen visar på att risknivåerna mot och inom byggnaden är acceptabla under förutsättning att använda indata är representativa för det verkliga utfallet.

Osäkerheterna i analysen medger en viss spridning på individ och samhällsriskskurva kring de värden som räknats fram men då nivån för samhällsriskskurva och individrisk hamnar en bit under acceptabel risk kan riskreducerande åtgärder på byggnaden inte anses skäligen utifrån osäkerheterna.

Brandkonsulten AB rekommenderar att området mellan byggnad och Essingeleden bör utformas så att stadigvarande vistelse undviks. Detta för att minska eventuella konsekvenser vid en mer omfattande farligt godsolycka med t ex massexplosiva ämnen. Att nyttja området för park, promenadstråk, utegym etc bedöms som lämpligt. Avseende takterrassen samt uteserveringen i markplan bedömer Brandkonsulten AB att dessa kan nyttjas till stadigvarande vistelse med hänsyn till de låga risknivåerna (risknivåerna ligger under ALARP-området) samt att avstånd till Essingeleden är som minst ca 57 m.

7 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 transporterat farligt gods angivna i form av intervall som erhållits från Räddningsverket ska beaktas med försiktighet. Brandkonsulten AB har generellt sett valt att vara konservativ i bedömningarna och har valt att använda statistik som samlades in under september år 2006 eftersom det noterades fler transporter av farligt gods vid den kartläggningen än vid kartläggningen som genomfördes år 1998. De bedömningar som har gjorts i analysen 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 svagheterna och osäkerheterna 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.

8 Slutsats

Utifrån genomförda beräkningar med avseende på frekvenser och konsekvenser är Brandkonsulten AB:s bedömning att risknivån för det nya planområdet är acceptabel, även utan riskreducerande åtgärder.

Brandkonsulten AB rekommenderar att området mellan byggnad och Essingeleden utformas så att stadigvarande vistelse undviks. Detta för att minska eventuella konsekvenser vid en mer omfattande farligt godsolycka med t ex massexplosiva ämnen. Att nyttja området för park, promenadstråk, utegym etc bedöms som möjligt. Avseende takterrassen samt uteserveringen i markplan bedömer Brandkonsulten AB att dessa kan nyttjas till stadigvarande vistelse med hänsyn till att avståndet till Essingeleden är som minst ca 60 m samt de låga risknivåerna då både samhällsriskerna och individriskerna ligger under ALARP-området.

9 Referenser

- Davidsson, G., Lindgren, M., & Mett, L. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Ek, H. (2016). Trafikverket, telefonsamtal 2016-01-26.
- 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), Fakta 2016:4. *Planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*.
- Manner, P. (2019). Fortifikationsverket, telefonsamtal, 2019-01-30.
- Militärhögskolan Karlberg (2016). Möte, 2016-03-21.
- Militärhögskolan Karlberg (2019). Telefonsamtal, 2019-02-05.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2015a). *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). (2015b). *Räddningstjänst i siffror 2014*. [elektronisk], tillgänglig: <<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27615.pdf>> [Hämtad: 2017-02-24].
- 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.
- Parwén, T. (2016). Pampas Marina, mailkonversation 2016-02-24.
- 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.
- Söderlund, M. (2016). Pampas Båtmack, telefonkonversation, 2016-02-25.
- Östergren, M. (2016). Fortifikationsverket, möte, 2016-03-21.
- Östergren, M. (2019). Fortifikationsverket, telefonsamtal, 2019-01-30.

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, 2015a).

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

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

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. Informationen är inte heltäckande, men ger en indikation på hur situationen ser ut samt hur den har förändrats de senaste åren.

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. 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, samt andelar av totalt antal transporter.

ADR-klass	Fördelning enligt kartläggning 2006
2.1 Brännbara gaser	12 %
2.2 Icke brännbara, icke giftiga gaser.	87,8 %
2.3 Giftiga gaser	0,2 %

Kartläggningarna från 1998 respektive 2006 är uppdelade för respektive klass. I Tabell 3 redovisas transportmängderna av respektive klass på Essingeleden enligt kartläggningarna 1998 och 2006. Statistiken har räknats om till årsbasis för att förenkla jämförelse mellan underlagen.

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

ADR-Klass	E4/E20 Essingeleden, genomförd under 1998. Antal 1000 ton	E4/E20 Essingeleden genomförd under 2006. Antal 1000 ton
1.1 Explosiva ämnen	0,08-0,2 ¹	0-0,08 ²
2.1 Brandfarliga gaser	2,4-7,2 ³	0-22
2.2 Icke brandfarlig, icke giftig gas	18-53 ⁴	106-160
2.3 Giftiga gaser	0,04-0,12 ⁵	0-0,3
3. Brandfarliga vätskor	200-440	990-1190
4. Fasta brännbara ämnen	0,8-2,8	4-8
5. Oxiderande ämnen	2-10	0-6
6. Giftiga ämnen	0,04-0,8	11-14
7. Radioaktiva ämnen	-	0,01-0,6
8. Frätande ämnen	4-20	0-140
9. Övriga ämnen och föremål	0,8-4	0-140
Total mängd, alla klasser	230 - 540	1100 - 1680

Med hänsyn till att det noterades fler transporter vid kartläggningen år 2006 har medelvärden från den undersökningen legat till grund för denna riskanalys.

Utifrån tillgänglig statistik från Räddningsverket (2006) har Brandkonsulten AB studerat omfattningen av transporter av farligt gods.

ses genomsnittsvärden från 2006 års undersökning och det är dessa siffror som har använts i denna riskanalys. Statistiken är förknippad med vissa osäkerheter eftersom andelen samt antalet transporter av farligt gods kan ha förändrats på 10 år.

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

² Skattning att 10 % av samtliga transporter av Klass 1 utgörs av Klass 1.1

³ Skattning från statistik för september 2006 av procentuell andel som utgörs av 2.1.

⁴ Skattning från statistik för september 2006 av procentuell andel som utgörs av 2.2.

⁵ Skattning från statistik för september 2006 av procentuell andel som utgörs av 2.3.

Tabell 4: Uppskattade farligt godstransporter på Essingeleden.

ADR-klass	Genomsnittsvärden för undersökning på E4/E20 Essingeleden genomförd under 2006. Antal 1000 ton/år
1.1 Explosiva ämnen	0,04
2.1 Brandfarliga gaser	11
2.2 Icke brandfarlig, icke giftig gas	133
2.3 Giftiga gaser	0,15
3. Brandfarliga vätskor	1090
4. Fasta brännbara ämnen	6
5. Oxiderande ämnen	3
6. Giftiga ämnen	13
7. Radioaktiva ämnen	0,3
8. Frätande ämnen	70
9. Övriga ämnen och föremål	70
Total mängd, alla klasser	1397

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 Essingeleden. 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 kollisionsolyckor 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 kollisionsolyckor

Antalet singel- och kollisionsolyckor 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 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 (VMDT)

Trafikverket har prognostiserat vad vardagsmedeldygnstrafiken på Essingeleden kan förväntas vara år 2035 om Förbifart Stockholm byggs samt om den inte byggs. Förbifart Stockholm beräknas avlasta Essingeleden med ca 50 000 fordon varje dag år 2035 (Ek, 2016). I denna riskanalys har VMDT för år 2035 utan Förbifart Stockholm använts med hänsyn till att Essingeleden kommer att utgöra omledsväg vid de tillfällen då Förbifart Stockholm är avstängd. Slutresultatet kommer att vara konservativt eftersom antalet transporter på Essingeleden förväntas vara färre i och med att förbifarten öppnar.

Antalet fordon på berörd del av Essingeleden år 2035 förväntas vara ca 160 000 (Ek, 2016).

Vägdelen där Essingeleden passerar berört område har uppskattats till 300 m.

A.2.3 Andelen fordon som är skyltade med farligt gods

Enligt avsnitt A.1 utgör transporter med brandfarliga vätskor det största antalet transporter förbi aktuellt område. En medeltransport av farligt gods bedöms därför utgöras av brandfarliga vätskor. En transport med brandfarliga vätskor brukar normalt omfatta ca 40 ton. Det innebär vidare att Brandkonsulten AB uppskattar att det för närvarande sker 34 925 transporter av farligt gods per år förbi området, vilket i sin tur ger ca 96 transporter av farligt godstransporter per dygn.

Andelen fordon skyltade med farligt gods är därmed $96/160\,000 = 0,0006 = 6 \cdot 10^{-4}$, givet att det totala trafikflödet uppgår till ca 160 000 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 vägvägsnittet = Ekv 1.

Y = andelen singelolyckor på vägvägsnittet (tabellvärde).

X = andelen transporter skyltade med farligt gods.

Området inom vilket olycksfrekvensen analyseras betraktas som tätort. Det aktuella avsnittet av Essingeleden betraktas som motorväg och har hastighetsbegränsningen 70 km/h. Enligt tabellvärden i SRV (1996) ger detta en olyckskvot på 0,60 och andel singelolyckor på 0,30. Vägvägsnittet förbi området är ca 300 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 vägvägsnitt som inkluderas i analysen utökas med 150 m åt vardera hållet. Detta ger en total längd av ca 600 m för det analyserade vägvägsnittet.

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, Motorväg, 70 km/h	
Längd (a)	0,60	
VMDT (b)	160 000	
Trafikarbete (a*b*365*10E-6=c)	35,04	
Olyckskvot (tabell)	0,60	
Antal olyckor (olyckskvot*c) (O)	21,02	
Andel singelolyckor (Y)	0,3	
Antal fordon skyltade med FG per dygn	96	
Andel fordon skyltade med FG (X)	6,00E-04	
Antal fordon skyltade med FG i trafikolycka per år (modellen)	2,14E-02	per år
Förväntat antal år mellan fordon skyltade med FG i trafikolycka	47	år

Ovanstående beräkningar visar att frekvensen för trafikolyckor som involverar farligt godsfordon på Essingeleden förbi berört området är ca $2,14 \cdot 10^{-2}$ olyckor per år. Detta innebär att det på platsen förväntas ske en trafikolycka med farligt godsfordon på ca 47 år.

A.3 Händelseträdsanalys

De olycksscenarier som identifierats i avsnitt 0 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 Essingeleden 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 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 Essingeleden har andelen styckegods antagits utgöra 10 % av transportererna med brandfarlig gas.

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. 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 16320 stycken insatser för trafikolycka. Under samma period genomfördes 4190 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, 2015b). 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 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 konsekvensområde.

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, d v s beräkning av den s k synfaktorn (Φ).

Emitterad effekt

Vid beräkningarna i denna rapport har flammans genomsnittliga temperatur antagits vara $835 \text{ }^\circ\text{C}$ vilket motsvarar en emitterad effekt på 85 kW/m^2 .

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: $0,1 \text{ kg/s}$, totalt utsläppt mängd: 180 kg ($0,3 \text{ m}^3$).
2. Mellanutsläpp: $1,1 \text{ kg/s}$, 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).

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

Tabell 6: 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} = 500 m ²
Diameter [m]	3,6	11,3	25
Flamhöjd [m]	7,7	17,2	30

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 $15 \text{ kW}/\text{m}^2$ och den emitterade effekten är $85 \text{ kW}/\text{m}^2$ 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 $15 \text{ kW}/\text{m}^2$. I tabellen framgår det även antalet förväntat omkomna vid respektive scenario.

Tabell 7: Beräknat avstånd från respektive pölbrand då den infallande strålningsintensiteten är $15 \text{ kW}/\text{m}^2$

	Liten pölbrand Area _{pöl} = 10m ²	Mellanpölbrand Area _{pöl} = 100m ²	Stor pölbrand Area _{pöl} = 500m ²
Avstånd från flammen till strålningsintensitet på $15 \text{ kW}/\text{m}^2$ [m]	6	17	33
Antal omkomna [st]	0	0	0

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 stor pölbrand på 500 m² ger upphov till ett konsekvensområde av 33 m. Avståndet mellan Essingeleden och planområdet är ca 57 m, vilket innebär att en pölbrand på Essingeleden inte kommer att kunna påverka planområdet. Konsekvenserna till följd av en olycka som ger upphov till en pölbrand bedöms därför vara 0 inom planområdet.

Appendix C Konsekvensberäkning – Ämnen eller föremål med risk för massexplosion

C.1 Förutsättningar

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.

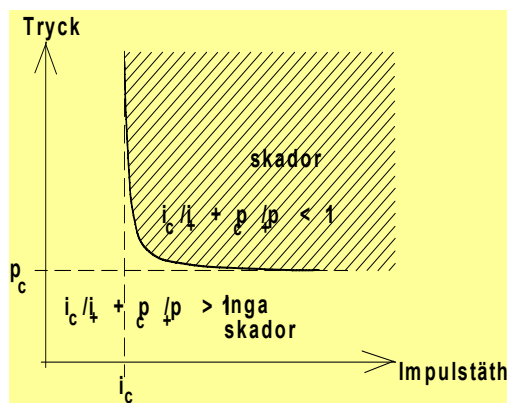
Följande beräkningsmodeller från FN (United Nations) kan användas för att uppskatta konsekvenser vid massexplosioner för olika laddningsmängder.

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 (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 exterior in-fill 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	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
	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
Masonry	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.

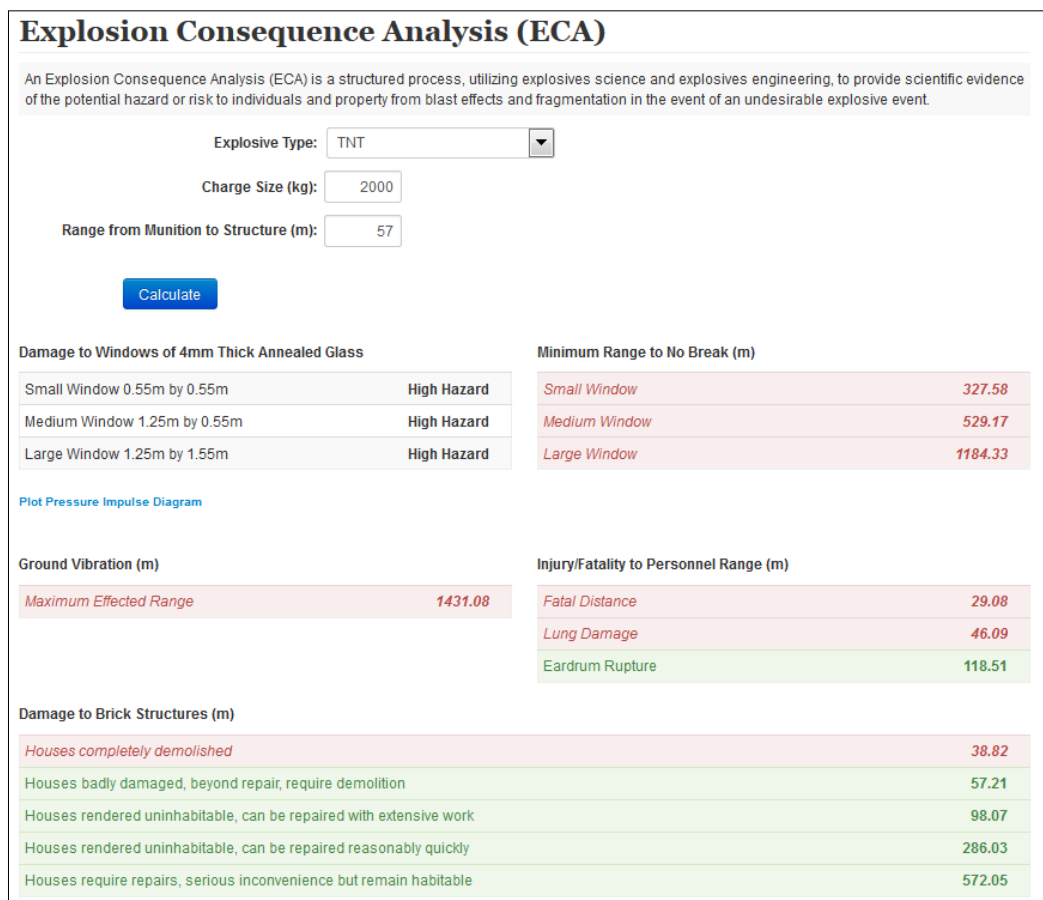
Till ovan nämnda modeller anges endast en begränsad mängd indata och respektive modell ger information samt resultat som inte går att kontrollera eller beräkna. Brandkonsulten AB är medveten om svagheterna och osäkerheterna kring modellernas resultat. Resultaten ska därför mer betraktas som tendenser 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. Motivet till att modell nummer 2 har valts är kopplat att projektet är i ett tidigt skede och att byggnadens konstruktion i detalj inte är fastställd.

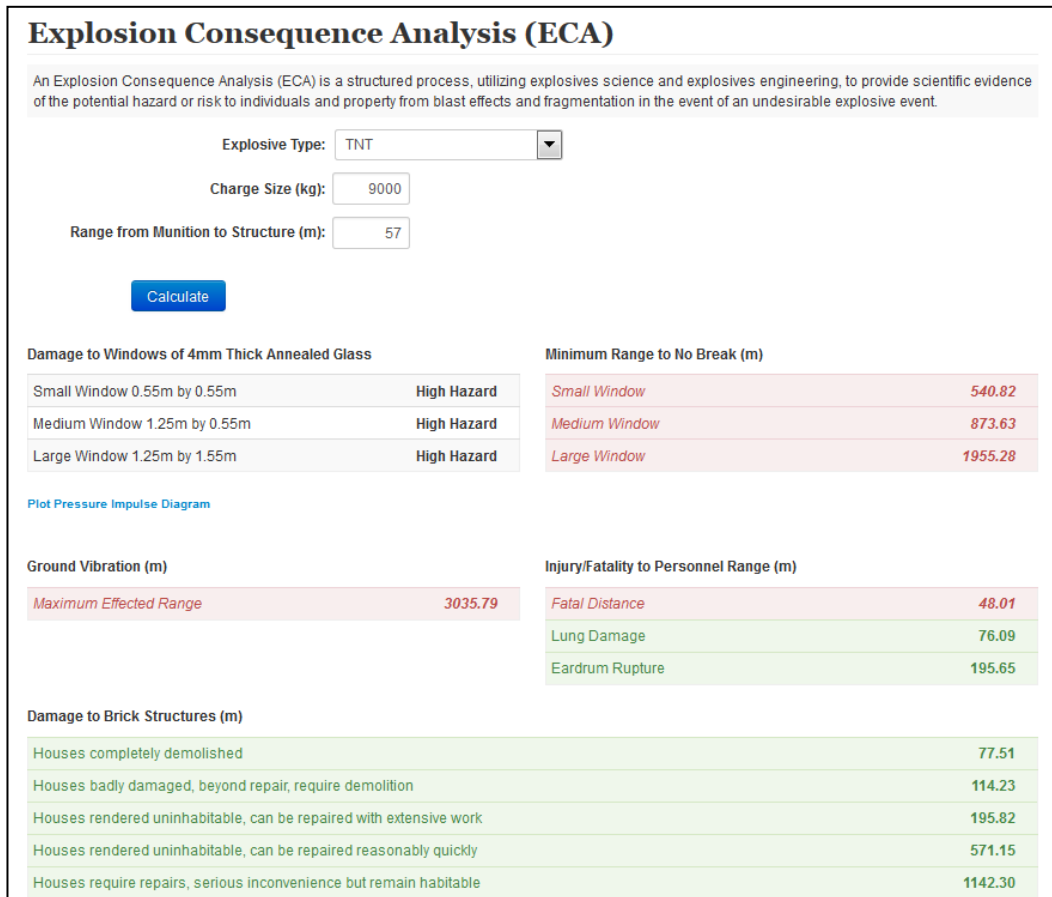
Antagna laddningsvikter baseras dels på information från FOI (Forsén, 2015), dels ADR-S bestämmelserna för transporter av farligt gods på väg där 16 ton är maximal transportmängd.

C.2 Resultat

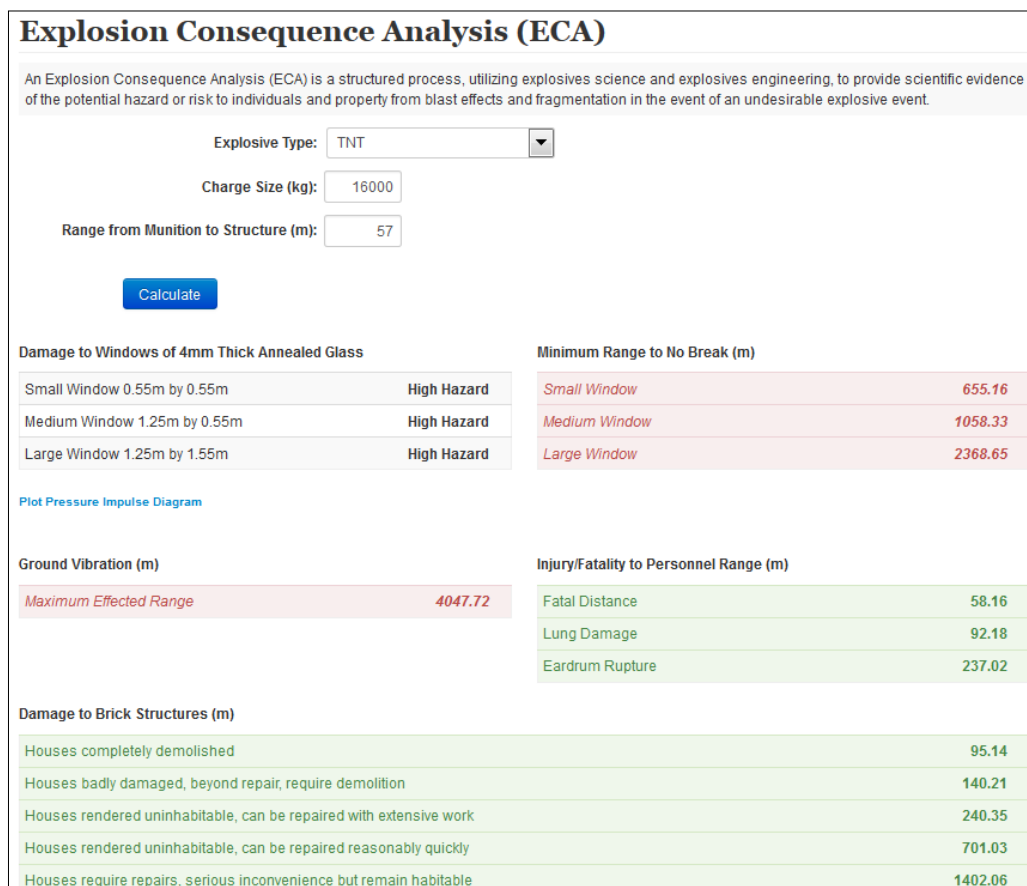
Nedan presenteras resultaten från modell 2 för de tre valda scenarierna 2000 kg, 9000 kg och 16 000 kg laddningsvikt.



Figur 9. Konsekvenser med 2000 kg laddningsvikt på ett avstånd 57 m till byggnad.



Figur 10. Konsekvenser med 9000 kg laddningsvikt på ett avstånd 57 m till byggnad.



Figur 11. Konsekvenser med 16000 kg laddningsvikt på ett avstånd 57 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 40 m för 2 ton laddningsvikt, ca 80 m för 9 ton laddningsvikt och ca 95 m för 16 ton laddningsvikt.

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 mellan konsekvensområde "Fatal distance" och byggnad	ca 30	ca 10	0
Antal omkomna [st]	1	5	10

Ny kontorsbyggnad uppförs med prefabstomme med stålpelare och plattbärlag/håldäck av betong. Fasaden kommer att utformas med ljusstenmaterial samt mörkare plåtytor samt glaspartier. Plåt- och glaspartierna kan komma att kompletteras med solceller.

För scenario liten och mellanstor explosion bedöms en person, respektive fem personer omkomma p g a glassplitter från fönsterpartier som går sönder. För scenario stor explosion bedöms 10 personer omkomma p g a allvarliga skador på fönster och byggnad.

Som en del i känslighetsanalysen har överslagsberäkningar genomförts där antalet omkomna kraftigt har varierats. Exempelvis kan nämnas att ett så stort antal som 50 omkomna ej påverkar samhällsriskerna till att hamna inom ALARP-området.

C.3 Slutsats och diskussion

I de beräkningar som har gjorts enligt modell 2 framkom det att ingen inom planområdet omkommer direkt till följd av en explosions tryckvåg. I samtliga scenarier går dock fönster sönder, vilket kan medföra att människor förolyckas.

Vid en liten, respektive mellanstor explosion på Essingeleden görs antagandet att 1, respektive 5 personer omkommer till följd av glassplitter i respektive scenario. Vid en stor explosion på Essingeleden visar beräkningarna att en tegelbyggnad inom 95 m från explosionens centrum raseras. Med hänsyn till att ny kontorsbyggnad ej kommer att uppföras som en tegelkonstruktion görs antagandet att 10 personer omkommer i detta scenario.

Utifrån ovanstående antaganden om antalet omkomna och i kombination med sannolikheten för att respektive scenario ska inträffa är risknivån, d v s samhällsriskerna, 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 50 omkomna vid en explosion, där både liten, mellanstor och stor explosion har studerats), dock utan att samhällsriskerna påverkas till att hamna inom ALARP-området.

Brandkonsulten AB rekommenderar att området mellan byggnad och Essingeleden bör utformas så att stadigvarande vistelse undviks. Detta för att minska eventuella konsekvenser vid en mer omfattande farligt godsolycka med t ex massexplosiva ämnen. Att nyttja området för park, promenadstråk, utegym etc bedöms som lämpligt. Brandkonsulten AB bedömer dock att byggnadens takterrass kan nyttjas till stadigvarande vistelse.

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 klorlukta 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 9: 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]	0	15	30

D.2 Slutsats och diskussion

Med hänsyn till att avståndet mellan planområdet och Essingeleden överstiger konsekvensområdet för ett litet gasutsläpp på Essingeleden bedömer Brandkonsulten AB att ingen förväntas omkomma till följd av utsläppet.

Ett medelstort samt stort utsläpp skulle dock kunna påverka de människor som vistas i byggnaden. Brandkonsulten AB bedömer att endast människor som vistas utanför byggnaden, exempelvis på takterrassen, kan förväntas omkomma till följd av gasutsläppet. I denna riskanalys görs antagandet att 15 personer omkommer till följd av ett medelstort utsläpp och att 30 personer omkommer till följd av ett större utsläpp. Uppskattningen av antal omkomna är konservativt eftersom de som vistas utanför byggnaden bedöms att med enkla medel sätta sig i säkerhet inomhus.

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

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 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:

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

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

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 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

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

E.1 Resultat

Nedan presenteras skaderadien samt förväntat antal döda för respektive scenario.

Tabell 10: 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	10

E.2 Slutsats och diskussion

Med hänsyn till att avståndet mellan planområdet och Essingeleden överstiger konsekvensområdet för en jetflamma på Essingeleden bedömer Brandkonsulten AB att ingen förväntas omkomma till följd av en jetflamma på vägavsnittet.

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

Konsekvensområdet för en BLEVE överstiger avståndet mellan planområdet och Essingeleden 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. I denna riskanalys görs antagandet att 10 personer omkommer till följd av flygande splinter.

Appendix F Riskberäkningar

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	
Masseexplodiva ämnen	0,13	0,00003	Medel	0,33	0,1	1	1	2,63E-09	57	1	
					0,000235905	1	1	6,21E-12	57	1	
					0,1	1	1	2,63E-09	57	5	
			Stort	0,33	0,000235905	1	1	6,21E-12	57	5	10
					0,1	1	1	2,63E-09	57	10	
					0,000235905	1	1	6,21E-12	57	10	
Stycke gods	0,1	0,03	0,0028	0,1	1	1	6,10E-12	200	1		
				0,001	1	1	7,26E-10	105	10		
				0,625	0,5	1	3,09E-09	25	0		
Brandfarlig gas	0,0043	0,0079	Medel	0,208	1	0,5	1,03E-09	126	15		
					1	0,5	8,27E-10	470	30		
Giftig gas	0,0043	0,00011	Stort	0,167	1	0,5	1	470	30		
Övrigt		0,9920									