

Paradisbacken 33 m. fl
Paradisgaraget
Huddinge Samhällsfastigheter AB
Stockholm

Underlag för detaljplan

Risikanalyis av transporter av farligt gods

Status
Utgåva
Datum

Slutlig
2
2022-11-29

Uppdragsbeteckning
Handlingsbeteckning
Skapad
Sidor

4210,052
FT8-01
2022-11-29
51

Handläggare
E-post handläggare

Max Myrhede
max.myrhede@firetech.se

Uppdragsansvarig
E-post uppdragsansvarig

Markus Filipek
markus.filipek@firetech.se

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
4210,052	FT8-01	2022-11-29	2022-11-29	2	2 (51)

Sammanfattning

På fastighet Paradisbacken 33 m. fl., Huddinge, har Huddinge Samhällsfastigheter AB givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys för att utreda riskerna i samband med transporter av farligt gods samt vilka eventuella riskreducerande åtgärder som är lämpliga. I detta dokument presenteras resultatet av detta arbete.

Genomförande av riskanalysen inleddes med en kartläggning och beskrivning av närområdet. Därefter genomfördes en riskidentifiering där risker i samband med transporter av farligt gods på transportleden identifierades.

I närheten av Paradisgaraget finns en drivmedelsstation, som lagrar vissa mängder brandfarlig vätska och gas samt är målpunkt för transporter av dessa. På drygt 50 meters avstånd går Västra Stambanan, där det förväntas transporter av farligt gods. På 122 meters avstånd går Storängsleden som är en rekommenderad farligt gods-led, där det förväntas transporteras farligt gods.

På grund av mängden farligt gods som förväntas transporteras, kombinerat med korta avstånd mellan Paradisgaraget och transportled, bedömdes risken initialt som hög. Med anledning av detta har en fördjupad kvantitativ riskanalys genomförts.

Resultaten av riskanalysen visar att beräknad individ- och samhällsrisknivå ligger inom ALARP-område där risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna.

Med hänsyn till Paradisgaragets nära placering till Kommunalvägen rekommenderar FireTech Engineering AB att Paradisgaraget ska uppfylla följande krav:

- Fasad inom 25 meters avstånd från Kommunalvägen ska utföras obrännbar.
- Centrum-verksamhet ska förläggas minst 25 meter från Kommunalvägen eller
- om centrum-verksamhet förläggs inom 25 meter ska det finnas en utrymningsväg bort från Kommunalvägen.

För byggnader som ligger längre bort från Kommunalvägen krävs inga skyddsåtgärder avseende risker som identifierats i riskutredningen.

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att personsäkerheten är acceptabel för personer som befinner sig i Paradisgaraget utifrån genomförd riskvärdering och förekommande transporter av farligt gods.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
4210,052	FT8-01	2022-11-29	2022-11-29	2	3 (51)

1	ALLMÄNT	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	1
1.3	Avgränsningar	1
1.4	Uppdragsgivare	1
1.5	Utgåva	1
1.6	Metod och rapportens uppläggning	1
1.7	Kvalitetssäkring	2
2	RISKHÄNSYN I DEN FYSISKA PLANERINGEN	3
2.1	Planläggning vid transportleder för farligt gods	3
2.2	Kriterier för riskvärdering	3
2.3	Principer för riskvärdering	4
3	ÄMNESKLASSER OCH DESS KONSEKVENSER	6
4	OMRÅDESBESKRIVNING	7
5	INLEDANDE KVALITATIV ANALYS	10
5.1	Riskidentifiering	10
5.2	Transporter av farligt gods på Storängsvägen	11
5.3	Transporter av farligt gods på Västra stambanan	12
5.4	Kommunalvägen	13
5.5	Drivmedelstation	14
5.6	Swerock bergtäkt	14
6	ÖVERSIKTLIG RISKBEDÖMNING OCH RISKVÄRDERING	15
7	KVANTITATIV RISKANALYS	16
7.1	Resultat individrisk	16
7.2	Resultat samhällsrisk	18
7.3	Osäkerheter och känslighetsanalys	19
8	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	23
9	RISKVÄRDERING	28
10	REKOMMENDATIONER OCH ÅTGÄRDER	29
11	SLUTSATS	29
	REFERENSER	30
	BILAGA A FREKVENNS OCH SANNOLIKHETSBERÄKNING	32
A.1	Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på väg	32
	BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR	40
B.1	Allmänt	40
B.2	Parametrar som påverkar beräkningar i ALOHA	42
B.3	ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas	43
B.4	ADR klass 3 - Olycka med brandfarlig vätska	45
	BILAGA C – BERÄKNINGAR AV INDIVID- OCH SAMHÄLLSRISK	46
C.1	Individrisk	46
C.2	Samhällsrisk	47

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	
4210,052	FT8-01	
Status	Skapad	Sida
Slutlig	2022-11-29	1 (51)
Signatur	Datum	Utgåva
Max Myrhede	2022-11-29	2
Innehåll	Riskteknisk utredning avseende Kv. Paradisbacken 33 m. fl.	

1 Allmänt

1.1 Bakgrund

På begäran av Huddinge Samhällsfastigheter AB ska en riskanalys genomföras som utvärderar riskerna för Paradisgaraget i Huddinge kommun. Huddinge Samhällsfastigheter AB planerar bygga ett nytt kommunhus och ett bibliotek på kv. Paradisbacken 33 och Tomtberga S:1. I samband med detta planeras även Paradisgaraget på Kv. Forellen 11 att byggas ut på höjden vilken föranleder denna riskanalys. I anslutning till Paradisgaraget går transportleden Kommunalvägen vilken är väg där lokala transporter av farligt gods kan förväntas till den intilliggande drivmedelsstationen. I närområdet finns även Storängsleden, som är en primär transportled i Stockholm enligt [1] samt Västra stambanan där godstransporter av farligt gods kan förväntas. Huddinge Samhällsfastigheter AB har därför givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys avseende transporter av farligt gods, drivmedelsstationens riskbidrag samt ge förslag på eventuella riskreducerande åtgärder som är lämpliga.

1.2 Syfte och mål

Syftet med riskanalysen är att undersöka riskerna för aktuellt område med avseende på transport av farligt gods och farliga verksamheter i anslutning till planområdet.

Riskanalysen ska fungera som underlag för bedömning av lämpligheten av föreslagen bebyggelse som planförslaget medför. Riskanalysen ska även uppskatta risknivån för området i dagsläget. Vid behov ska även riskreducerande åtgärder föreslås.

1.3 Avgränsningar

Denna riskanalys behandlar enbart personsäkerheten för människor som vistas i området.

Långvariga effekter på människors hälsa och miljöeffekter beaktas inte (exempelvis buller och markföroreningar).

1.4 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare för detta dokument är Huddinge Samhällsfastigheter AB.

1.5 Utgåva

Detta dokument utgör en andra utgåva. Revideringar i detta dokument i förhållande till föregående markeras i marginalen.

1.6 Metod och rapportens uppläggning

Riskanalysen börjar med att gå igenom generella principer och begrepp som tillämpas i denna rapport, se kapitel 2.

Vidare beskrivs översiktligt vilka typer av farligt gods som kan förväntas transporteras och en kortare beskrivning och grova konsekvensavstånd uppskattas, se kapitel 3.

Därefter genomförs en kartläggning och beskrivning av området och därefter påbörjas en riskidentifiering. Dessa delar finns presenterade i kapitel 4 respektive kapitel 5.

Med utgångspunkt i detta görs en översiktlig riskbedömning och riskvärdering där förutsättningar för området och förväntade transportmönster beaktas. Detta redovisas i kapitel 6.

På grund av den mängd farligt gods som förväntas transporteras samt de korta skyddsavstånden som råder genomförs en kvantitativ riskanalys för att uppskatta risknivåernas storlek och möjliggöra en riskvärdering. Resultat från den kvantitativa riskanalysen redovisas i kapitel 7, medan huvuddelen av antaganden, beräkningar och genomförande finns presenterat i Bilaga A (frekvensberäkningar), Bilaga B (konsekvensberäkningar) och Bilaga C (Individ och Samhällsrisk).

Värdering av risknivåerna till följd av transporter av farligt gods på transportleden görs. Beräknade risknivåer jämförs med vedertagna kriterier. Riskvärderingen, baserad på den kvantitativa riskanalysen, finns redovisad i kapitel 9.

Slutligen utarbetas rekommendationer och alternativ för riskreducerande åtgärder utifrån riskens storlek och genomförd riskvärdering. Dessa presenteras i kapitel 10.

1.7

Kvalitetssäkring

Denna handling omfattas av internkontroll i enlighet med FireTech Engineerings kvalitetssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, vilket innefattar interngranskning av de brandskyddstekniska förutsättningarna samt föreslagna lösningar. Interngranskningen genomförs av en, från projektet, fristående brandsakkunnig.

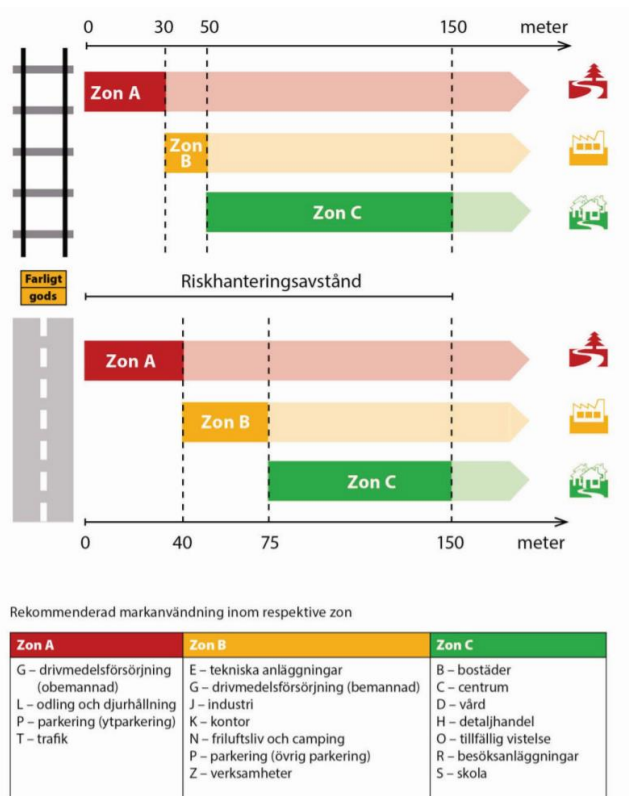
Brandingenjör Oscar Mårtensson har granskat.

2 Riskhänsyn i den fysiska planeringen

Enligt plan- och bygglagen ska planläggning ske så att bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor.

2.1 Planläggning vid transportleder för farligt gods

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer för fysisk planering [2] bör risker beaktas för detaljplaner inom 150 meter från en transportled där det transporteras farligt gods. I Figur 1 nedan presenteras ett exempel på riktlinjer för planläggning intill transportleder där det transporteras farligt gods samt olika säkerhetsavstånd, vilka tagits fram av Region Stockholm. Bilden ska tolkas som att bostäder är normalt sett lämpligt att byggas minst 75 meter från väg där det transporteras farligt gods.



Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning, figur återgiven från [2].

Ju kortare skyddsavstånd till transportleden som råder desto mer detaljerad bör riskanalysen vara [2]. Riskanalysen behöver således ta hänsyn till skyddsavstånd, verksamhetstypen som är aktuell samt det förväntade antalet transporter av farligt gods på närliggande transportled.

Vidare anser Länsstyrelsen att skyddsavstånd är den föredragna skyddsåtgärden mot olyckor i samband med transport av farligt gods. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka än sannolikheten för att den ska inträffa [2].

2.2 Kriterier för riskvärdering

Risk betraktas i denna riskanalys som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens. Med konsekvens avses konsekvenserna av en oönskad händelse eller olägenhet. Med händelsefrekvens avses ett mått på hur ofta denna händelse förväntas inträffa.

I denna handling beaktas individ- och samhällsrisker.

Med individrisk menas den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Konsekvensen bedöms utifrån hur en enskild individ kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med Det Norske Veritas (DNV) rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Med samhällsrisk menas den risk som alla personer i ett område utsätts för och konsekvenserna bedöms utifrån hur många personer som kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Samhällsrisk ökar alltså om personantalet i området ökar.

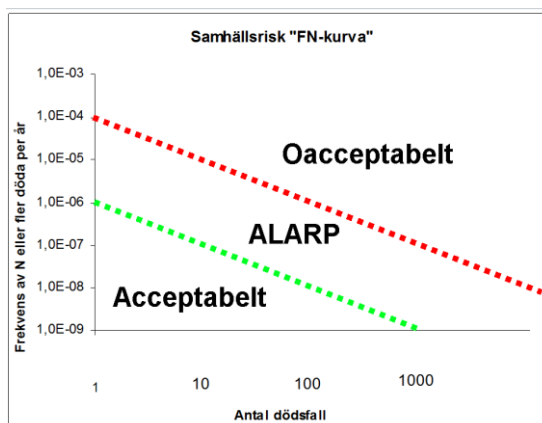
I denna riskanalys värderas risknivåer mot de kriterier som Det Norske Veritas (DNV) har föreslagit.

2.2.1 Individrisk

Acceptanskriterier för individrisk är 10^{-7} som undre gräns och 10^{-5} som övre gräns enligt DNV. Mellan dessa finns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable) där risker kan förebyggas om det anses rimligt, se Figur 2 nedan. Då individrisk utgör den risk som en person i en viss punkt kontinuerligt utsätts för påverkas inte denna parameter av verksamhetstyp.

2.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk presenteras ofta i en s.k. "FN-kurva". I "FN-kurvan" redovisas sambandet mellan sannolikheten för att en olycka skall inträffa och antalet omkomna som en konsekvens av denna olycka. Eftersom denna handling endast syftar till att beskriva förhållanden för aktuellt planområde är det formellt sett en typ av "grupprisk" som studeras – i rapporten används endast det generella begreppet samhällsrisk. I Figur 2 nedan presenteras kriterier för riskvärdering enligt DNV.



Figur 2. Acceptanskriterier för samhällsrisk. ALARP-området anger ett intervall inom vilket kostnad/nyttovärdering eller annan optimering bör användas för att sträva efter att ytterligare sänka risknivån. Då samhällsrisken beror på antalet personer inom området som påverkas av en risk så finns en direkt koppling mellan samhällsrisken och typ av verksamhet.

2.3 Principer för riskvärdering

I [3] anges fyra principer vilka brukar hänvisas till och beaktas vid värdering av risker. Dessa fyra principer förklaras kortfattat nedan.

- **Rimlighetsprincipen**

Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras bör alltid åtgärdas, oavsett risknivå.

- **Proportionalitetsprincipen**
Den totala risken från en verksamhet bör stå i proportion mot tillförd nytta.
- **Fördelningsprincipen**
Risker bör vara skäligt fördelade, enskilda personer och grupper ska inte utsättas för oproportionerligt stora risker i relationen till den nytta verksamheten medför för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer**
Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser än i katastrofer med omfattande konsekvenser.

För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till [3].

3

Ämnesklasser och dess konsekvenser

Farligt gods delas in i 9 klasser vilka beskriver på vilket sätt godset är farligt. Klassernas farlighet avgörs med hänsyn till deras uppskattade konsekvensavstånd, vilket medför att det är endast ett fåtal av klasserna som är huvudsakligen intressanta att undersöka.

I Tabell 1 redovisas generella faror med olika kemikalier uppdelat efter dess ADR-S/RID-S klass. I tabellen anges även möjliga konsekvenser och de konsekvensavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarliga skadepåverkan på oskyddade människor ur 3:e persons synvinkel [4].

Transportklass (ADR/RID-klass)	Exempel	Dominerande fara				Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Konsekvens- avstånd (meter)
		Explosion	Brand	Förgiftning	Övrig risk		
1. Explosiva ämnen och föremål	Krut, patroner, nitroglycerin, fyrverkeri	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	100 - 1000
			X			Jetflamma - värmestrålning	< 100
2.1. Kondenserad brännbar gas	Propan, gasol	X				Brännbart gasmoln - gasmolnsexplosion	0 - 200
		X				Gasmolnsexplosion	0 - 200
		X				BLEVE	100 - 1000
2.3. Kondenserad giftig gas	Svaveldioxid, ammoniak			X		Gasmoln kan ge toxiska effekter. Ämne, tillgänglig mängd, utflöde, atmosfäriska förhållanden och topografi påverkar effektområdet.	> 1 000
3. Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel, eldningsoljor, metanol		X			Pölbrand - värmestrålning	< 100
4. Brandfarliga fasta ämnen	Svavel, fosfor, metallpulver		X		X	Brand – värmestrålning. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
5. Oxiderande ämne och organiska peroxider	Väteperoxid		X			Brand - värmestrålning	<100
		X				Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen	100 - 1000
6. Giftiga och smittoförande ämnen	Arsenik-, bly och kvikksilversalter, bekämpningsmedel			X		Toxiska effekter. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
7. Radioaktiva ämnen	Radioaktiva ämnen				X	Strålskada. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
8. Frätande ämnen	Svavelsyra, Natriumhydroxid			X	X	Dödliga konsekvenser begränsas till närområdet. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.	< 100
9. Övriga farliga ämnen	Magnetiska material, asbest, miljöfarligt avfall				X	Hälsorisker. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100

Tabell 1. Generella faror och möjliga konsekvenser med olika klasser av farligt gods [5].

I riskbedömningen kommer endast olyckor i samband med klass 1, 2, 3 och 5 beaktas då dessa är vanligast eller har stora konsekvensområden med hänsyn till personsäkerhet. Övriga klasser bedöms endast ha begränsade konsekvensområden i mycket nära anslutning till riskkällan.

4

Områdesbeskrivning

Området som omfattas av denna analys är kvarter Paradisbacken 33 m. fl, beläget i Huddinge kommun.

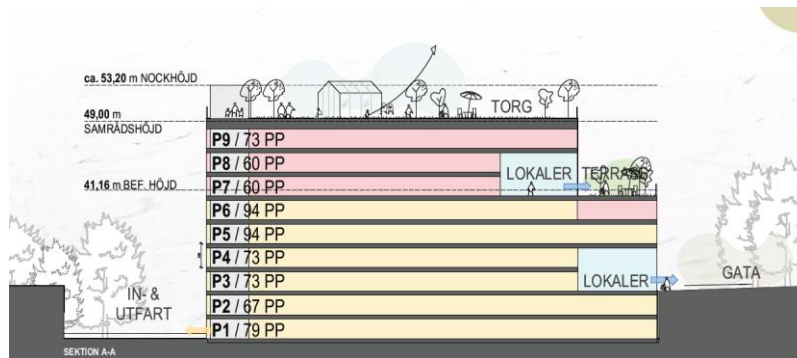
I Figur 3 nedan visas området som undersöks i riskanalysen. Eftersom Paradisgaraget är beläget närmst alla riskkällor anses det dimensionerande även för kommunhus och bibliotek. Avstånden som föreligger mellan Paradisgaraget och respektive riskkälla är följande:

- Västra Stambanan: 54 meter
- Storängsleden: 122 meter
- Transportled som inte är rekommenderad farligt gods-led (Kommunalvägen): 9.8 meter
- Drivmedelsstation: 34 meter



Figur 3. Bild över Paradisgaraget (markerat) och Paradisbacken 33 m.fl.

Den planerade detaljplanen avser möjliggöra att parkeringshuset Paradisgaraget utökas med tre våningsplan, samt att man bygger lokaler för så kallad centrumverksamhet i markplan ut mot Paradistorget, se Figur 4.



Figur 4 Paradisgaraget föreslagen utformning

Det finns även en tanke att uppföra ett aktivitetstorg på taket av Paradisgaraget, detta står under utredning men kommer beaktas i analysen. Detaljplanen som avses utbreder sig enligt figur nedan.



Figur 5 Paradisbacken 33 detaljplanområde

Även ombyggnad till kommunhus planeras, samt att ett nytt bibliotek byggs väster om kommunhuset. Eventuellt kan dessa byggnader komma att sammanlänkas på plan 2 & 3. Se Figur 6 nedan.



Figur 6 Planerad placering av bibliotek (till vänster) i förhållande till kommunhuset (till höger)

Kommunhuset planeras att utföras i 7 plan, där plan 6 & 7 tillkommer i samband med ombyggnaden. Kommunhuset dimensioneras för att inhysa maximalt 1245 personer. Biblioteket samt delar av kommunhuset kommer vara publik med bland annat café. Biblioteket dimensioneras för att inhysa maximalt 555 personer. Både biblioteket och tillbyggnaden av Paradisbacken uppförs med stomme av trä och med trä och glas i fasad. Huvudentréer till båda byggnader är riktade mot det nya torget som byggs, placerat på den östra sidan om biblioteket. Personer som vistas i båda byggnaderna förväntas vara vakna och ha möjlighet att utrymma på egen hand.

Området i närheten av Paradisgaraget består förutom de planerade byggnaderna även av Huddinge centrum, som är ett köpcentrum, samt bostäder.

Befolkningstäthet

Enligt SCB uppgår befolkningstätheten Huddinge kommun (den del som tillhör Stockholm tätort) till i medeltal ca 2400 invånare per km² [6]. Detaljplanen är belägen i Huddinge centrum, vilket innebär att vi kan förvänta oss en högre befolkningstäthet lokalt i anslutning till det planerade detaljplaneområdet. Vidare planerar Huddinge kommun en förtätning av stadskärnan [7] vilket innebär att befolkningstätheten och persontätheten kan förväntas öka i området. Uppförandet av kommunhus och bibliotek, med kapacitet för sammanlagt 1800 personer, förväntas också öka persontätheten i området. Med antagandet att det tillkommer 1800 personer i samband med detaljplanen samt med justering för att persontäta verksamheter i området bedöms 5000 invånare/km² representera området, och ansätts som dimensionerande.

5

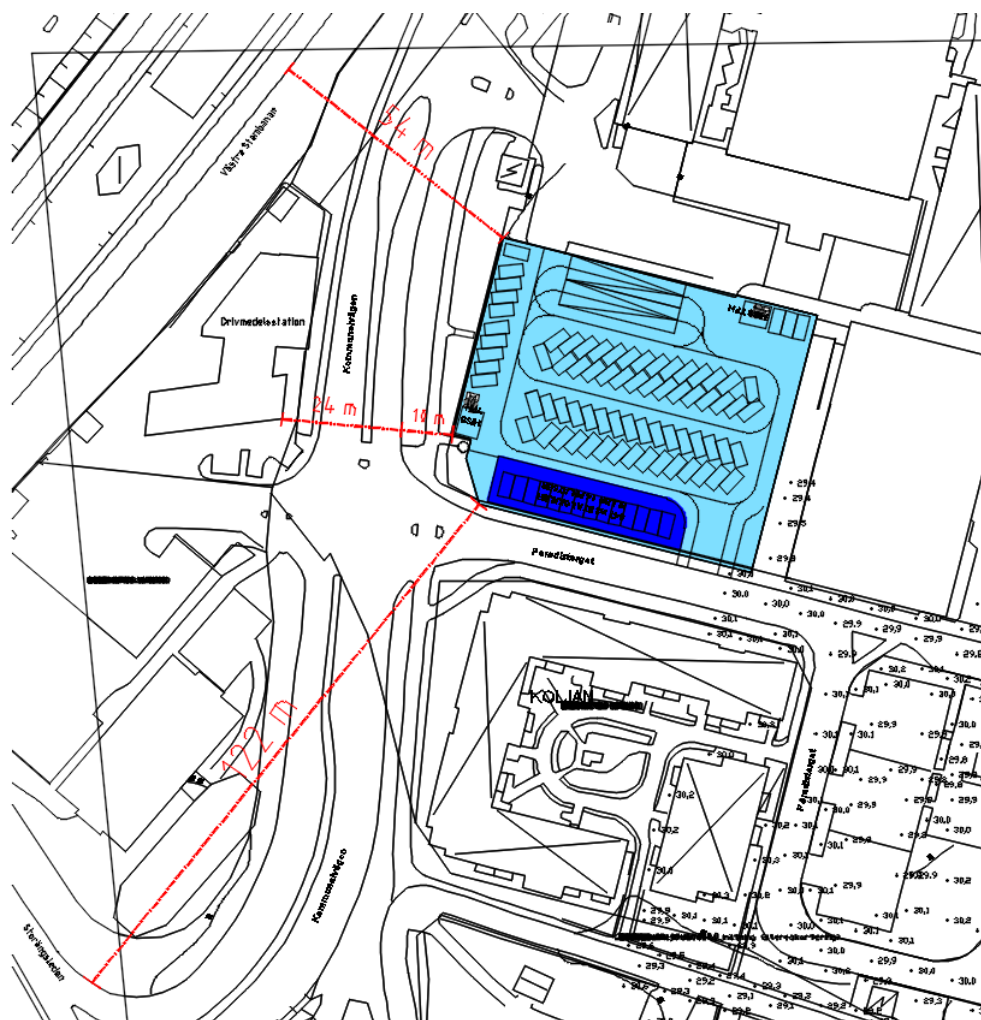
Inledande kvalitativ analys

5.1

Riskidentifiering

Den kvalitativa analysen inleds genom att identifiera eventuella riskkällor i närområdet.

I Figur 7 nedan visas situationsplanen för Paradisgaraget, samt uppmätta avstånd till närliggande riskkällor. Avståndet till den primära farligt gods-leden Storängsleden uppgår till 122 meter. Andra riskkällor som identifierats är Västra Stambanan på 54 meters avstånd, drivmedelsstationen på 34 meters avstånd och Kommunalvägen på ca 10 meters avstånd.



Figur 7 Situationsplan med uppmätta avstånd. Paradisgaraget markeras i ljusblått/blått.

Storängsvägen löper sydväst om Paradisgaraget och är som tidigare nämnt en primär transportled för farligt gods [1]. På transportleden kan det därför varje dag förväntas färdas stora antal lastbilar som transporterar farligt gods. Eftersom avståndet mellan skyddsobjektet och Storängsvägen understiger 150 meter behöver riskbidraget från transportleden beaktas i analysen.

Västra stambanan löper nordväst om området. På transportleden kan det varje dag förväntas gå flertalet godståg som transporterar farligt gods, men även vanliga godståg och persontåg. Avståndet mellan järnväg och Paradisgaraget understiger 150 meter varvid farligt gods-trafiken på Västra stambanan behöver beaktas i analysen.

På andra sidan Kommunalvägen från Paradisgaraget finns en drivmedelsstation, SHELL. Avståndet är cirka 34 meter. Ett begränsat antal transporter med drivmedel kan förväntas transporteras varje dag till drivmedelsstationen via Kommunalvägen. Infarten till drivmedelsstationen består av en vänstersväng och är belägen cirka 20 meter från Paradisgaraget, vilket höjer risken för olyckor.

På Kommunalvägen förväntas främst farligt gods av ADR-klass 3 transporteras, det vill säga bensen, etanol, diesel och andra brandfarliga vätskor. Denna trafik förväntas primärt gå till drivmedelsstationen.

Enligt länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer vid ny bebyggelse [8] ska riskhänsyn tas vid bebyggelse inom 100 meter från bensinstationer med medelstor försäljningsvolym. Eftersom avståndet understiger 100 meter ska även drivmedelsstationen beaktas i riskanalysen.

Följande riskkällor har således identifierats:

- Transporter av farligt gods på Storängsvägen
- Transporter av farligt gods på Västra Stambanan
- Transporter av farligt gods på Kommunalvägen
- Drivmedelstation i närheten av Paradisgaraget

I nedanstående kapitel görs en fördjupning av respektive riskkälla.

5.2

Transporter av farligt gods på Storängsvägen

Hastighetsbegränsningen är 50 km/h på Storängsleden närmst de undersökta fastigheterna. Avståndet till Storängsleden uppskattas till cirka 122 meter som närmast.

Summan av årsmedeldygnstrafiken i båda vägriktningar för vägavsnittet i anslutning till detaljplaneområdet uppgick 2017 till 22550 (+/- 8 %). Av dessa utgjordes 2830 fordon per dygn (+/- 11 %) av lastbilar [9]. Ifall det högsta värdet för person- respektive lastbil inom intervallet ansätts samt en uppräkningsfaktor till trafikprognosen år 2065 genomförs i enlighet med trafikverkets Eva-tal [10] fås ett ÅDT på 41600 st varav lastbilar utgör 6700 st. Andelen lastbilar som transporterar farligt gods uppgick 2020 till 3 % [11]. Därmed beräknas antalet farligt godstransporter på Storängsleden till 200 per dygn år 2065.

Exakt fördelning av ADR klasser på vägen är inte kartlagd. Därmed antas det att fördelningen följer riksgenomsnittet som Trafika har sammanställt [11].

Klass	Nationellt (2020) [11][%]
1	0,1
2	36,8
3	39,9
4	7,8
5	0,6
6	2,4
7	-
8	11,6
9	0,8

Tabell 2. Respektive ämnes andel i nationell statistik 2020.

Totala antalet transporter och fördelningen av farligt gods för vägen är i dagsläget inte känd, och kan även förväntas förändras till följd av exempelvis företagsbeslut och politiska beslut.

Paradisgaragets lokaler i markplan samt eventuellt taktorg klassas enligt uppgifter från uppdragsgivaren som "centrum"-verksamhet, vilket innebär att det hänförs till zon C i Figur 1. Detta innebär att det anses lämpligt att bygga exempelvis centrum-verksamhet med ett skyddsavstånd på 75 meter. Avståndet från vägen till Paradisgaraget är 122 meter, vilket med marginal överstiger de 75 meter som Länsstyrelsen accepterar som skyddsavstånd. Detta innebär att Storängsvägen kvalitativt kan avfärdas som riskkälla för Paradisgaraget och således även Paradisbacken 33 m. fl, mot bakgrund av ovan.

5.3 Transporter av farligt gods på Västra stambanan

Järnvägen trafikeras av både gods- och persontåg. Västra stambanan går mellan Stockholm och Göteborg och är en viktig sträcka för person och gods- trafik. Snitthastigheten varierar beroende på huruvida det är snabbtåg, övriga persontåg, lokaltåg eller godståg [12]. På aktuell sträcka, Älvsjö – Flemingsberg, förväntas enligt Trafikverkets framtidsprognos för 2040 ca 638 persontåg per dygn, vilken motsvarar cirka 26 tåg i timmen, och 38 godståg per dygn.

Andelen farligt gods som transporterades på järnväg av all godstrafik uppgick i Sverige 2020 till cirka 4 % enligt Trafa [13]. Därmed uppskattas antalet transporter av farligt gods på järnvägen till 1,52 godståg med farligt gods per dag.

I rapporten antas det att fördelningen följer riksgenomsnittet av transporterad mängd i ton år 2019 som Trafa har sammanställt.

Klass	Nationellt (2019) [%]
1	0
2	34,4
3	31,6
4	2,6
5	12
6	1,5
7	0
8	17,8
9	0,1

Tabell 3. Respektive ämnes andel i nationell statistik 2019

Briab har genomfört en riskutredning [14] för planområdet Tingshuset 1 ca 500 meter norr om Paradisgaraget, där man undersökt samma sträcka, Älvsjö-Flemingsberg. I den bedömdes att individrisknivåerna kring Västra stambanan var över ALARP inom ett avstånd 15 på meter. De stora riskerna var kopplade till urspårning och brand. Individrisknivåerna bedöms sedan sjunka under ALARP på ett avstånd av ca 35 meter.

I Figur 1 kan man utläsa att rekommenderat skyddsavstånd mellan järnväg där det transporteras farligt gods och zon C-bebyggelse uppgår till 50 meter. Avståndet är uppmätt till ca 54 meter. Eftersom det rekommenderade skyddsavståndet uppfylls, riskutredningen från Briab bedömde risknivåerna tillfredsställande låga vid 35 meter samt att zon C-lokalerna är vända från järnvägen och därmed delvis skyddade av parkeringshuset kan järnvägens riskbidrag till det undersökta området avfärdas kvalitativt. Eventuella kedjeeffekter, där en farligt gods-olycka påverkar drivmedelsstationen som sedan påverkar Paradisgaraget beaktas i avsnitt 5.5.

5.4

Kommunalvägen

Kommunalvägen löper mellan drivmedelsstationen och Paradisgaraget, och ansluter till Storängsvägen i söder. Vägen är inte en rekommenderad farligt gods-led men är inte heller belagd med förbud mot farligt gods-trafik, vilket innebär att trafik till verksamheter förväntas gå här. Primärt förväntas farligt gods-transporter till drivmedelsstationen, då främst klass 3, det vill säga bensin, etanol, diesel och övriga brandfarliga vätskor som t ex spolarvätska. Eftersom vägen går ca 10 meter från skyddsobjektet anses det relevant att undersöka konsekvenserna av farligt gods-trafik på Kommunalvägen, och då beakta en fördelning av ADR-klasser som skulle kunna förväntas gå där.

I samband med framtagandet av aktuell detaljplan har AFRY gjort en trafikutredning för området [15]. Enligt denna är årsmedeldygnstrafiken på Kommunalvägen 12680 fordon/dygn söder om Paradistorget, och 7750 fordon/dygn norr om paradistorget. Trafikmätningen norr om Paradistorget bedöms dock vara underskattad på grund av pandemin. I övrigt ansätts samma fördelning avseende personbilstrafik/tungtrafik som i trafikutredningen.

Med antagandet att årsmedeldygnstrafiken söder om Paradistorget är dimensionerande och med uppräknig till trafikprognosen år 2065 som genomförs i enlighet med trafikverkets Eva-tal [10] fås ett ÅDT på 21128 st varav lastbilar utgör 3376 st. Detta antal anses konservativt och ta höjd för framtiden. Vid kontakt med drivmedelsstationen (Shell på Kommunalvägen 7, 2022-11-17) framgick det att det i dagsläget transporteras B95 och diesel 4-6 gånger i veckan. Det transporteras även etanol, gasol, och kemetylprodukter (klass 1-3), även om dessa transporter sker betydligt mer sällan. Enligt tillhörande klassningsplan (2022-04-19) är fördelningen brandfarlig vätska och gas som förvaras på anläggningen följande.

Tabell 4 Fördelning farliga ämnen drivmedelsstation

Ämne	RID-klass	Mängd (l)
Bensin 95	3a	55000
Diesel	3b	65000
Etanol	3a	15000
Gasol	2.1	500
Kemetylprodukter	3	2000

Vid inventering av övriga möjliga mål för farligt gods-transporter längs kommunalvägen konstateras att det främst handlar om skolor, matbutiker och idrottshallar. Till dessa kan det förväntas en viss transport av kondenserad gas (t.ex. propan) men då i fabriksförslutna förpackningar.

Enligt uppgifterna från verksamheten avseende transportfrekvens, och med uppräknig för framtida årsmedeldygnstrafik med antagandet att trafiken med farligt gods följer trafikverkets Eva-tal fås ca två transporter per dygn.

Fördelningen av farligt gods i dessa transporter antas följa fördelning av varor som drivmedelsstationen lagrar.

5.5 Drivmedelstation

På cirka 34 meters avstånd finns en drivmedelstation med försäljning av bensen, diesel och etanol. Drivmedlen förvaras i cisterner under mark och påfyllningsanslutning till cistern, mätarskåp etc. är belägna i stationens omedelbara närhet.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har givit ut en handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer [16]. I handboken anges skyddsavstånd till olika verksamheter och byggnader. Denna uppgår till maximalt 25 meter från påfyllningsanslutning till cistern till plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, butik, servering). Då avståndet uppgår till cirka 34 meter uppfylls skyddsavståndet.

Drivmedelsstationen är belägen mellan Västra stambanan och Paradisgaraget, och således ca 15 meter från spåren. Detta innebär att det finns en risk att en farligt godsolycka påverkar drivmedelsstationen vilket kan leda till stora utsläpp. I riskutredningen från Briab [14] bedömdes riskerna kopplade till järnvägen vara höga inom ett avstånd på 15 meter, vilket föranleder vidare kvalitativ analys.

Vid kontakt med drivmedelsstationen framkom att gasolskåp är placerade så långt bort från Paradisgaraget som möjligt och att andra riskkällor placerade på fastigheten har ett säkerhetsavstånd från skyddsobjektet om minst 40 meter. Detta innebär att även om en olycka skulle ske i anslutning till järnvägen som påverkar drivmedelsstationen, kommer detta inte medföra någon risk för kedjereaktioner som påverkar Paradisgaraget.

5.6 Swerock bergtäkt

Ca 6,4 km från Paradisgaraget och Paradisbacken 33 ligger Swerock ABs bergtäkt, som omfattas av Seveso-lagstiftningen (lägre nivå). Det innebär att det vid ett och samma tillfälle kan förekomma sprängningar med 10-50 ton sprängämne. Enligt *Information till allmänheten* [17] på Södertörns brandförsvarsförbunds hemsida är risken för okontrollerad explosion mycket liten. Sprängmedlet består av olika komponenter som var för sig inte är explosiva. Komponenterna blandas först i borrhålen och blir först då explosiva. Sprängämnena är ammoniumbaserade och kan ge hud- och lungskador vid kontakt eller förtäring. Kontakt med brännbart material kan orsaka brand.

Eftersom avståndet mellan bergtäkt och skyddsobjekt är så stort kan Swerock bergtäkt avfärdas kvalitativt som riskkälla för planområdet. Däremot noteras att transporter av kemikalierna förväntas gå hit via Storängsleden.

6

Översiktlig riskbedömning och riskvärdering

I föregående avsnitt avfärdades Storängsvägen, Västra Stambanan, drivmedelsstationen och Swerock bergtäkt kvalitativt som riskkällor för planområdet.

Eftersom Paradisgaraget närhet till dessa riskkällor har föranlett att detta är dimensionerande innebär det att riskkällorna kvalitativt kan avfärdas även för planerade kommunhus och bibliotek. Detta då de av Länsstyrelsen föreskrivna skyddsavstånden uppfylls för kommunhus och bibliotek i förhållande till dessa riskkällor.

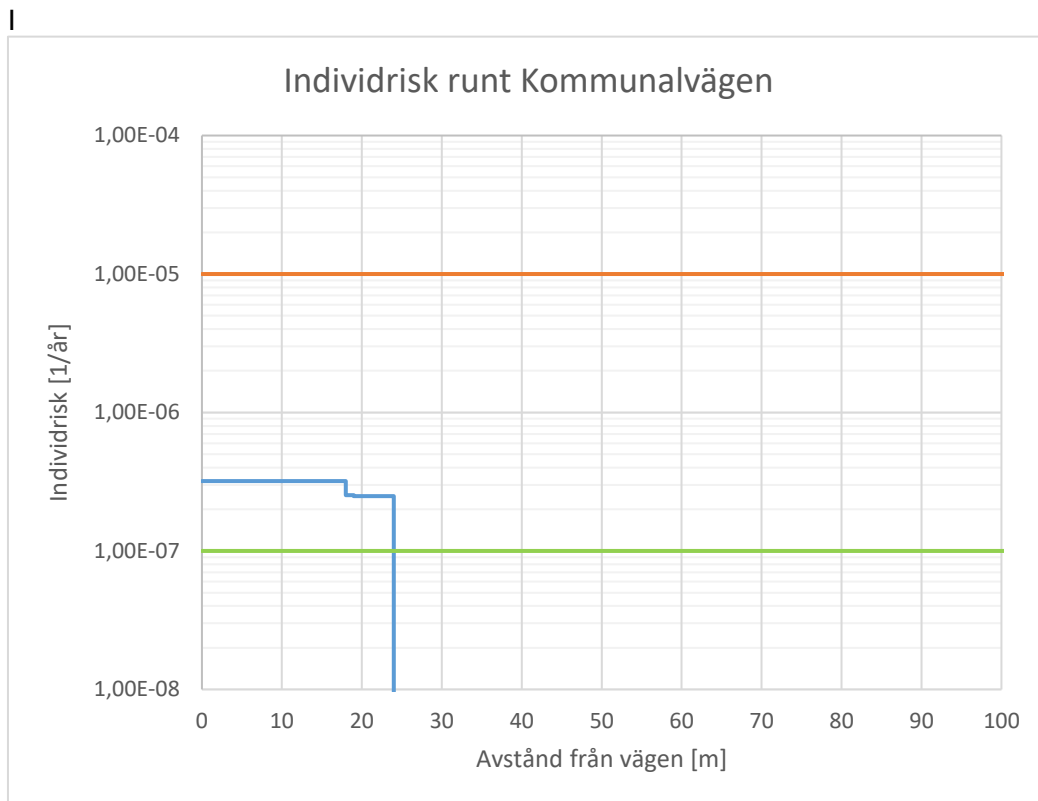
Den identifierade riskkälla som kvarstår är transporter av farligt gods på kommunalvägen, som går mycket nära Paradisgaraget och därför bör undersökas kvantitativt.

Resultatet av den kvantitativa analysen presenteras nedan.

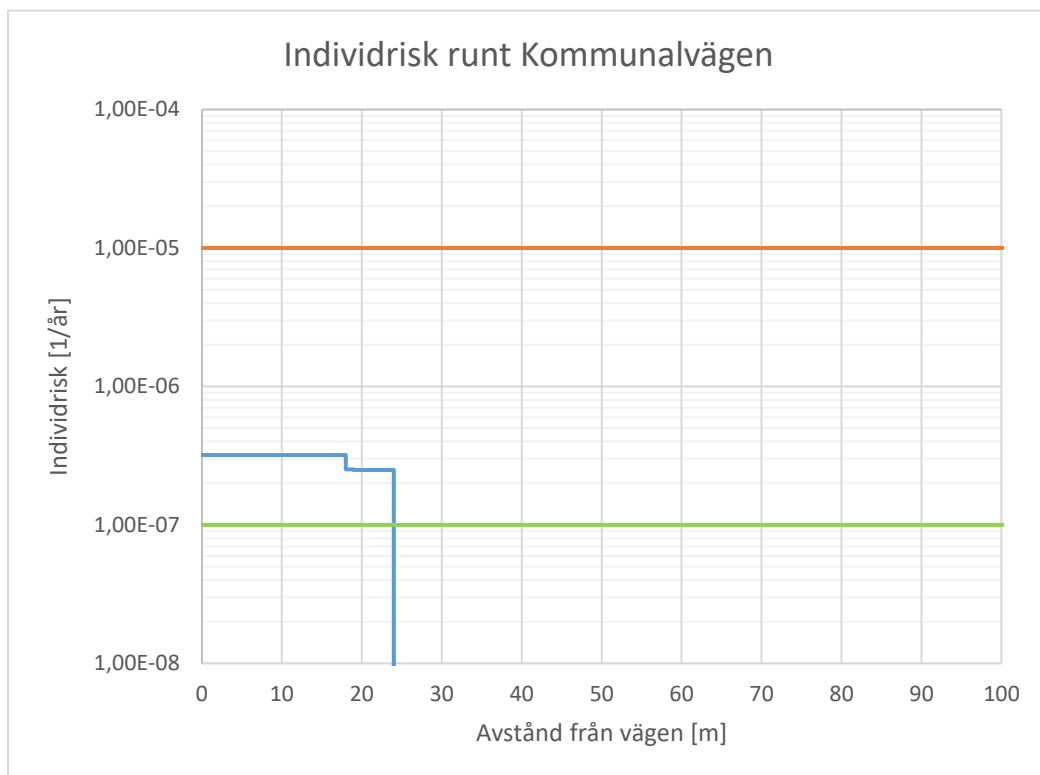
7 Kvantitativ riskanalys

I detta kapitel redovisas den fördjupade kvantitativa analysen som genomförts för transporter av farligt gods på Kommunalvägen. Här redovisas i huvudsak resultat för att underlätta för läsaren, antaganden och underlag för beräkningar redovisas i sin helhet i Bilaga A och Bilaga B.

7.1 Resultat individrisk



Figur 8 nedan redovisas beräknad individrisk som funktion av avstånd från Kommunalvägen. För jämförelse innebär individrisken 10^{-5} att sannolikheten att omkomma är 1 på 100 000 år och individrisken 10^{-7} att sannolikheten att omkomma är 1 på 10 000 000 år. Kriterier för riskvärdering har även förklarats i avsnitt 2.2.

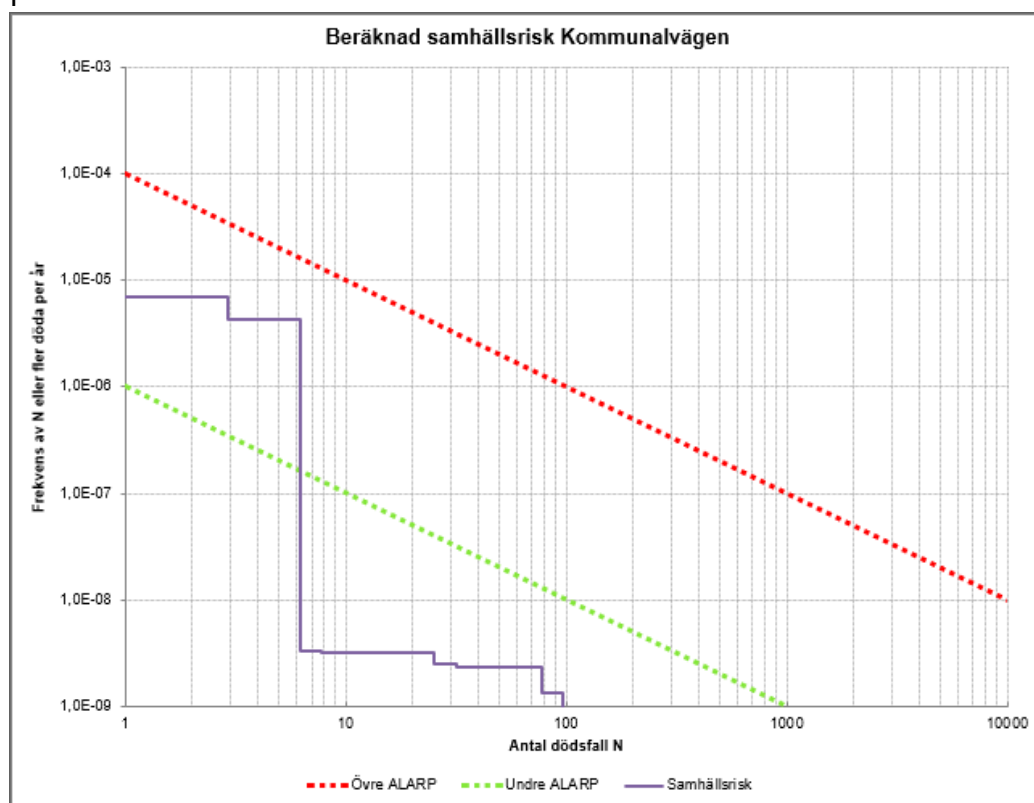


Figur 8. Beräknad individrisk som funktion av avstånd från transportleden. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

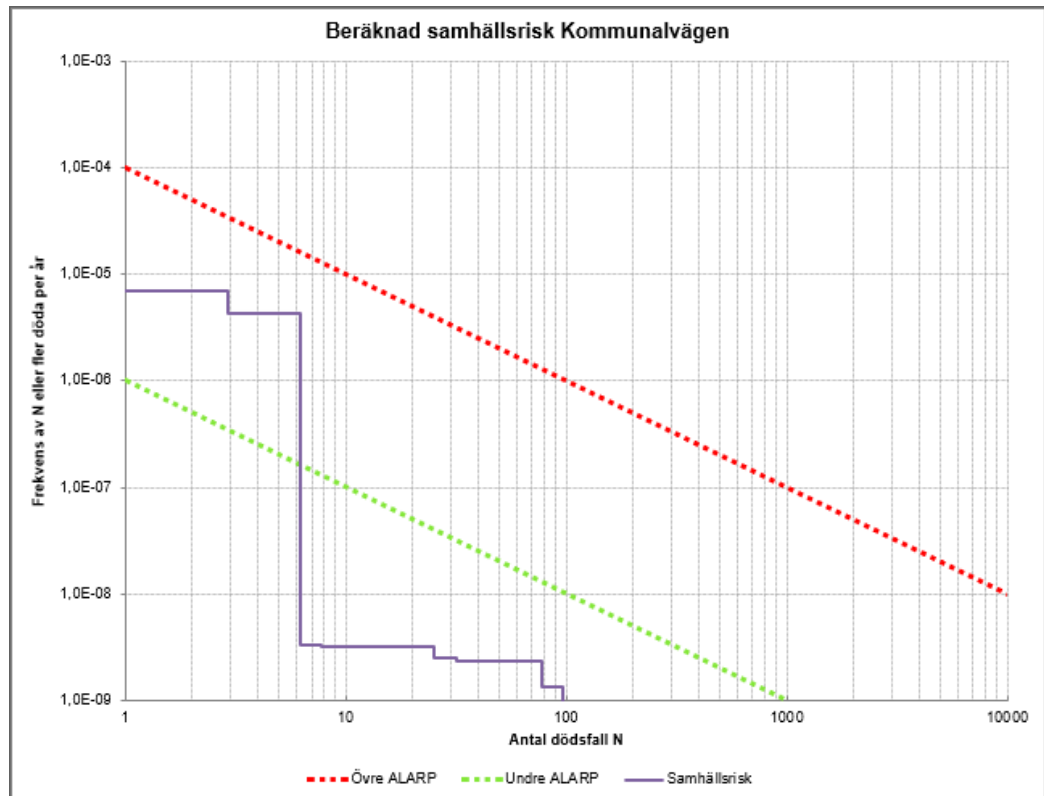
Det kan noteras att individrisken för området, som är belägen som närmst ca 10 meter från Kommunalvägen, ligger i nedre delen av ALARP-området, på 3,20E-7 per år.

7.2

Resultat samhällsrisk



Figur 9 nedan redovisas beräknad samhällsrisk för transporter på kommunalvägen. Beräkning har genomförts för 2 farligt godstransporter per dag. Riskkällor som avfärdats kvalitativt med hänsyn till uppfyllda skyddsavstånd beaktas inte i samhällsriskberäkningarna, då de bedöms ha hanterats. Här redovisas i huvudsak resultat för att underlätta för läsaren, antaganden och underlag för beräkningar redovisas i sin helhet i Bilaga A, B och C.



Figur 9. Beräknad samhällsrisk runt transportleden.

Samhällsrisk ligger inledningsvis under mitten av det acceptabla området, och går sedan ner i det acceptabla området för scenarier där 5 eller fler förväntas omkomma.

7.3

Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskanalyser är alltid förknippade med osäkerheter. Osäkerheter kan bland annat härledas till modellosäkerheter och parameterosäkerheter. Frekvens- och konsekvensberäkningarna i denna analys är baserade på en rad förenklingar, antaganden och underlag som medför osäkerheter. Resultaten och beräknade risknivåer ska därför ses som uppskattningar och inte exakta resultat. För att minska osäkerheter som leder till underskattningar av beräknade risknivåer har konservativa antaganden gjorts då begränsat med information funnits.

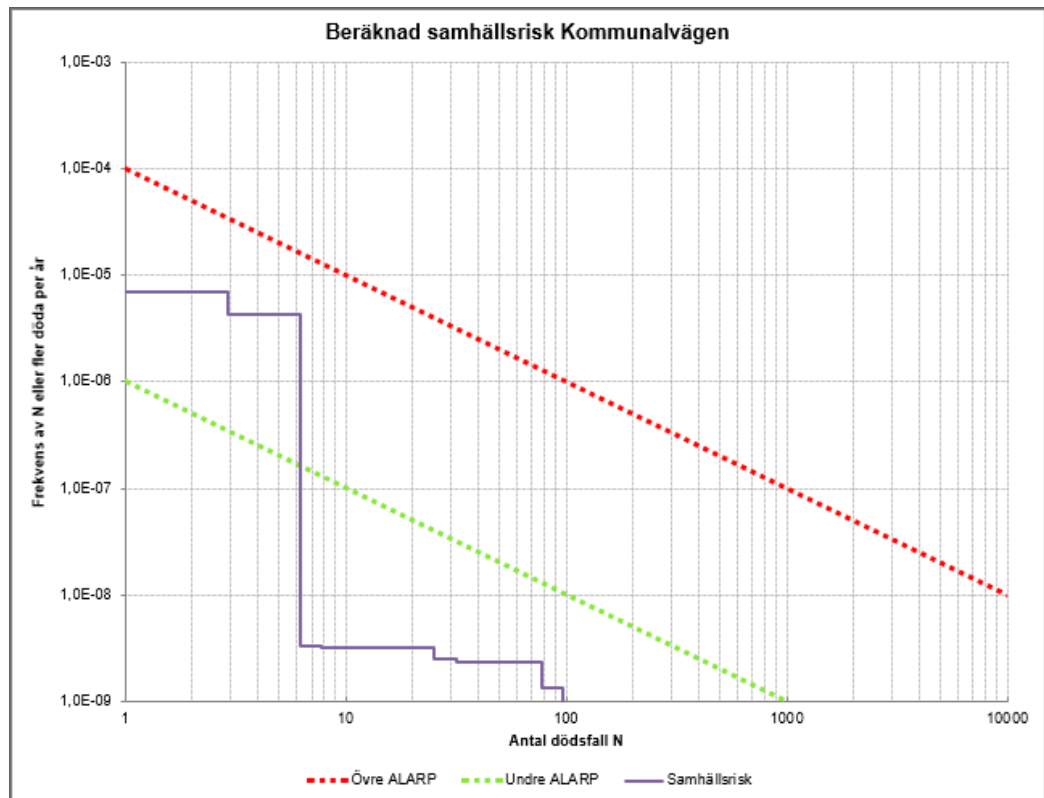
Exempel på konservativa antaganden som gjorts är att årsmedeldygnstrafiken är uppräknad till trafikverkets prognoser för 2065, vilket innebär att det i dagsläget går betydligt mindre trafik (och följaktligen sker färre olyckor) än vad som antagits i riskanalysen. Antalet farligt gods-transporter har antagits följa trafikverkets prognoser för 2065.

Känslighetsanalys görs för att utvärdera hur risknivåerna påverkas av en större befolkningstäthet respektive om antalet transporter av farligt gods ökar.

7.3.1

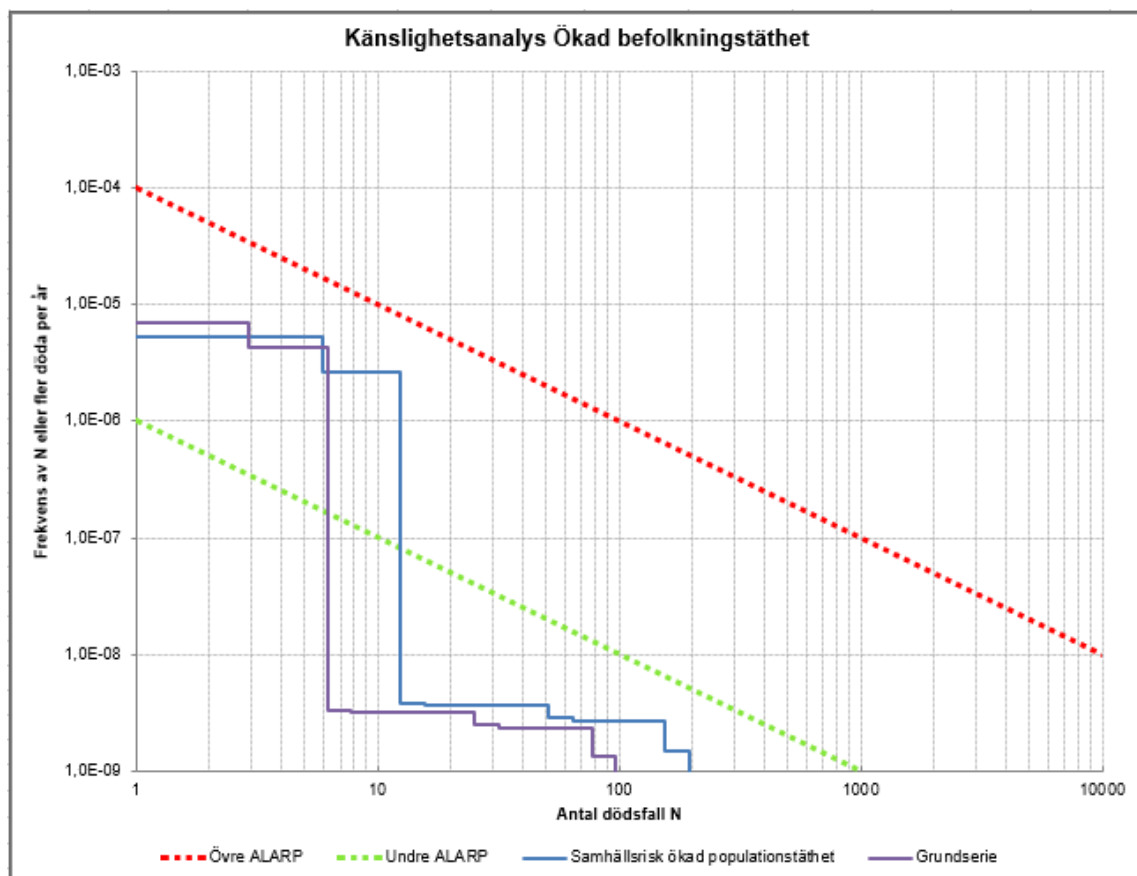
Ökad befolkningstäthet

En förtätning av området medför att persontätheten ökar i planområdet. För att undersöka hur samhällsrisk påverkas av en ökad befolkningstäthet utförs beräkningarna även för en 100 % större befolkningstäthet (10 000 personer/km²). Precis som i avsnitt 7.2 (



Figur 9) ska kurvorna tolkas som en uppskattning av hur stor samhällsrisk kan förväntas vara med en ökad befolkningstäthet intill kommunalvägen utan några skyddsavstånd eller andra åtgärder. Resultat för beräknad samhällsrisk

med åtgärder återges även nedan i avsnitt **Fel! Hittar inte referenskälla.** (Figur 12).

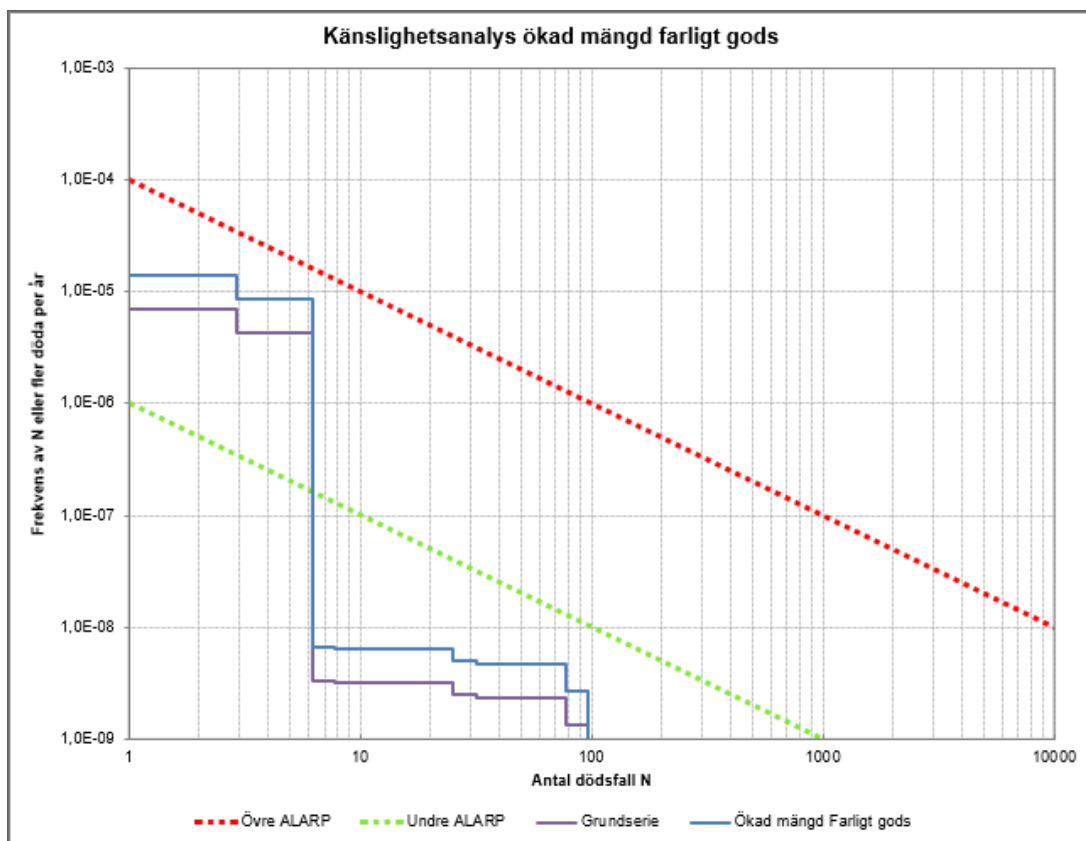


Figur 10. Beräknad samhällsrisk med 50 % ökad befolkningstäthet runt transportleden.

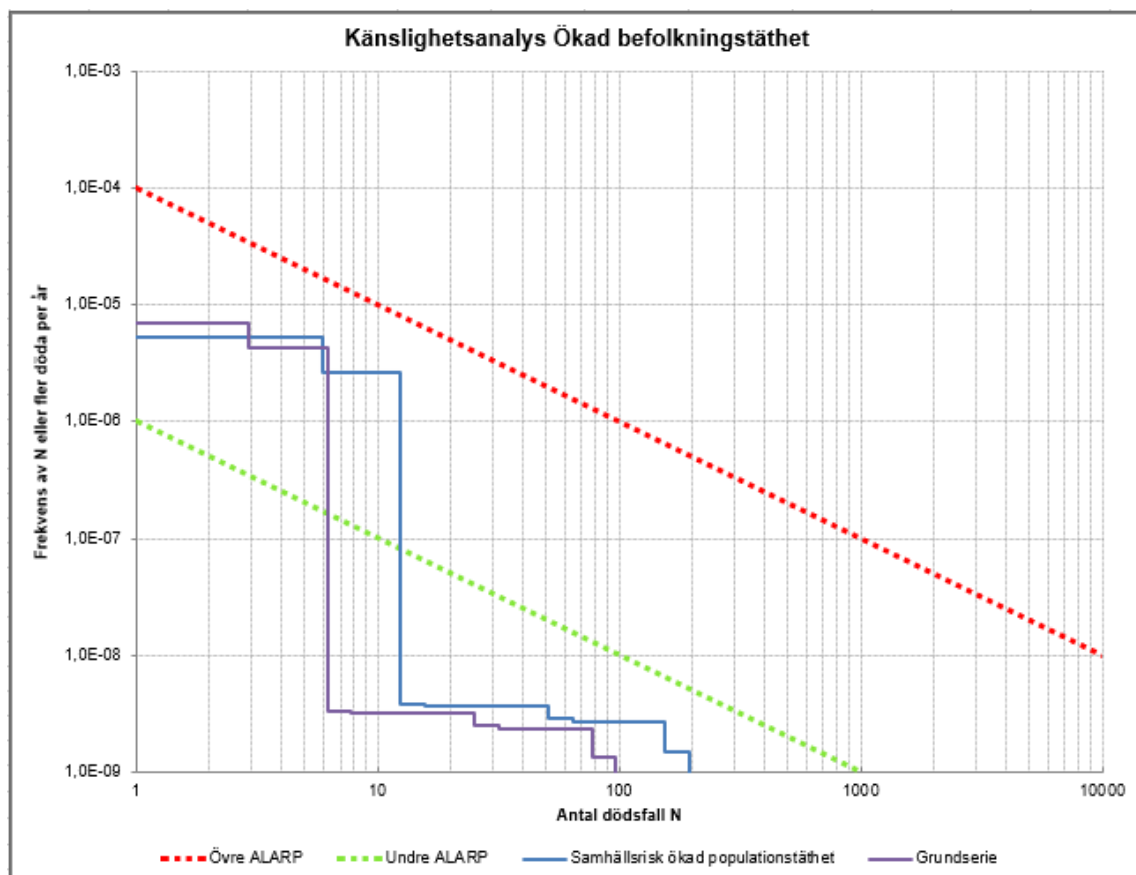
7.3.2

Ökat antal transporter med farligt gods

En av osäkerheterna i rapporten är antalet transporter som förväntas ske på Kommunalvägen. För att undersöka hur antalet transporter påverkar riskbilden på området görs nya beräkningar där antalet transporter av farligt gods ökas med 100 % gentemot det förväntade värdet (2 transporter per dygn), vilket motsvarar 4 transporter per dygn.



Figur 11. Beräknad samhällsrisk med 100 % fler transporter med farligt gods per dag.



Figur 10 och 6 visar på att samhällsriskerna är högre om befolkningstätheten eller antalet transporter av farligt gods ökar, men risknivån befinner sig fortfarande inom och nedan ALARP-området.

8 Riskreducerande åtgärder

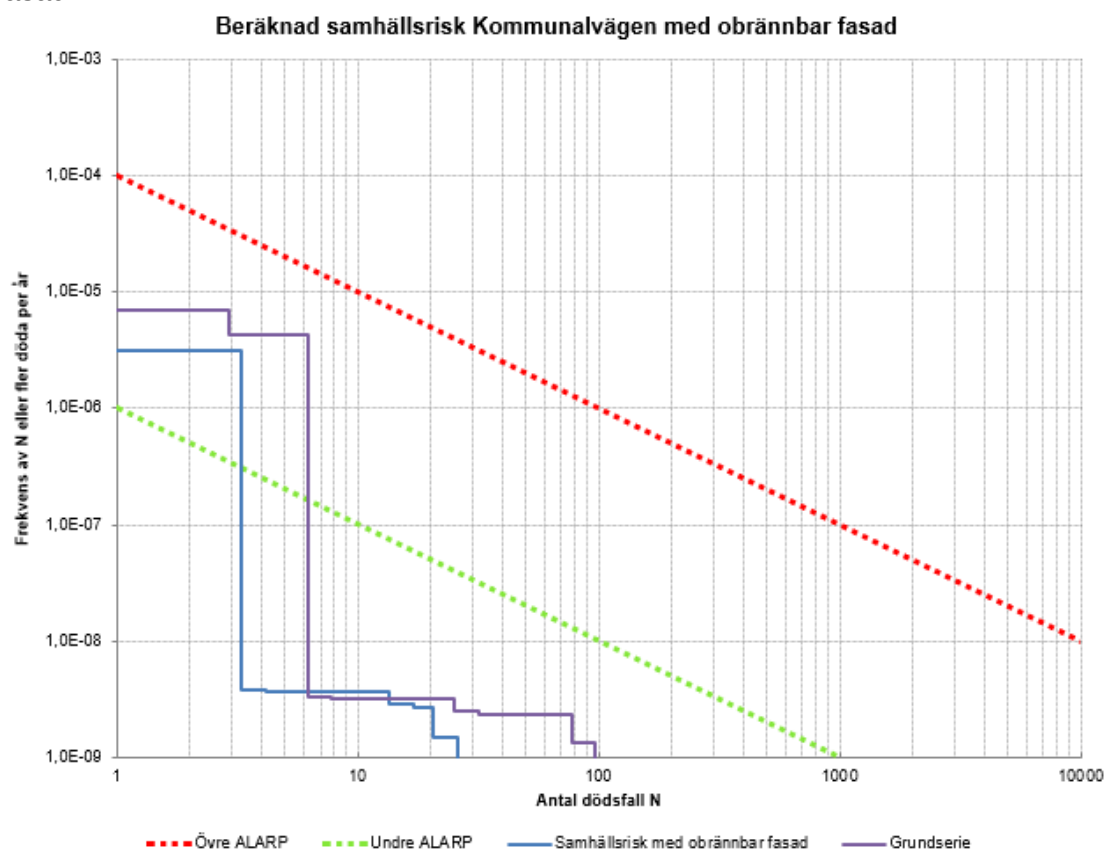
Eftersom individrisk per definition utgör sannolikheten att omkomma för genomsnittlig person som vistas utomhus i en given punkt under ett års tid påverkas inte beräknad individrisk av riskreducerande åtgärder. Däremot motiverar en hög individrisk att åtgärder vidtas för att bebyggelse ska accepteras. Beräknad samhällsrisk påverkas dock av riskreducerande åtgärder.

Individ och samhällsrisk-beräkningarna indikerar att de scenarier som ligger inom ALARP är olyckor med korta konsekvensavstånd, scenarier där 3 eller färre omkommer. Dessa scenarier är främst kopplade till olyckor med brandfarlig vätska, i form av pölbränder. Detta är rimligt eftersom det främst förväntas transporteras just klass 3-gods på Kommunalvägen. Det är således främst intressant att undersöka riskreducerande åtgärder som bedöms vara effektiva mot olyckor med korta konsekvensavstånd samt där risk för brandspridning till byggnad föreligger. En åtgärd som bedöms vara relevant för byggnader vilka placeras i nära anslutning till riskkällan vilken kan leda till pölbränder eller liknande är obrännbar fasad. Det ska tilläggas att Paradisgaraget är öppet, och att brandspridning kan ske till eventuellt brännbart material genom öppningarna i fasaden. Genom att säkerställa att fasaden inte bidrar till brandförloppet och brandspridningen bedöms denna åtgärd reducera risken för brandspridning till byggnaden eller ge tillräcklig tid för samtliga personer i byggnaden att utrymma. I beräkningarna har detta beaktats genom att utgå från en 50 % reduktion av konsekvenserna för de scenarier vars konsekvenser reduceras.

En generell åtgärd är att öka skyddsavstånd mellan byggnader och riskkällor, vilket bedöms vara en mycket effektiv passiv åtgärd mot nästan samtliga olycksscenarier. Detta innebär att man reducerar befolkningstätheten i närheten av riskkällan, vilket därmed reducerar konsekvensen av en olycka. Paradisgaragets placering i förhållande till Kommunalvägen är befintlig, men placeringen av centrumverksamheten i anslutning till Paradisgaraget kan med fördel placeras minst 25 meter från Kommunalvägen. I beräkningarna har detta beaktats genom att utgå från en 75 % reduktion av konsekvenserna.

För de byggnader som förläggs inom 25 meter från Kommunalvägen, bör det finnas möjlighet att utrymma bort från riskkällan. Detta för att reducera risken för instängning. I beräkningarna bedöms detta ge en 50 % reduktion av konsekvenserna.

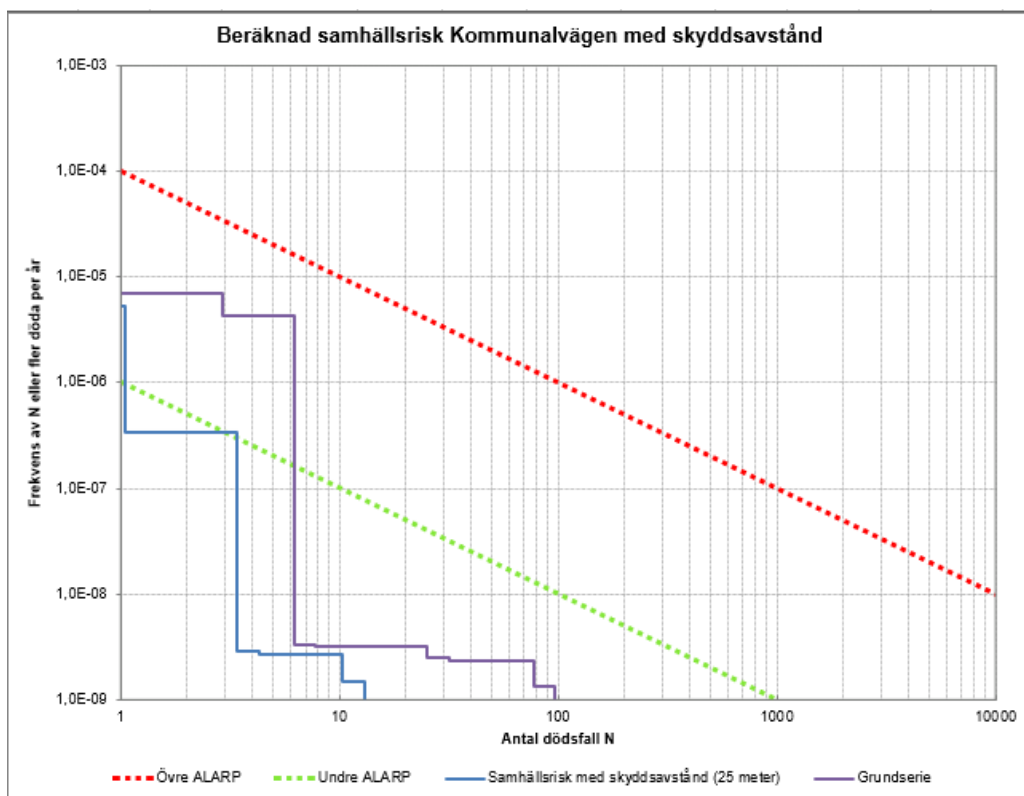
I Figur 12 nedan redovisas uppskattning av samhällsrisknivåer med obrännbar fasad.



Figur 12. Grov uppskattning av samhällsrisknivå med obännbar fasad.

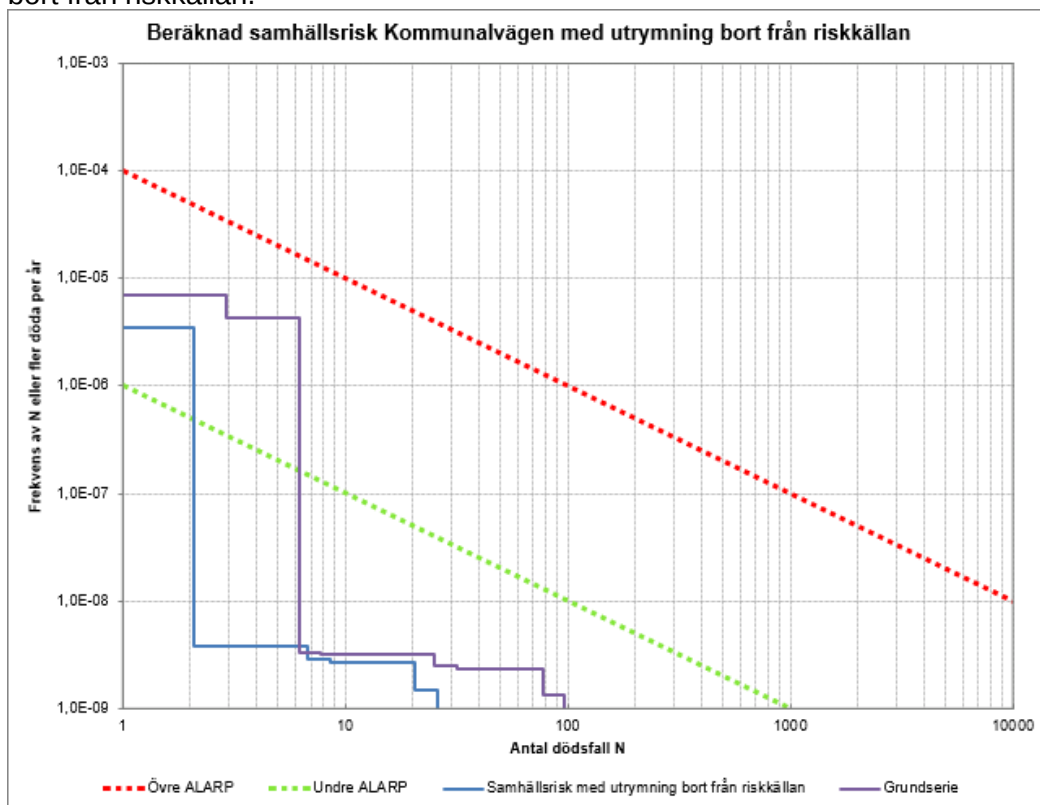
Samhällsriskberäkningarna för åtgärden brännbar fasad indikerar effekt av åtgärden, där samhällsrisknivån reduceras men fortfarande ligger inom ALARP.

I Figur 13 nedan presenteras uppskattning av samhällsrisknivåer med skyddsavstånd.



Figur 13 Grov uppskattning av samhällsrisknivå med åtgärden skyddsavstånd.

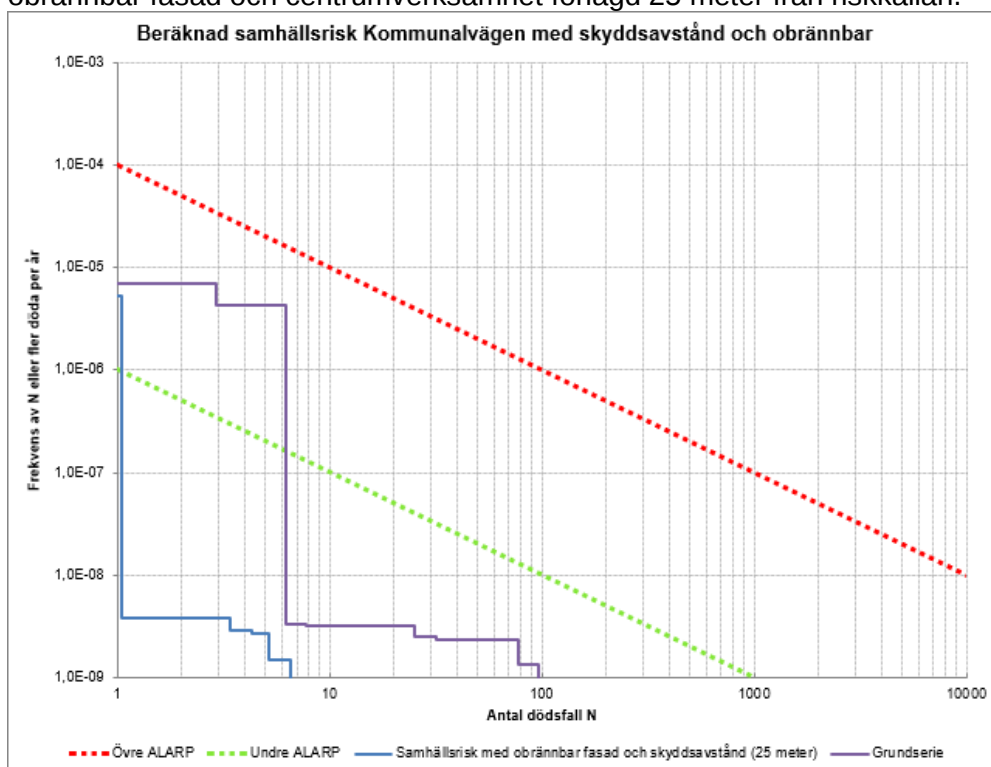
Skyddsåtgärden där centrumverksamhet förläggs med ett skyddsavstånd på 25 meter från riskkällan ger god effekt genom att den reducerar samhällsrisk. Samhällsriskkurvan ligger fortfarande periodvis inom ALARP. I Figur 14 nedan redovisas uppskattning av samhällsrisknivåer med utrymning bort från riskkällan.



Figur 14 Grov uppskattning av samhällsrisknivå med åtgärden utrymning bort från riskkälla

Skyddsåtgärden med utrymning bort från riskkällan ger effekt genom att reducera konsekvensen av en olycka, genom att hantera instängningsrisken. Samhällsrisken blir lägre men ligger fortfarande inom ALARP.

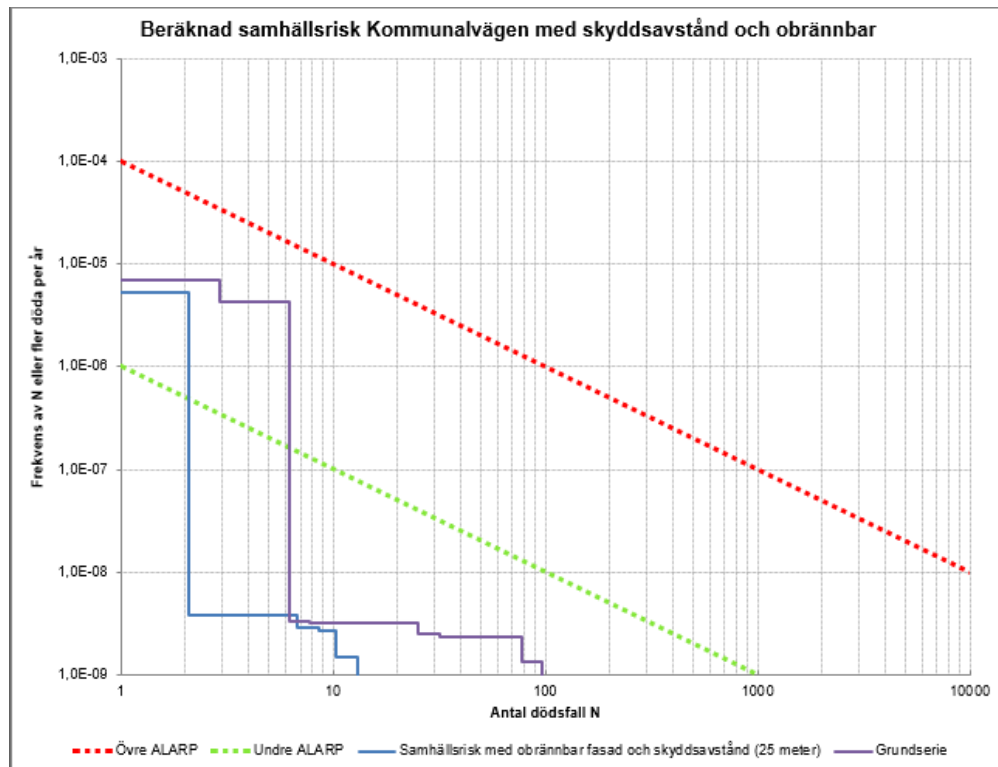
I Figur 15 nedan presenteras en uppskattning av samhällsrisken med både obrännbar fasad och centrumverksamhet förlagd 25 meter från riskkällan.



Figur 15 Grov uppskattning av samhällsriskenivå med obrännbar fasad och skyddsavstånd.

Samhällsrisken reduceras till under ALARP för nästan alla scenarier med dessa två åtgärder.

I Figur 16 nedan redovisas en uppskattning av samhällsrisken med obrännbar fasad och utrymning bort från riskkällan, för verksamheter inom 25 meters avstånd.



Figur 16 Grov uppskattning av samhällsrisknivå med obrännbar fasad och utrymning bort från riskkällan.

I figuren ovan kan det utläsas att samhällsrisker framförallt reduceras för scenarier där flera personer dör, och att åtgärderna har mindre effekt på de scenarier där få personer dör.

Detta kan bero på att åtgärderna som föreslås är byggnadstekniska, och att trots att man säkerställer att människor inne i byggnaden är relativt säkra så skyddas inte personer utomhus, och att man alltid förväntar sig att någon är utomhus. Åtgärdsförslagen bedöms ge tillräcklig effekt för att de ska vara relevanta att genomföra, samt vara skäligen ur ett kostnad-nyttaperspektiv.

Riskvärdering

Individrisken för området beräknas ligga inom ALARP-området (dvs. mellan 10^{-7} och 10^{-5}). Därmed ska tekniskt och ekonomiskt skäliga åtgärder vidtas för att sänka risknivån ytterligare.

F/N-kurvan i avsnitt 7.2 visar att med nuvarande befolkningstäthet och prognosticerat antal tåg år 2065 ligger samhällsriskens inom ALARP-området. Även med ett ökat antal tåg eller ökad befolkningstäthet uppskattas samhällsriskens fortfarande vara inom ALARP-området.

Scenarierna som ligger inom ALARP-området är främst olyckor med korta konsekvensavstånd. Detta innebär att byggnader som ligger längre bort än 25 meter från Kommunalvägen bedöms ligga utanför riskområdet och inga övriga skyddsåtgärder behöver tas. Detta avser det planerade kommunhuset och biblioteket. Eventuell personintensiv verksamhet i Paradisgaraget bör också förläggas 25 meter från Kommunalvägen.

Paradisgaragets fasad som vetter mot Kommunalvägen bör utföras obrännbar. Befintlig fasad bedöms vara obrännbar i dagsläget, och denna bör inte kläs in i något brännbart material vid ombyggnad och tillbyggda delar som vetter mot Kommunalvägen bör utföras obrännbar.

Med föreslagna riskreducerande åtgärder sänks samhällsriskens till under ALARP, där risken är acceptabel enligt samhällets normer.

Samhällsriskens förväntas vara betydligt lägre norr om korsningen med Paradistorget, detta på grund av att de flesta farligt gods-transporter förväntas gå till drivmedelsstationen.

Inom riskutredningen har flertalet riskkällor vilka endast förväntas leda till mycket begränsade riskbidrag avfärdats kvalitativt. Detta medför att den aggregerade risken sannolikt är något högre än vad som har beräknats fram. Detta bedöms dock fångas upp i de konservativa antaganden som genomgående har gjorts under utredningen. Analysens känslighet mot osäkerheter har undersökts i avsnitt 7.3.

10 Rekommendationer och åtgärder

Med hänsyn till Paradisgaragets nära placering till Kommunalvägen rekommenderar FireTech Engineering AB att Paradisgaraget ska uppfylla följande krav:

- Fasad inom 25 meters avstånd från Kommunalvägen ska utföras obrännbar.
- Centrum-verksamhet ska förläggas minst 25 meter från Kommunalvägen eller
- om centrum-verksamhet förläggs inom 25 meter ska det finnas en utrymningsväg bort från Kommunalvägen.

För byggnader som ligger längre bort från Kommunalvägen krävs inga skyddsåtgärder avseende risker som identifierats i riskutredningen.

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att personsäkerheten är acceptabel för personer som befinner sig i aktuell byggnad utifrån genomförd riskvärdering och förekommande transporter av farligt gods.

11 Slutsats

FireTech Engineering AB anser att om de rekommendationer som redovisats i kapitel 10 beaktas har skäliga åtgärder vidtagits för att begränsa risknivåerna i området.

Malmö 2022-11-22
FireTech Engineering AB

Granskad av:

Max Myrhede
Civilingenjör Riskhantering

Oscar Mårtensson
Civilingenjör Riskhantering

Referenser

- [1] L. i. S. Län, "länsstyrelsen.se," 30 03 2016. [Online]. Available: <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2887c5dd16488fe880d474cd/1536659017929/01FS%202016%20010%20L%C3%A4nsstyrelsen%20i%20Stockholms%20l%C3%A4ns%20kung%C3%B6relse%20om%20sammanst%C3%A4llning%20av%20rekommenderade%20v%C3%A4gar%20och%20lokala%20trafik%C3%A4n%2011%202022>. [Använd 01 11 2022].
- [2] Länsstyrelsen Stockholm, Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4.
- [3] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [4] Försvarets Forskningsanstalt, Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor för bedömning av risker, 1998.
- [5] Försvarets Forskningsanstalt, "Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen," Försvarets Forskningsanstalt, 1995.
- [6] SCB, "Invånare per kvadratkilometer efter region och år," SCB, 25 11 2022. [Online]. Available: https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101C/BefArealTathetKoncentration/table/tableViewLayout1/. [Använd 25 11 2022].
- [7] H. Kommun, "huddinge.se," Huddinge Kommun, 13 09 2022. [Online]. Available: <https://www.huddinge.se/stadsplanering-och-trafik/huddinge-bygger/mellersta/sjodalen/#Huddingecentrum-f%C3%B6rt%C3%A4tas>. [Använd 25 11 2022].
- [8] Länsstyrelsen Stockholm, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [9] Trafikverket, "Välkommen till Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 5 Oktober 2021].
- [10] Trafikverket, *Trafikuppräkningstal för EVA 2017-2040-2065*, 2020.
- [11] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2020 Swedish national and international road goods transport," 2020.
- [12] Trafikverket, *210415_trafikuppgifter_jarnvag_t21_och_bullerprognos_2040*, Trafikverket, 2021.
- [13] Trafikanalys, "Bantrafik 2020," 2020.
- [14] Briab, "Underlag till planarbetet för Tingshuset 1, Huddinge kommun," Briab, Stockholm, 2022-02-14.
- [15] AFRY, "Trafikutredning Huddinge Kommunhus," AFRY, Stockholm, 2022.
- [16] MSB, Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer, 2015.
- [17] S. AB, "Södertörns Brandförsvarsförbund," 22 05 2022. [Online]. Available: <https://www.sbff.se/foretag/farligverksamhet-seveso/swerock-bergtakt-glado/>. [Använd 08 11 2022].
- [18] P. Olsson, "Vägtransport av farligt gods - beräkningsmodell för olycksfrekvens," Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [19] Trafikverket, "Välkommen till Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 22 03 2021].
- [20] Trafikverket, "Bygg om eller bygg nytt - Kapitel 6 Trafiksäkerhet," Trafikverket, 2021.
- [21] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Statens räddningsverk, 1996, 1996.
- [22] RIVM, "Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 - Introduction," National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, 2009.
- [23] F. Rådne, "Transport av explosivt gods - Känner vi till riskerna?," Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [24] RIVM, "PGS 3 - Guidelines for quantitative risk assessment - 'Purple book'," 2005.
- [25] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. T. L. Runn och S. Winter, "Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor," Försvarets Forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [26] Karlsson, H. T., Processriskanalys, Lund: Lunds tekniska högskola, 2012.
- [27] EPA, "ALOHA User's Manual," U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 2007.
- [28] NOAA, "ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4 - Technical Documentation," National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Seattle, Washington, 2013.
- [29] N. Sohrab och J. Hannah, "Utsläpp och spridning av giftiga gaser," Intressentföreningen för processäkerhet, 2009.
- [30] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar," Lund University, Lund, 1992.
- [31] C. Alfredsson och C.-H. Carlsson, "Räddningstjänst och miljö," Räddningsverket, 2006.
- [32] Wuz risk consultancy AB, "Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods - Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås stad," 2016.

- [33] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2018," Trafikverket, 2018.
- [34] Trafikverket, "Transporter av farligt gods i samhällsplaneringen," [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Transporter-av-farligt-gods/>. [Använd 15 April 2021].
- [35] Kriskonsulterna AB, "Kartläggning av transporter med farligt gods i Jämtlands län," Länsstyrelsen Jämtlands län, Östersund, 2018.
- [36] Ramböll, "Godstransporter och omlastningspunkter i Mittstråket Sundsvall - Östersund - Trondheim," 2019.
- [37] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [38] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of hazardous material*, nr 33, 1993.
- [39] Trafikverket, "NVDB på webb," 2021. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 19 Februari 2021].
- [40] Trafikverket, "Kartor med trafikflöden," 2021. [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/Kartor-med-trafikfloden/>. [Använd 19 Februari 2021].
- [41] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=wind,stations=all,stationid=97200>. [Använd 27 Februari 2021].
- [42] Energigas Sverige, "Åtgärder vid olyckor under transporter av gasol i bulkform," Stockholm, 2017.
- [43] Sveriges Kommuner och Landsting, "Transporter av farligt gods - handbok för kommunernas planering," 2012.
- [44] Försvarets Forskningsanstalt, Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor för bedömning av risker, 1998.
- [45] MSB, "Identitet - Svaveldioxid," [Online]. Available: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=452&q=svaveldioxid&p=1>. [Använd 3 Januari 2022].
- [46] MSB, "Identitet - Ammoniak, vattenfri," [Online]. Available: <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=448&q=ammoniak&p=1>. [Använd 3 Januari 2022].
- [47] MSB, "Identitet - Klor," [Online]. Available: <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=456&q=klor&p=1>. [Använd 3 Januari 2022].
- [48] Försvarets forskningsanstalt (FOA), Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker, Avdelningen för NBC-skydd, 1997.
- [49] Energigas Sverige, "Åtgärder vid nödsituationer under transporter av flytande metan (LNG och LBG) - Tankbil och Tankcontainer," Energigas Sverige, Stockholm, 2011.
- [50] Norconsult, "Riskanalys farligt gods - Detaljplan för Lisebergs utbyggnad öster om Nellickevägen," Norconsult, 2020.
- [51] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (Bilaga 2)," 1997.
- [52] L. Skåne, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen," Länsstyrelsen Skåne, Malmö, 2007.

Bilaga A Frekvens och sannolikhetsberäkning

I denna bilaga redovisas sannolikhets- och frekvensberäkningar för de händelser som definierats och identifierats och som kan leda till utsläpp av farligt gods som kan ge upphov till personskador.

A.1 Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på väg

Sannolikhet för att ett utsläpp av farligt gods sker på kommunalvägen är till stor del beroende av risken att en trafikolycka uppstår – antingen som singelolycka vid transport eller i samband med korsningar. Antalet förväntade trafikolyckor per år uppskattas med Olssons modell [18], vilken är en version av Trafikverkets trafikolycksmodeLL men vilken är anpassad för just transporter av farligt gods med lastbil.

Modellen för att uppskatta antalet trafikolyckor för farligt gods transporter med lastbil per år av Olsson [18] presenteras nedan:

$$\lambda = L \cdot O_{anpassad} \cdot P \cdot \dot{A}DT_{tung\ lastbil} \cdot 10^{-6} \cdot 365$$

där

λ = uppskattat antal olyckor (år⁻¹)

L = vägsträckans längd (km)

$O_{anpassad}$ = olyckskvot från föreslagen modell (miljonfordonskm⁻¹år⁻¹)

P = andel tunga transporter med farligt gods av tunga lastbilar

$\dot{A}DT_{tung\ lastbil}$ = årsmedeldygnstrafik för tunga lastbilar

Det är i den anpassade olyckskvoten som modellen har tagit hänsyn till specifikt transporter av farligt gods. Detta görs till exempel genom att beakta att trafikolyckor med farligt gods inte nödvändigtvis behöver leda till personskador för att risk för utsläpp av godset ska föreligga, utan att olyckor bör även inkludera sådana som endast leder till egendomsskador. Den anpassade olyckskvoten beräknas enligt nedanstående ekvation:

$$O_{anpassad} = PO_k \cdot \left(EG_p \cdot BF_{EG} + \frac{DF \cdot SF}{DO} + \left(1 - \frac{DF \cdot SF}{DO} \right) BF_{SS/LS} \right) \cdot U_{LB} \cdot K_{TA}$$

där

$O_{anpassad}$ = anpassad olyckskvot för olyckor med personskada eller egendomsskada (miljonfordonskm⁻¹år⁻¹)

PO_k = personskadeolyckskvot (miljonaxelparkm⁻¹år⁻¹)

EG_p = egendomsskadepåslag

BF_{EG} = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av egendomsskador (1 [18])

DF = dödsfölj, andel döda av skadade personer

SF = skadefölj, antal skadade personer per olycka

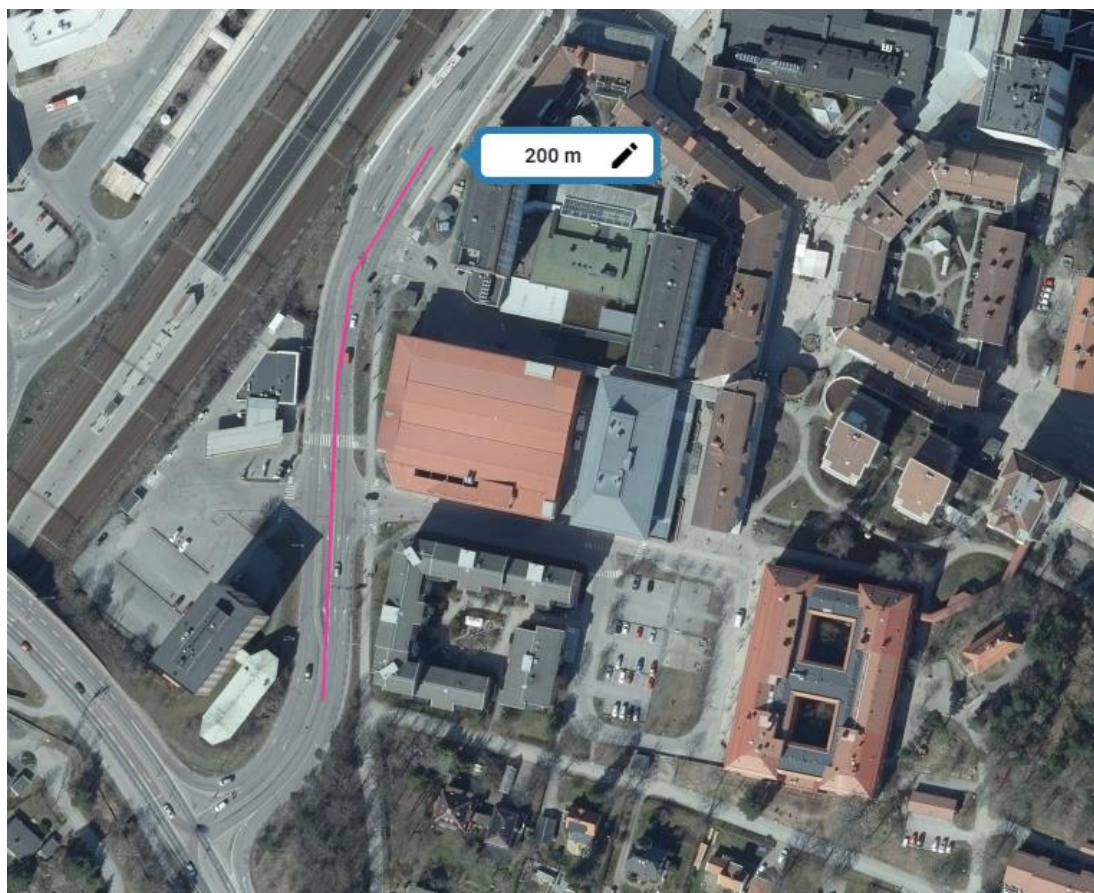
DO = uppskattat antal döda personer per dödsolycka (1,12 enligt [18])

$BF_{SS/LS}$ = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av svårt skadade och lindrigt skadade (1,5 inom tätort, 1,7 i övriga vägmiljöer [18])

U_{LB} = uppräkningsfaktor för högre olycksbenägenhet hos tunga transporter med farligt gods

K_{TA} = faktor för konvertering av trafikarbete från axelparkilometer till fordonskilometer

I anslutning till Paradisgaraget löper Kommunalvägen där det förväntas transporter av farligt gods via lastbil. Således undersöks en vägsträcka på 200 meter längs med planområdet, se Figur 17 nedan.



Figur 17 Undersökt vägsträcka på Kommunalvägen invid området vilken inkluderas i riskberäkningarna.

På den markerade vägsträckan ovan råder en hastighetsbegränsning på 40 km/h. Vägen består av 2 körfält mestadels av sträckan och har en bredd på cirka 15 meter i medel. Enligt [19] hade vägen en ÅDT på 8849 år 2020, varvid 1106 antas vara lastbilar. Med uppräknings för år 2065 (se avsnitt 5.4) förväntas en ÅDT på 18848 på området varav 2365 lastbilar varvid denna siffra används i beräkningarna. På sträckan finns en korsning som kommer beaktas i beräkningarna.

I beräkningarna representeras sträckan av kommunalvägen som en vanlig väg i tätort med två körfält, kommunal vägghållare och med en hastighetsgräns på 40 km/h. Trafikfunktion ansätts till "City" och trafikmiljö "C". Detta ger en anpassad olyckskvot på Kommunalvägen (exklusive korsningar) mellan motorfordon (samt inkluderat singelolyckor) enligt [18] [20]:

$$O_{anpassad} = 0,158 \left(3,0 \cdot 1,0 + \frac{0,7 \cdot 1,28}{1,12} + \left(1 - \frac{0,7 \cdot 1,28}{1,12} \right) \cdot 1,5 \right) \cdot 1,5 \cdot 1,09 = 1,059$$

Med antagandet att all trafik med lastbilar på området är tung trafik, samt att andelen av alla lastbilar som kör farligt gods är 0,059 procent i enlighet med uppgifter från verksamheten, fås följande olycksfrekvenser för farligt gods enligt modellen:

Undersökt del	Väglängd (km)	Anpassad olyckskvot enligt [18] (miljonfordon skm-1år-1)	Andel tunga transporter med farligt gods	ÅDT lastbilar (prognos 2060)	Beräknad olycksfrekvens (år-1)
Kommunalvägen	0,2	1,059	0,059 %	3376	1,5 E-4

Frekvensen för trafikolyckor i korsningar kan beräknas med Trafikverkets effektsamband, genom trafiksäkerhetsmodellen. Förväntat antal olyckor per år, uppdelat i antal skadade, antal dödade och antal egendomsskador beräknas enligt:

$$S_{mf} = a \times SF \times Q_t^b \times \left(\frac{Q_s}{Q_t}\right)^c$$

$$D_{mf} = S_{mf} \times DF$$

$$EG_{mf} = S_{mf} \times EG_p$$

där

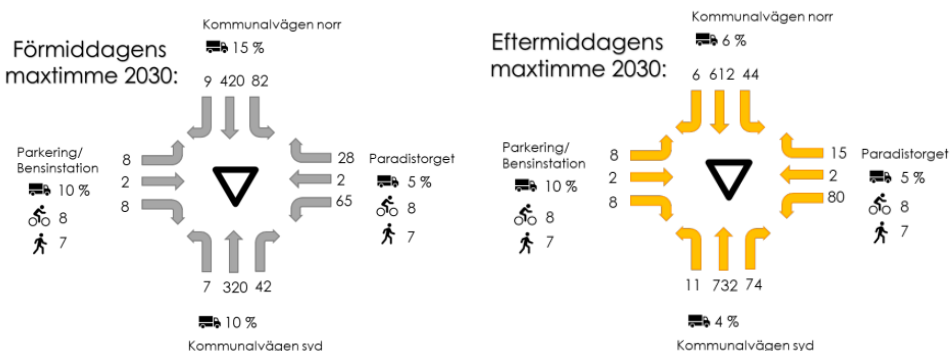
S	Antal skadade per år
a, b och c	Konstanter beroende på hastighetsgräns, miljö och korsningstyp
SF	Skadeföljd, dvs. antal skadade per olycka
Q_t	Total inkommande ÅDT
Q_s	Inkommande ÅDT från sekundärväg
D	Antal dödade per år
DF	Dödsföljd, dödade i % per skadad
EG	Antal egendomsskador
EG_p	Egendomsskadepåslag

Korsningarna på Kommunalvägen som är relevanta för planområdet är korsningen invid Paradisgaraget och drivmedelsstationen och korsningen vid infarten till paradisgaraget.



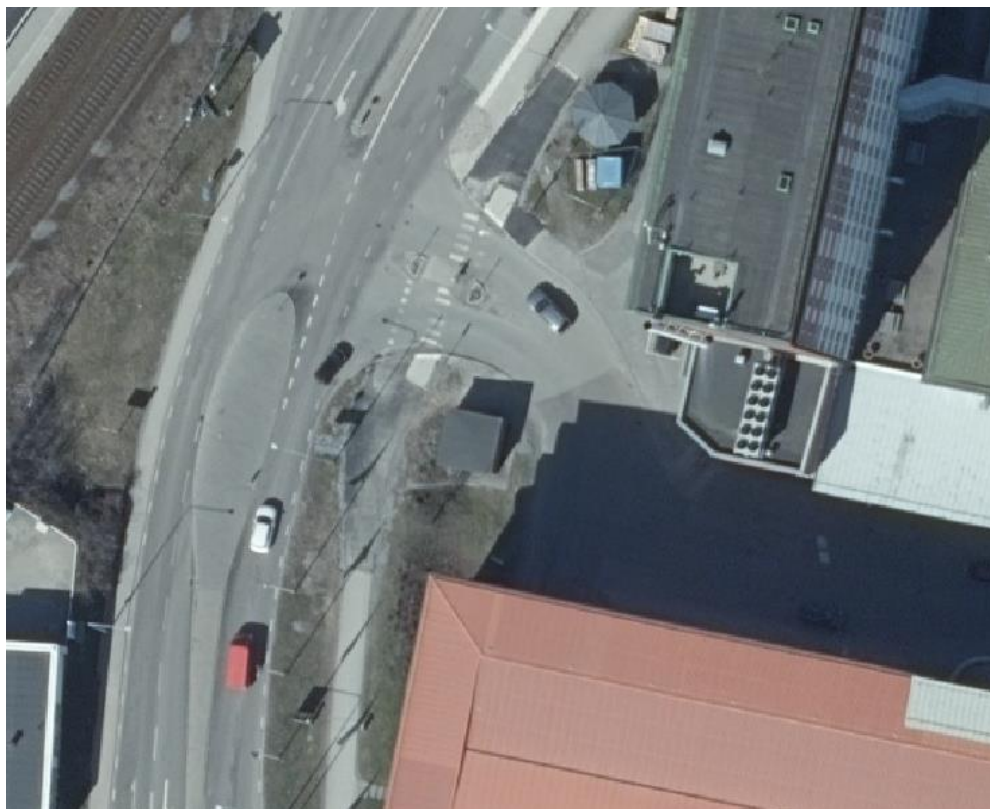
Figur 18 Korsningen (A) mellan Drivmedelsstationen, Kommunalvägen och Paradistorget. Korsningen är av typ C med förbehållet att det snarare är en snedfördelad fyrvägs korsning.

AFRY har kartlagt denna korsning i trafikutredningen [15] och tagit fram fördelningar av trafik in och ut ur korsningen. Dessa värden kommer användas i analysen av korsningen, se nedan.



Figur 19 Fördelning i korsningen under dygnets maxtimmar, uppräknat till 2030 [13]

I syfte att vara konservativ dimensioneras analysen efter trafiksituationen under dygnets maxtimmar. ÅDT för Kommunalvägen är 3376 för tungtrafik. ÅDT för Paradistorget är enligt [15] 1000 fordon/dygn, varav 5 % är tungtrafik. Uppräknat till 2065 blir ÅDT för tungtrafik 106,5 fordon/dygn. För infarten till drivmedelsstationen saknas mätdata, men samma fördelning som [15] ansätts och ÅDT räknas upp till 9 fordon/dygn för tungtrafik. Till drivmedelsstationen förväntas minst två farligt gods transporter om dagen.



Figur 20 Korsningen (B) vid Paradisgaragets infart. Korsningen är av typ C.

Korsningen till Paradisgaragets infart är av typ C. Det finns trafiköar och det är en skyddad vänstersväng från södergående körfält. Det antas all trafik på infarten gå från och till Paradisgaraget och yrkestrafik till COOPs varuintag. Garaget kommer efter tillbyggnaden ha 673 platser. I AFRYs trafikutredning [15] utreds antal bilresor som förväntas kopplat till parkeringsplatser. År 2030 förväntas ca 2020 bilresor/dygn kopplade till Paradisgaraget, vilket också ansätts som ÅDT. Antalet tunga fordon in och ut ur Paradisgaraget bedöms vara nära noll, eftersom det främst är personbilar som kommer parkera här. Därmed ansätts 0,1 % av Paradisgaragets ÅDT, dvs ca 2 tunga fordon/dygn. Till COOPs varuintag antas en godstrafik om 10 tunga fordon om dagen. Inkommande till korsningen blir således 12 fordon/dygn.

Sammanfattningsvis presenteras följande värden på korsningarna utmed Kommunalvägen. Värdena är tagna ur trafikverkets effektsamband [20] och förutsätter att hastighetsbegränsningen är 40 km/h.

Tabell 5 Korsningar

Korsning	Typ	a(10 ⁻⁶)	b	c	Q _t	Q _s	SF	DF	EG _p	O _{mf}
A	C	0,41	1,45	0,5	3491	115	0,81	0,7	3,6	0,044
B	C	0,41	1,45	0,5	3379	12	0,81	0,7	3,6	0,007
Totalt										0,058

Antalet olyckor för tung trafik i korsningarna längs undersökt sträcka av kommunalvägen är enligt beräkning ovan ca 0,058 per år. En olycksfrekvens för farligt gods kan då tas fram med VTI-metoden som redovisas nedan.

$$O_{fg} = O \times ((Y \times P) + (1 - Y) \times (2P - P^2))$$

Där

O_{fg} olycksfrekvens med fordon som transporterar farligt gods

O olycksfrekvens på aktuell vägsträcka

P andelen fordon som transporterar farligt gods (0,59%)

Y andelen singelolyckor (0,05)

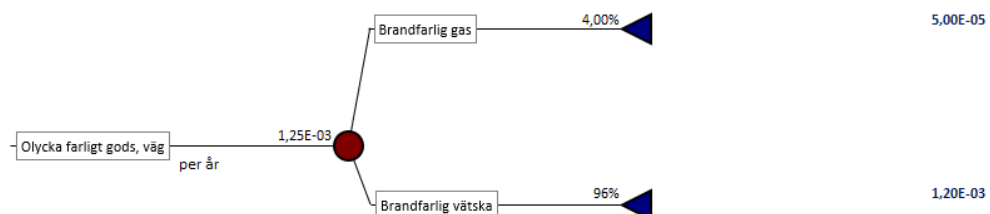
Andelen singelolyckor i korsningar antas vara låg, vilket tas höjd för genom att plocka värden för 30 km/h istället för 40 km/h. Förutsätter man att andelen farligt gods är 0,059 % innebär det att man med VTI-modellen får en frekvens på olycka som inbegriper farligt gods i en korsning på 0,0011 per år. Detta innebär att olycksfrekvensen för farligt gods på Kommunalvägen ser ut enligt följande:

Tabell 6. Beräknade olycksfrekvenser på Kommunalvägen samt korsningar på den undersökta vägsträckan.

Undersökt del av led	Olycksfrekvens farligt gods
Kommunalvägen exklusive korsningar	1,5E-4
Korsningar längs kommunalvägen	1,1E-3
Totalt	1,25E-3

För att uppskatta hur många av dessa olyckor som leder till att godset läcker ut och därmed att risker för följdkonsekvenser uppstår används VTI-modellen [21]. I VTI-modellen beskrivs denna sannolikhet med ett index. Detta index tar hänsyn till att sannolikheten för utsläpp ökar med en ökad fordonshastighet. För Kommunalvägen (tätort, 40 km/h) fås ett index på 0,02. Således bedöms sannolikheten för utsläpp av farligt gods till följd av givet en trafikolycka inom området vara 2 %.

Vid beräkningarna antas en fördelning av klasser av farligt gods enligt antagandena som presenterats tidigare i rapporten. Fördelning baseras på vilka varor som finns på drivmedelsstationen, och presenteras nedan.



Figur A1. Antagen fördelning av ämnen som transporteras på Kommunalvägen samt frekvenser för olycka med respektive ämne.

A.1.1 ADR klass 1 – Explosiva ämnen

Det finns inga mätdata kring transport av explosiva ämnen i området, förutom till Swerock bergtäkt men de ämnena är vid transportskede inte att betrakta som Klass 1. Eftersom det inte förväntas någon transport av explosiva ämnen

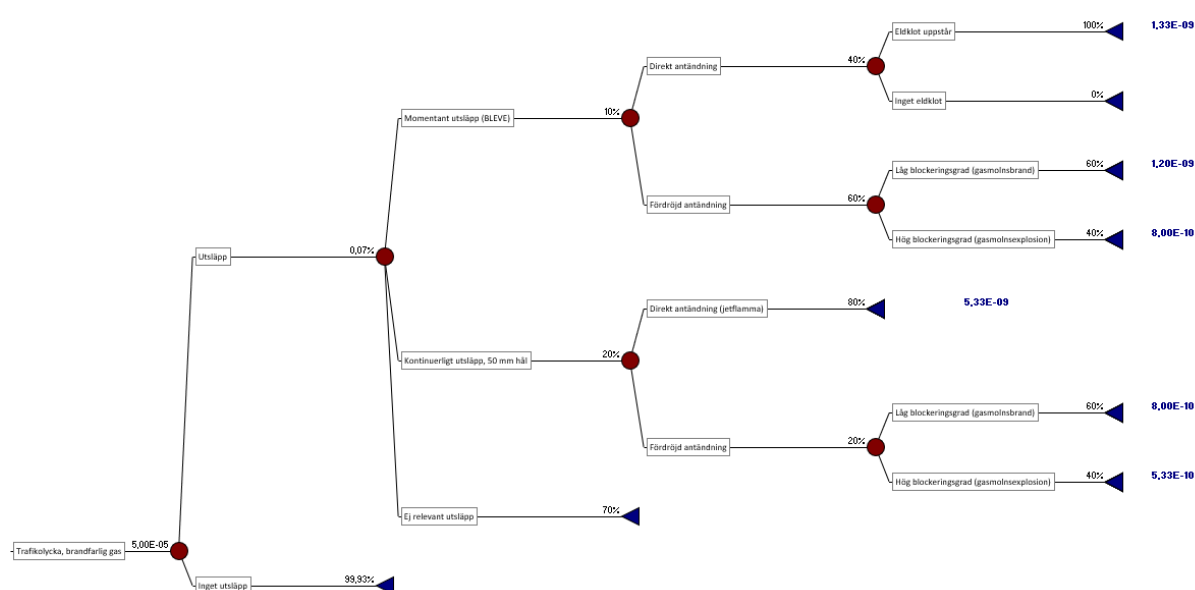
till drivmedelsstationen, och inga andra möjliga mål har identifierats längs Kommunalvägen, förväntas inga transporter av Klass 1-gods på vägen. Vid eventuella entreprenader där sprängning förekommer och dessa ämnen transporteras längs vägen, sker detta endast tillfälligt och i ringa omfattning.

A.1.2 ADR klass 2.1 - Brandfarlig gas

Tre typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas undersöks, gasmolnsbrand, jetflamma och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Brännbara gaser transporteras vanligtvis i vätskefas (tryck- eller kylkondenserade) i tjockväggiga kärl och tankar med hög hållfasthet. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter med sannolikheter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [22]. I VTI-handboken anges att tjockväggiga tankar kan antas ha en sannolikhet för utsläpp som är 30 gånger lägre än index, vilket gäller för tunnväggiga tankar.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A2. Händelseträd för brandfarlig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.3 ADR klass 2.3 - Giftig gas

Det förväntas inga transporter av giftig gas på Kommunalvägen. Även om det skulle förekomma transport av giftig gas bedöms det utifrån verksamheterna längs Kommunalvägen vara i så ringa mängder att konsekvenserna av en olycka skulle vara försumbara.

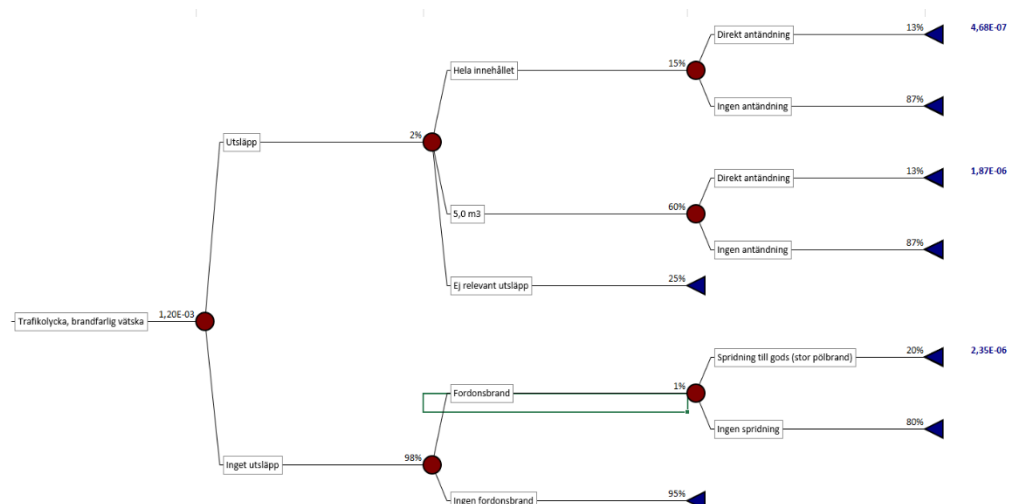
A.1.4 ADR klass 3 - Brandfarlig vätska

Brandfarliga vätskor transporteras normalt i tunnväggiga kärl. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [22].

Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [21]. Sannolikhet för antändning ansätts enligt [22].

Sannolikheten för att olycka leder till fordonsbrand ansätts till 2% med hänvisning till [23], där ett intervall om 2-7 % bedöms tillämpligt. Att 2% väljs beror på de låga hastigheterna som föreligger på Kommunalvägen, vilket bedöms reducera risken för fordonsbrand. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen [23].

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A3. Händelseträd för brandfarlig vätska. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.5 ADR klass 5 - Oxiderande ämnen

Det förväntas inga transporter av oxiderande ämnen på Kommunalvägen. Skulle det förekomma förväntas mycket ringa mängder.

A.1.6 Scenarier för konsekvensberäkningar

Nedan redovisas de scenarier med tillhörande frekvenser som används för konsekvensberäkningar.

Tabell 7 Frekvenser för konsekvensberäkningar

Benämning	Klass	Scenario	Frekvens (per år)
A1	2.1	Momentant, BLEVE	1,3E-09
A2	2.1	Momentant, gasmolnsbrand	1,2E-09
A3	2.1	Momentant, gasmolnsexplosion	8,0E-10
A4	2.1	Kontinuerligt, jetflamma	5,3E-09
A5	2.1	Kontinuerligt, gasmolnsbrand	8,0E-10
A6	2.1	Kontinuerligt, gasmolnsexplosion	5,3E-10
B1	3	Stor pölbrand	4,7E-07
B2	3	Medel pölbrand	1,9E-06
B3	3	Fordonsbrand (stor pölbrand)	2,4E-06

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

I denna bilaga redovisas beräkningar av konsekvenserna för de scenarier med olyckor med farligt gods för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A.

B.1 Allmänt

För att kunna fastställa och värdera individ- och samhällsrisk behöver det uppskattas konsekvenser för identifierade skadehändelser.

Uppskattningar av konsekvensavstånd görs med beräkningsprogramvara, handberäkningsmodeller och förenklade antaganden.

Med konsekvensavstånd menas det avstånd där 50 % dödlighet nås, det vill säga det avstånd där en genomsnittligt känslig person förväntas dö i hälften av fallen. I beräkningarna görs en diskret indelning där 100 % inom detta avstånd antas omkomma och att 100 % utanför detta område överlever. I verkligheten kommer vissa individer att överleva inom detta avstånd, medan andra omkommer bortom detta avstånd.

Således behövs det bestämmas skadekriterier där 50 % dödlighet förväntas uppnås beroende på skadeutfall.

B.1.1 Skadekriterier

De skadeutfall som kan inträffa till följd av de identifierade skadehändelserna i Bilaga A är:

- Brännskador
- Tryckskador

Sannolikheten för dödsfall till följd av brännskador uppskattas med hjälp av probitberäkningar. Med hjälp av dessa kan det bestämmas vid vilken infallande strålning och exponeringstid som leder till sådana brännskador där 50 % förväntas omkomma. Sambandet har tagits från Purple Book [24] och presenteras nedan:

$$Pr = -36,38 + 2,56 \cdot \ln(Q^{4/3} \cdot t)$$

där

$Q^{4/3}$ = den infallande strålningen på ett visst avstånd (kW/m²)

t = exponeringstiden för ovanstående strålning (s)

I enlighet med [24] antas exponeringstiden maximalt uppgå till 20 sekunder, efter det förväntas personer hunnit ta sig till säkerhet. Kläder antas ha en skyddande effekt mot den infallande strålningen [24], vilket beaktas i samhällsriskberäkningarna under Bilaga C. Om strålningen är tillräckligt hög finns en risk att närliggande byggnader börjar brinna.

Sannolikheten för dödsfall till följd av tryckskador uppskattas med hjälp av Tabell 8 nedan [25]. Ett infallande tryck på 260 kPa anges vara dödligt i 50 % av fallen. Eftersom personer också kan omkomma till följd av indirekta skador så som skallfrakturer då personer kastas utav tryckvågen eller på grund av splitter och fallande byggnadsdelar används dock gränsen 210 kPa (motsvarar 10 % döda) för att bestämma konsekvensområde.

Tabell 8 Infallande tryck i kPa som följd av explosion och skadegrad på människor

Skada	Infallande tryck (kPa)
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1 % döda)	180
10 % döda	210
50 % döda	260
90 % döda	300
99 % döda	350

Det anges i [26] att ett övertryck motsvarande 0,2 atmosfärer innebär risk för allvarliga skador på byggnader. Med anledning av detta görs antagandet att 1/3 av byggnader som påverkas av ett övertryck motsvarande 20 kPa skadas betydande och att 1/3 av personerna som befinner sig i byggnader omkommer.

B.1.2

Programvara för konsekvensberäkningar

För att utföra konsekvensuppskattningar till följd av ett utsläpp av farligt gods används version 5.4.7 av beräkningsprogramvaran ALOHA (Areal Locations Of Hazardous Atmospheres) där så är möjligt. Denna version är utgiven i september 2016. ALOHA är avsett för att modellera utsläpp, spridning och konsekvenser av farliga ämnen och är utvecklat tillsammans av de amerikanska myndigheterna NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) och EPA.

ALOHA utvecklades från början främst för syftet att användas av räddningstjänst men har med tiden utvecklats till att bli ett verktyg som också används för samhällsplanerings- och akademiska ändamål [27].

Ett antal begränsningar finns i ALOHA. [27] [28]

- Ingen vind eller mycket låg vindhastighet innebär att beräkningsresultatet blir otillförlitligt.
- Vindhastighetens variation med höjden beaktas, men i övrigt görs antaganden att inmatad vindhastighet gäller för hela området som påverkas av utsläppet.
- Mycket stabila atmosfäriska villkor kan leda till att utsläppet knappast alls späds ut i luften vilket kan ge mycket höga koncentrationer långt från utsläppskällan. Detta kan inte modelleras i ALOHA.
- Virvlar (eng. "eddies") i atmosfären vilka är större än utsläppsplymen kommer orsaka ett slingrande utseende i tid och rum hos plymen, i ALOHA beaktas inte detta utan koncentrationer beräknas som tidsmedelvärden under flera minuter.
- Byggnader och topologi i omgivningen påverkar hur utsläppet rör sig, detta förenklas genom att en ytråhet för omgivningen ansätts, se Kapitel **Fel! Hittar inte referenskälla..**

Begränsningarna redogjorda för ovan är typiska för sådana här sortens av beräkningsprogram. Fördelarna med dem är att det går snabbt att utföra beräkningar vilket medger möjlighet att utvärdera ett stort antal scenarier och variationer hos påverkande parametrar. [29]

Två modeller för spridning i luft är inkluderade i ALOHA: en gaussisk modell och en tunggasmodell. För en mer detaljerad redogörelse för spridningsmodeller och spridning i luft hänvisas till [25], [30] och [27] - [31].

B.2

Parametrar som påverkar beräkningar i ALOHA

ALOHA beaktar en rad parametrar som påverkar spridningen av ett utsläpp. Nedan redogörs kortfattat för dessa parametrar och hur dessa beaktas i beräkningarna i denna riskanalys. Redogörelsen bygger på [27] och [28] där inget annat anges.

- **Vindhastighet och vindriktning**

Vindhastigheten påverkar hur snabbt ett utsläpp transporteras i vindriktningen och hur mycket det sprids ut vertikalt och späds ut. I beräkningarna används 10 meter som referenshöjd för vindhastigheten eftersom det är denna höjd mätningarna är gjorda för.

- **Ytråhet**

Hur landskapet där utsläppet sker ser ut påverkar turbulens och inblandning av luft och därmed utspädning av utsläppet. Till exempel om landskapet förväntas vara helt öppet kan höga koncentrationer av utsläppet förväntas på längre avstånd från källan, än om spridning sker över en tätort.

- **Molnighet**

ALOHA använder molnigheten (anges i total procent) för att uppskatta infallande solstrålning. En hög molnighet medför en lägre infallande solstrålning vilket gör atmosfären mer stabil varvid kemikalieutsläpp får längre konsekvensavstånd. I beräkningarna antas konservativt att 100 % molnighet råder.

- **Lufttemperatur**

Temperaturen i luften i atmosfären påverkar flertalet olika fysikaliska processer vid kemiska utsläpp till atmosfären. Bland annat påverkar det hur snabbt en pöl förångas, där en högre temperatur medför en snabbare förångning. I beräkningarna antas en medeltemperatur på 10 grader.

- **Stabilitetsklass**

Atmosfärisk stabilitetsklass utgör ett mått på turbulensen i atmosfären. Stabiliteten är främst beroende av solstrålning och vindhastighet och påverkar både luftinblandning och spridningsförlopp. Klasserna delas in med beteckningarna A-F, där A innebär extremt instabil och F innebär extremt stabil. En högre stabilitetsklass medför generellt längre konsekvensavstånd. Se

- Tabell 9 för en översikt över stabilitetsklasser. ALOHA uppskattar lämplig stabilitetsklass beroende på vindhastighet och molnighet. Är flera stabilitetsklasser möjliga väljer programmet konservativt den stabilaste.

Tabell 9. Kategorisering av stabilitetsklass efter vindhastighet, dag/natt, solinstrålning och molntäcke. Tabellen är översatt och återgiven från [28].

Vindhastighet	Dag			Natt	
10 m ovan mark (m/s)	Solinstrålning			Molntäcke	
	Stark	Måttlig	Svag	> 50 %	< 50 %
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A - B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C - D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

- **Inversion**

Inversion är ett fenomen där högre belägen luft i atmosfären är varmare än vid marken. I praktiken innebär detta att ett "lock" bildas och marknära utsläpp hindras från att stiga uppåt. Fenomenet uppträder typiskt vinterdagar där vindhastigheten är låg och skiktningen stabil och är vanligt under vintern i Sverige. För en mer detaljerad redogörelse hänvisas till [25]. Fenomenet är ovanligt och sker på sådan höjd att det vanligtvis inte påverkar ett utsläpp vid marknivå – varvid inversion inte beaktas i beräkningarna.

- **Luftfuktighet**

För spridningsberäkningar i ALOHA används luftfuktigheten för modellering av utsläpp med tunggasmodell. Värdet 80 % används i beräkningarna, vilket är ett genomsnittsvärde för Sverige [29].

- **Utsläppets höjd ovan mark**

Utsläppets höjd ovan mark påverkar spridningsbilden. Nära utsläppskällan blir koncentrationerna lägre eftersom det tar en viss tid innan utsläppet blandas ner till marknivå. Ammoniak har något lägre densitet än luft vilket kommer skapa ett "plymlyft" tills tillräckligt mycket luft har blandats in för att neutralisera effekten. Se [25] för en mer detaljerad redogörelse. Utsläppskällans höjd ovan mark har antagits vara 0 meter (marknivå) då detta medför längst konsekvensavstånd.

Följande indata har använts vid alla beräkningarna:

- Utsläppspunkten antas vara vid marknivå i öppet landskap.
- Datum och klockslag: 2022-11-22, 12:00
- Vind: 3 meter per sekund på 10 meters höjd.
- Lufttemperatur: 10 °C
- Molnighet: 100 %
- Stabilitetsklass: D (neutral stabilitet)

B.3

ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas

Tryckkondenserade gaser transporteras vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. I beräkningarna antas den brandfarliga gasen som transporteras vara gasol, det vill säga propan. Beräkningarna delas upp i momentant utsläpp och kontinuerligt utsläpp. Vid momentant utsläpp (BLEVE) undersöks konsekvensavtånden för eldklot, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion. Vid kontinuerligt utsläpp undersöks jetflamma, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion.

B.3.1

Brännbar gas - Momentant utsläpp (BLEVE)

Om tanken till en tryckkondenserad gas brister kommer innehållet expandera, förångas och bilda ett gasmoln. Om gasmolnet antänds direkt eller efter en viss tid kan olika skadehändelser inträffa. Konsekvenserna beror på huruvida tanken brister på grund av krockvåld eller en yttre brand.

Eldklot

Om tanken utsätts för en extern brand finns en risk att tanken brister våldsamt vid ett högt övertryck, varvid innehållet antänds direkt. Konsekvensavstånd för en sådan BLEVE och eldklot har beräknats med ALOHA och redovisas nedan. Enligt [24] förväntas 50 % av befolkningen omkomma vid en

exponeringstid på 20 sekunder om den infallande strålningen uppgår till cirka 30 kW/m².

Gasmolnsbrand

Om tanken brister av krockvåld och gasmolnet antänds efter en viss tidsfördröjning i ett område med låg blockeringsgrad uppstår en gasmolnsbrand.

Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA). I beräkningarna har det antagits att gasen beter sig som en tunggas.

Gasmolnsexplosion

Om tanken brister av krockvåld och gasmolnet antänds efter en viss tidsfördröjning i ett område med hög blockeringsgrad uppstår en gasmolnsexplosion inom det blockerade området.

B.3.1.1 Konsekvensavstånd momentant utsläpp

Mängderna som transporteras i lastbilarna varierar beroende på bilens utformning, och sker normalt i tankar med kapacitet på 8-33 ton. En mängd på 8 ton ansätts som dimensionerande eftersom mängden propan som lagrades vid drivmedelsstationen uppgick till 500 liter. All brännbar gas som transporteras förväntas vara tryckkondenserad propan. Propan har en densitet på 493 kg/m³ och med en massa på 8 ton fås en tankvolym på ca 16m³. I beräkningarna antas behållaren utgöras av en horisontell cylindrisk tank på 2 x 5 meter (diameter x längd). Resultatet av ALOHA-beräkningarna presenteras i tabellen nedan.

Tabell 10. Konsekvensavstånd momentant utsläpp

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Eldklot	138	A1
Gasmolnsbrand	320	A2
Gasmolnsexplosion	Skadekriterie uppnås ej	A3

B.3.2 Brännbar gas – Kontinuerligt utsläpp

Om tanken till en tryckkondenserad gas punkteras kommer innehållet att kontinuerligt släppas ut, förångas och bilda en gasplym. Om utsläppet antänder direkt eller efter en viss tid kan olika skadehändelser inträffa.

Jetflamma

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas antänder direkt kan en jetflamma uppstå. En jetflamma orsakar i första hand värmestrålning, men kan också medföra brandspridning till byggnader med mera. Konsekvensavstånd beräknas med ALOHA. Enligt [24] förväntas 50 % av befolkningen omkomma vid en exponeringstid på 20 sekunder om den infallande strålningen uppgår till cirka 30 kW/m².

Gasmolnsbrand

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att ett gasmoln bildas. Beroende på om det finns antändningskällor i området där gasmolnet rör sig längs vinden finns risk att en gasmolnsbrand uppstår.

Konsekvensavstånd för gasmolnsbrand beräknas med ALOHA. Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA).

Gasmolnsexplosion

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att ett gasmoln bildas. Beroende på om det finns områden med hög blockeringsgrad (till exempel under fordon, inom byggnader etcetera) där gasmolnet rör sig längs vinden kan en antändning av gasmolnet leda till en gasmolnsexplosion.

Konsekvensavstånd för gasmolnsbrand beräknats med ALOHA och redovisas nedan. Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA).

B.3.2.1

Konsekvensavstånd kontinuerligt utsläpp

Tankbilar med propan som kör på Kommunalvägen antas ha samma egenskaper som i tidigare beräkning, det vill säga 8 ton, 16 m³ tryckkondenserad gas. I detta scenario ansätts tanken läcka genom ett hål med en diameter på 5 cm i botten av tanken, då det anses vara konservativt. Resultatet av ALOHA-beräkningarna presenteras i tabellen nedan.

Tabell 11. Konsekvensavstånd kontinuerligt utsläpp

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Jetflamma	19	A4
Gasmolnsbrand	158	A5
Gasmolnsexplosion	Skadekriterie uppnås ej	A6

B.4

ADR klass 3 - Olycka med brandfarlig vätska

På Kommunalvägen körs främst brandfarlig vätska. En olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska leder till en pölbrand om det utsläppta ämnet antänds. Antändning av och brand i en sådan pöl förväntas ge strålningseffekter, som kan skada oskyddade människor och egendom. Beräkning för att uppskatta strålning från en pölbrand genomförs med ALOHA.

I beräkningarna antas pölbranden bestå av heptan (som representerar en brandfarlig vätska som sotar kraftigt och därmed avger en högre andel strålning, liknande bensin). Hälften av den brandfarliga vätskan som körs är diesel men det är i regel mindre farligt än bensin, på grund av betydligt högre flampunkt, vilket innebär att antagandet att all vätska är bensin anses konservativt.

Utsläpp av hela tankinnehållet

Om tanken brister i samband med krockvåld finns en risk att dess innehåll rinner ut och bildar en pöl.

Konsekvensavståndet för en pölbrand av hela tankinnehållet har beräknats med ALOHA. I beräkningarna antas innehållet bilda en 3 cm djup pöl, vilket beräknas breda ut sig över en 300 m² stor yta.

Enligt [24] förväntas 50 % av befolkningen omkomma vid en exponeringstid på 20 sekunder om den infallande strålningen uppgår till cirka 30 kW/m². Detta bedöms vara den maximala exponeringstiden innan personer hinner söka skydd. Beräkningar i ALOHA visar att denna strålningsnivå nås upp till 24 meters avstånd från pölens mitt.

Utsläpp av 5 m³

Om det går håll på tanken finns en risk att stora delar av dess innehåll rinner ut och bildar en pöl.

Konsekvensavståndet för en pölbrand av hela tankinnehållet har beräknats med ALOHA. I beräkningarna antas innehållet bilda en 3 cm djup pöl, vilket beräknas breda ut sig över en 170 m² stor yta. Beräkningar i ALOHA visar att denna strålningsnivå nås upp till 18 meters avstånd från pölens mitt.

Fordonsbrand i samband med en olycka

Om fordonet börjar brinna i samband med en olycka finns en risk att innehållet läcker ut och bildar en pöl. Detta antas ha samma konsekvenser som beräknades ovan då hela tankens innehåll släpps ut.

B.4.1

Konsekvensavstånd runt Kommunalvägen

På Kommunalvägen förväntas transporter av brandfarlig vätska. Scenarierna delas upp i ett utsläpp av hela tankinnehållet och ett mindre utsläpp av 5 m³ av den brandfarliga vätskan. Ett utsläpp av hela tanken resulterar i en pöl, dimensionerande 3 cm djup, på 300 m². Fordonsbrand stort utsläpp förväntas ha samma konsekvensavstånd som stor pölbrand. ALOHA-beräkningarna redovisas nedan.

Tabell 12. Konsekvensavstånd för pölbrand runt Kommunalvägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Stor pölbrand	24	B1,B3
Medel pölbrand	18	B2

Bilaga C – Beräkningar av individ- och samhällsrisk

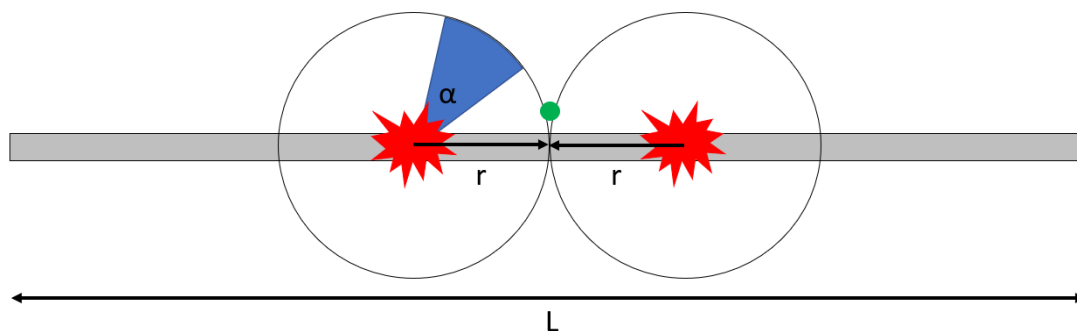
I denna bilaga redovisas beräkningar av individ- och samhällsrisk för de scenarier med olyckor med farligt gods för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A med tillhörande konsekvensavstånd vilka har uppskattats i Bilaga B.

C.1

Individrisk

Baserat på scenarierna identifierade ovan kan individrisken bestämmas. Enligt avsnitt 2.2 menas med individrisk den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med Det Norske Veritas (DNV) rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Beroende på de identifierade scenariernas konsekvensavstånd finns en sannolikhet att en olycka som inträffar en viss sträcka på en transportled påverkar en individ på området som undersöks. Detta illustreras i Figur 21 nedan.



Figur 21. Sannolikheten att en person (markerad i grönt) precis intill en farligt gods led påverkas av en olycka med konsekvensavstånd r och spridningsvinkel α .

Individen ovan (markerat i grönt) påverkas endast om en olycka med konsekvensavstånd r inträffar på en vägsträcka på $2r$. Vidare, om olyckan har en spridningsvinkel α , riskerar individen endast att påverkas om den befinner sig inom denna spridningsvinkel då en olycka inträffar på vägsträckan $2r$. Sannolikheten att en individ som befinner sig utomhus på en specifik plats omkommer av respektive scenario, individrisken, fastställs således med följande ekvation:

$$\text{Individrisk} = f \cdot \frac{2 \cdot r}{L} \cdot \frac{\alpha}{360}$$

där

f = frekvensen för respektive scenario (årkm)

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)

L = längden på den undersökta delen av transportleden förbi området (m)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

Frekvensen för respektive scenario bestämdes i Bilaga A, medan konsekvensavstånden bestämdes i Bilaga B. För att uppskatta individrisken behövs spridningsvinkeln för respektive scenario. I enlighet med [32] ansätts dessa enligt nedan:

- Pölbränder: 360 grader
- Gasutsläpp som breder ut sig i vindriktningen: 22 grader
- Jetflamma: 240 grader (riktad mot området eller rakt uppåt, flammor riktade bort från individen beaktas inte)

C.2

Samhällsrisk

För att beräkna samhällsriskens uppskattas antalet omkomna genom följande ekvation:

$$\text{Antalet omkomna (N)} = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360} \cdot P$$

där

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

P = populationstätheten (inv/km²)

Populationstätheten ansätts till 5000 personer/km². Detta är en osäkerhet som hanteras i känslighetsanalysen.

Eftersom detaljplaneområdet omfattar dagverksamhet (Kommunhus, bibliotek, parkeringshus till dessa verksamheter) kan det förväntas vara tätare på dagen och glesare på natten. På natten förväntas betydligt färre personer, cirka hälften av den övergripande persontätheten.

På dagen förväntas 10 % av populationen befinna sig utomhus och 90 % inomhus. På natten förväntas endast 1 % befinna sig utomhus och 99 % inomhus.

För personer som befinner sig utomhus har det antagits att alla omkommer inom konsekvensområdet, medan det för personer som befinner sig inomhus har antagits att 25 % omkommer.