

Västerås 2:4 m fl
Västerås hamn
Västerås Stad
Västerås

Riskbedömning

Riskbedömning av Västerås hamn

Status	Preliminär
Utgåva	3
Datum	2023-08-28
Uppdragsbeteckning	4767,030
Handlingsbeteckning	FT8-01
Skapad	2022-06-01
Sidor	71
Handläggare	Oscar Mårtensson
E-post handläggare	oscar.martensson@firetech.se
Handläggare	Max Myrhede
E-post handläggare	max.myrhede@firetech.se
Uppdragsansvarig	Markus Filipek
E-post uppdragsansvarig	markus.filipek@firetech.se

Uppdragsbeteckning 4767,030	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2022-06-01	Datum 2023-08-28	Utgåva 3	Sida 2 (71)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

Sammanfattning

Västerås stad har givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en kvantitativ riskbedömning för att utreda riskerna i samband med framtagande av ny detaljplan (1956) över Västerås västra hamn.

Inom och i närheten av området finns transportleder för farligt gods på både väg och järnväg samt flertalet farliga verksamheter och Sevesoanläggningar. Syftet med denna riskbedömning var att kvantitativt utvärdera vilka riskkällor som kan påverka detaljplanområdet och vilka eventuella riskreducerande åtgärder som bör beaktas i markplaneringen. I detta dokument presenteras resultatet av detta arbete.

Genomförande av riskbedömningen inleddes med en kartläggning och beskrivning av närområdet. Därefter genomfördes en riskidentifiering inom detaljplaneområdet samt inom en kilometers avstånd från området.

De identifierade riskkällorna bedömdes kvalitativt, och ett urval gjordes kring vilka riskkällor som kunde avfärdas och vilka som undersöktes med en fördjupad kvantitativ riskanalys. De riskkällor som undersöktes kvantitativt var:

- Transporter av farligt gods på Sjöhagsvägen
- Transporter av farligt gods järnväg inom detaljplanområdet
- Närliggande farlig verksamhet (gasolomlastning)
- Närliggande farlig verksamhet (kraftvärmeverk)
- Rörbrygga för brandfarlig vätska inom detaljplanområdet

Med hänsyn till identifierade riskkällor ovan och beräknade individ- och samhällsrisknivåer anser FireTech Engineering AB att byggnader inom detaljplaneområdet ska vidta följande åtgärder.

Samtliga nya byggnader inom detaljplanområdet ska utföras med följande åtgärder:

- Fasad mot Sjöhagsvägen ska vara obrännbar
- Ventilationen i byggnaden ska vara nödavstängningsbar. För byggnader med fläkt-i-drift ska detta vara överordnat nödavstängningsfunktionen
- Friskluftsintag ska placeras bort från Kraftvärmeverket och Sjöhagsvägen
- Det ska finnas minst en utrymningsväg bort från Sjöhagsvägen
- Ytor inom 35 meter från Sjöhagsvägen bör inte uppmuntra till mer än tillfällig vistelse. Ytor inom 20 meter från rörbryggan bör inte uppmuntra till mer än tillfällig vistelse

Byggnader närmre än 35 meter till Sjöhagsvägen:

- Byggnader ska utföras med fasad mot vägen i brandteknisk klass EI 30

Byggnader närmre än 20 meter till rörbryggan.

- Fasad i riktning mot rörbryggan ska vara obrännbar

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att personsäkerheten med hänsyn till genomförd riskvärdering är acceptabel.

Uppdragsbeteckning 4767,030	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2022-06-01	Datum 2023-08-28	Utgåva 3	Sida 3 (71)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

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	Kriterier för riskvärdering	3
2.2	Principer för riskvärdering	5
3	ÄMNESKLASSER OCH DESS KONSEKVENSER	6
4	OMRÅDESBESKRIVNING	7
5	RISKANALYS	8
5.1	Riskidentifiering	8
5.2	Transporter av farligt gods på Sjöhagsvägen	10
5.3	Transporter av farligt gods på Kraftvärmegatan	11
5.4	Transporter av farligt gods på Mäljarbanan	12
5.5	Transporter av farligt gods på järnväg inom området	12
5.6	Uppställning av gods på rangerbangård	13
5.7	Närliggande farliga verksamheter	13
5.8	Närliggande Sevesoanläggningar	14
5.9	Rörbrygga från energihamnen till verksamheter inom planområdet	14
5.10	Dominoeffekter	15
6	RISKBEDÖMNING	17
6.1	Resultat individrisk	17
6.2	Resultat samhällsrisk	21
6.3	Osäkerheter och känslighetsanalys	22
7	UNDERSÖKTA RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	27
8	RISKVÄRDERING	30
9	IDENTIFIERADE ÅTGÄRDER	31
10	SLUTSATS	31
	REFERENSER	32
	BILAGA A FREKVENNS OCH SANNOLIKHETSBERÄKNING	34
A.1	Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på väg	34
A.2	Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på järnväg	46
A.3	Frekvensberäkning, utsläpp från farlig verksamhet	50
A.4	Frekvensberäkning, utsläpp av farligt ämne från rörbrygga	51
A.5	Mekanisk skada till följd av urspårningar	52
A.6	Scenarier för konsekvensberäkningar	53
	BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR	54
B.1	Allmänt	54
B.2	Parametrar som påverkar beräkningar i ALOHA	55
B.3	ADR Klass 1.1 – Olycka med massexplodivt ämne	57
B.4	ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas	58
B.5	ADR klass 2.3 – Olycka med giftig gas	60
B.6	ADR klass 3 - Olycka med brandfarlig vätska	62

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
4767,030	FT8-01	2022-06-01	2023-08-28	3	4 (71)

B.7	ADR klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen	63
	BILAGA C – BERÄKNINGAR AV INDIVID- OCH SAMHÄLLSRISK	65
C.1	Individrisk	65
C.2	Samhällsrisk	66

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	
4767,030	FT8-01	
Status	Skapad	Sida
Preliminär	2022-06-01	1 (71)
Signatur	Datum	Utgåva
Oscar Mårtensson & Max Myrhede	2023-08-28	3
Innehåll		
Riskbedömning avseende ny detaljplan 1956		

1 Allmänt

1.1 Bakgrund

På begäran av Västerås Stad ska en riskbedömning genomföras som utvärderar riskerna i och kring Västerås hamn inom Västerås kommun. Detta ska utföras i samband med att en ny detaljplan (dp 1956) ska tas fram i området samt planerad flytt av Lantmännens spannmålssilo från Mälarpporten till hamnen. Befintliga detaljplaner i området är 1751 K, 1250 J, 696 L, 1339 J, 112 L, 1316 J, 1350 G, 580 J, 376 J, upprättade mellan 1950 och 2011. I anslutning till Västerås hamn går transportlederna Saltängsvägen, Johannisbergsvägen och Sjöhagsvägen vilka är rekommenderade sekundära vägar för farligt gods. I hamnområdet finns även järnvägsspår där transporter och lastning/lossning av farligt gods kan förväntas. Via sjöfart till hamnen förväntas transporter och lastning och lossning av farligt gods. Västerås Stad har därför givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskbedömning av detaljplanområdet och identifiera de riskkällor som kan påverka hamnområdet samt eventuella riskreducerande åtgärder som behövs för att tillåta ny bebyggelse.

1.2 Syfte och mål

Riskanalysen syftar till att undersöka detaljplanområdets riskbidrag mot närområdet, samt närområdets riskbidrag mot detaljplanområdet för att få en helhetlig bild av riskerna. Vidare ska riskbedömningen utreda huruvida eventuella riskreducerande åtgärder behövs för att tillåta ny bebyggelse inom detaljplaneområdet.

1.3 Avgränsningar

Denna riskbedömning 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 Västerås Stad.

1.5 Utgåva

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

1.6 Metod och rapportens uppläggning

Riskbedömningen börjar med att gå igenom varför riskhänsyn behöver tas i den fysiska planeringen, se kapitel 2.

Vidare beskrivs översiktligt vilka typer av farligt gods som finns samt att grova konsekvensavstånd uppskattas, se kapitel 3.

Därefter genomförs en kartläggning och beskrivning av området, följt av 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

Baserat på den översiktliga riskbedömningen och riskvärderingen bedömdes en kvantitativ riskbedömning nödvändig. Frekvenser och konsekvenser för förväntade riskscenarier från de identifierade riskkällorna uppskattades. Med hjälp av detta uppskattades individ- och samhällsriskerna inom detaljplanområdet, se kapitel 7.

Med de uppskattade risknivåerna som grund undersöktes olika riskreducerande åtgärders påverkan på de beräknade risknivåerna, se kapitel 8. Slutligen gjordes en riskvärdering baserat på individ- och samhällsriskerna och de aktuella riskreducerande åtgärderna identifierades, se kapitel 9 respektive kapitel 10.

1.7 Kvalitetssäkring

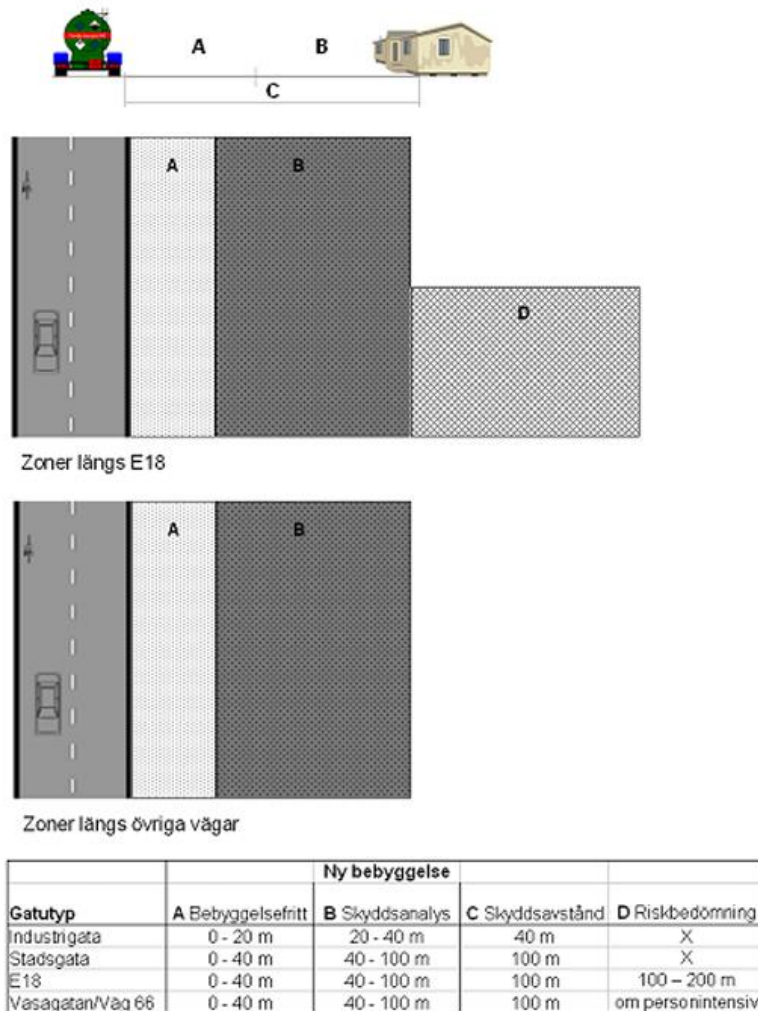
Denna handling omfattas av internkontroll i enlighet med FireTech Engineerings kvalitetssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, vilket innefattar interngranskning av de brandskyddstekniska förutsättningarna samt föreslagna lösningar. Interngranskningen genomförs av en, från projektet, fristående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

Brandingenjör Joel Langborger 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.

Mälardalens brand och räddningsförbund (MBR) har tagit fram en vägledning med hänsyn till markanvändning intill transportleder för farligt gods inom Västerås tätort, vilken presenteras i Figur 1 nedan.



Figur 1. Riktlinjer för markanvändning intill väg- och järnväg i Västerås stad framtagna av MBR.

Vidare bör riskbedömningen beakta närhet till övriga riskkällor som farliga verksamheter och Sevesoanläggningar då olyckor i samband med dessa anläggningar kan ha stora konsekvenser på närområdet.

2.1 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.

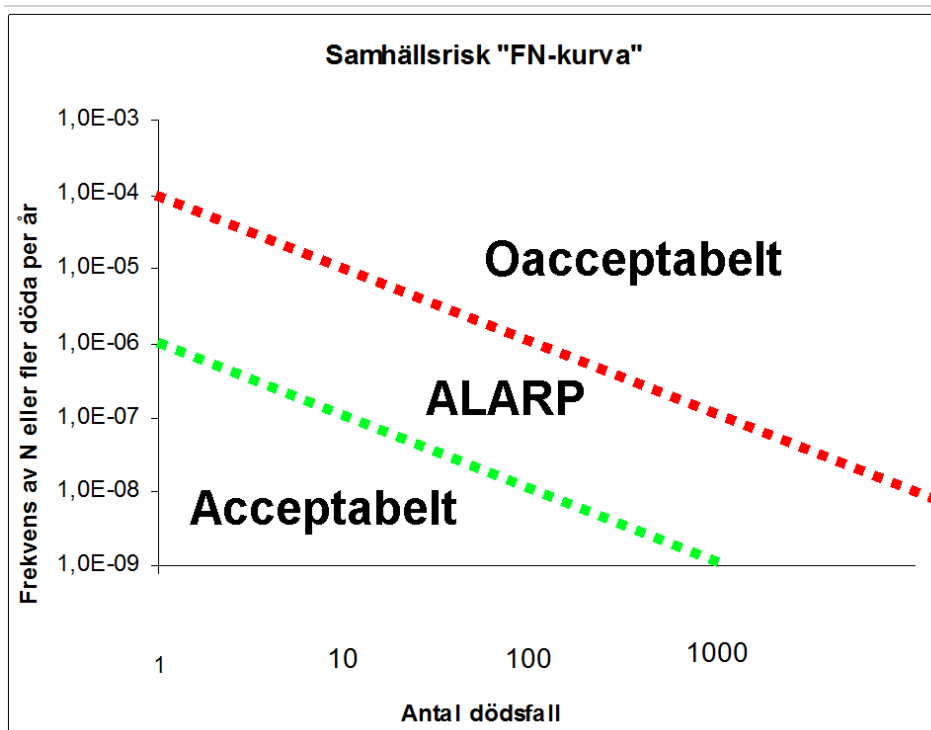
I denna riskanalys värderas risknivåer mot de kriterier som Det Norske Veritas (DNV) har föreslagit.

2.1.1 *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.

2.1.2 *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 samhällsrisk beror på antalet personer inom området som påverkas av en risk så finns en direkt koppling mellan samhällsrisk och typ av verksamhet.

2.2

Principer för riskvärdering

I [1] anges fyra principer vilka brukar hänvisas till och beaktas vid värdering av risker. Dessa fyra principer förklaras kortfattat nedan.

1. Rimlighetsprincipen

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

2. Proportionalitetsprincipen

Den totala risken från en verksamhet bör stå i proportion mot tillförd nytta.

3. 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.

4. 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 [1].

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 [2].

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, eldningsolja, 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 kviksilversalter, 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 [3].

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 Västerås västra hamn beläget i Västerås kommun. Planområdet som omfattas är cirka 8,5 hektar. I Figur 3 nedan demonstreras planområdets placering i Västerås.



Figur 3. Planområdets placering i Västerås

Enligt den fördjupade översiktsplanen framtagen för hamnområdet [4] är den övergripande inriktningen i planeringen för området att utveckla hamnverksamheten. Med hänsyn till riskerna som dessa verksamheter är förknippade med ska inga nya bostäder planeras med målsättning att nya etableringar i första hand bör utgöras av transportintensiva verksamheter med krav på effektiv godshantering. Utökningen av hamnen är en del av målet att öka sjöfartens andel av godstransporterna för att minska belastningen på vägar och järnvägar i Sverige och Europa. Vidare förtydligar FÖP:en att svårutrymda verksamheter och lokaler som nattklubbar, samlingslokaler, skolor eller daghem inte bör lokaliseras inom området.

Det undersökta området utgörs i huvudsak av industriområden. Däremot finns restaurangverksamheter belägna invid Sjöhagsvägen och detaljplanområdet, samt närliggande sporthall (Klövernhallen) strax öster om planområdet. I dessa delar kan större personantal förväntas vistas dagtid. Närmsta bostad är belägen cirka 380 meter söder om detaljplanområdet.

Som bakgrund till den nya detaljplanen är dels att samla de befintliga detaljplanerna inom området, men även att möjliggöra en flytt av Lantmännens spannmålssilo från Mälarporten till hamnen. Runt silon kan det förväntas finnas ett allergiområde på cirka 200 meters avstånd. Silons planerade placering inom detaljplanområdet är inte fastställd. Silon utgör inte en riskkälla med hänsyn till personsäkerhet.

5 Riskanalys

5.1 Riskidentifiering

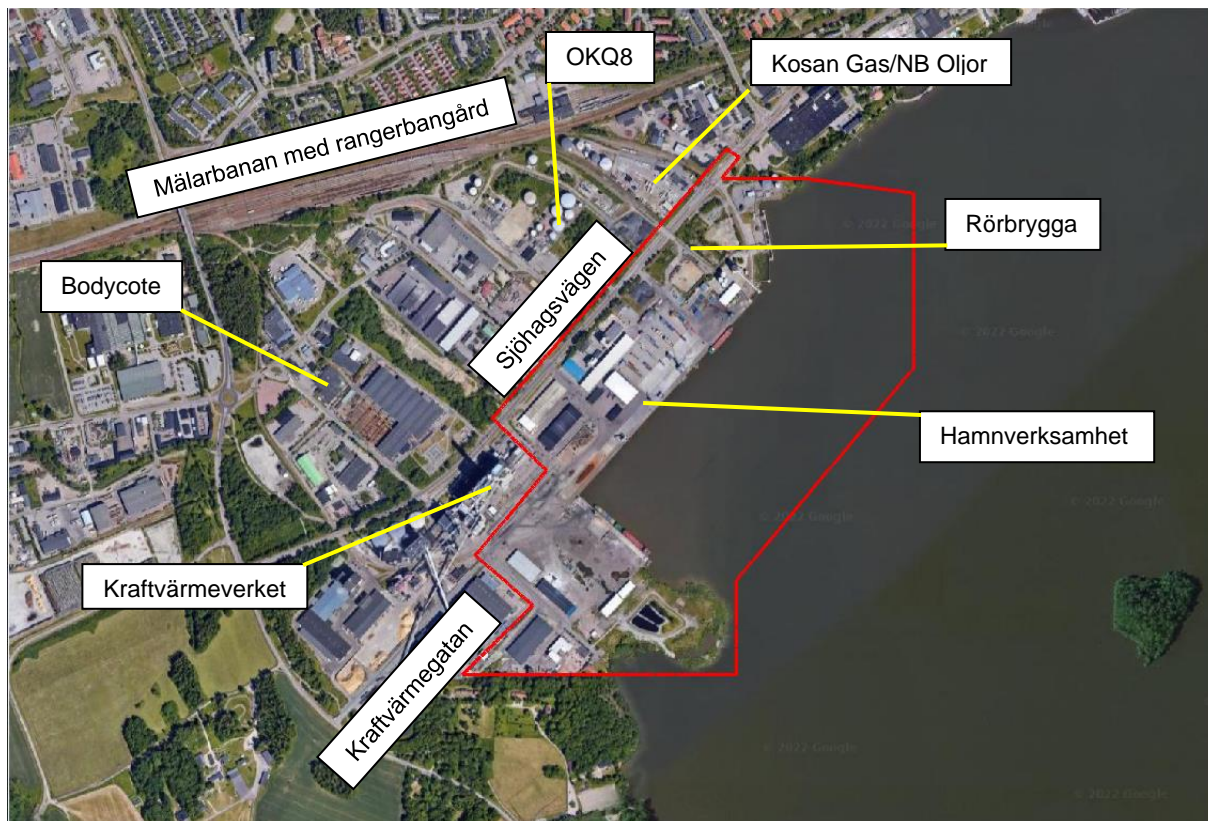
Den kvalitativa riskbedömningen inleds genom att identifiera riskkällor i planområdet och i närområdet. Detaljplanområdet med områden presenteras i Figur 4 nedan. I riskbedömningen definieras närområde som allt inom 1 kilometer från detaljplaneområdet med hänsyn till konsekvensavstånden uppskattade enligt Tabell 1.



Figur 4. Detaljplaneområdet för detaljplan 1956 vilken undersöks i riskbedömningen.

Inom och i närheten av detaljplanområdet finns flera olika transportleder för farligt gods. Transporter in till området går via Sjöhagsvägen eller Kraftvärmegatan. Sjöhagsvägen utgör sekundär transportled för farligt gods. Sjöhagsvägen löper längs med detaljplaneområdets norra gräns medan Kraftvärmegatan leder fram till områdets västra gräns. Vidare inhyser planområdet järnväg på vilken det transporteras farligt gods, samt godstransporter via sjöfart på Mälaren. I närområdet finns dessutom järnväg (Mälärbanan) med rangerbangård.

Till hamnverksamheten anlöper fartyg med flera olika typer av farligt gods. Flera av dessa lossas i hamnen eller anlägger i energihamnen. Från hamnen transporteras dessa produkter sedan vidare via tåg eller järnväg. Fartyg som anlöper till energihamnen förser flera av verksamheterna inom området med petroleumprodukter. Dessa transporteras till anläggningarna och deras cisterner via rörledningar vilka är samlade i en rörbrygga.



Figur 5. Riskkällor identifierade inom eller i närheten av detaljplanområdet.

I anslutning till eller i planområdet finns även ett flertal farliga verksamheter och Sevesoanläggningar. I analysområdet finns flera farliga verksamheter. Mälardalens Energi AB:s kraftvärmeverk och OKQ8:s oljedepå omfattas av Sevesolagstiftningens högre kravnivå. Därtill finns ett antal farliga verksamheter. Verksamhet i hamnområdet domineras av industrier, lagring av petroleumprodukter samt logistikverksamhet, där gods tas emot via sjöfart vid kajen och sedan transporteras vidare via lastbilar eller godståg. I energihamnen finns ett rörsystem för att lossa oljeprodukter från fartyg till cisterner. I figuren ovan redovisas en principiell skiss över detaljplanområdet.

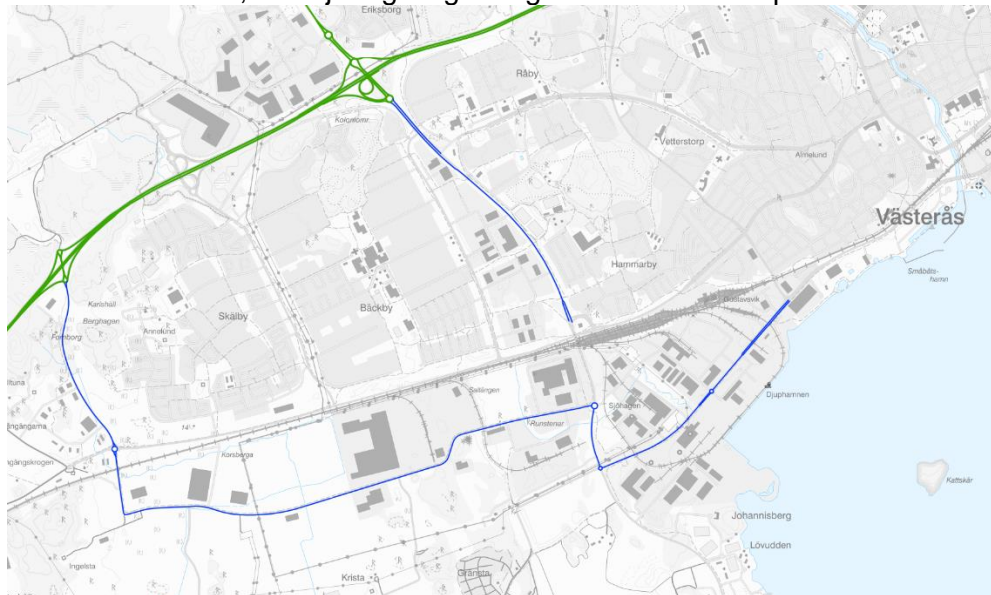
Följande riskkällor har således identifierats:

- Transporter av farligt gods på Sjöhagsvägen
- Transporter av farligt gods på Kraftvärmegatan
- Transporter av farligt gods på Mälarbanan
- Transporter av farligt gods på järnväg inom området
- Uppställning av gods på rangerbangård
- Närliggande farliga verksamheter
- Närliggande Sevesoanläggningar
- Rörbrygga från energihamnen till verksamheter inom planområdet
- Dominoeffekter

I nedanstående kapitel görs en fördjupning av respektive riskkälla.

5.2 Transporter av farligt gods på Sjöhagsvägen

Till planområdet finns en rekommenderad väg för farligt gods som ansluter hamnen med E18, där Sjöhagsvägen utgör slutet och vändpunkt för leden.



Figur 6. Rekommenderad väg för farligt gods (Trafikverket).

Hastighetsbegränsningen är 60 km/h på Sjöhagsvägen närmst detaljplanområdet. Sjöhagsvägen går längs gränsen på detaljplanområdet, se Figur 7 nedan.



Figur 7. Detaljplaneområdet samt vägsträckan Sjöhagsvägen (markerad med gulstreckad linje).

Enligt trafikutredningen för FÖP 67 över området anges en ÅDT på Sjöhagsvägen väster om Slakterigatan på 8 900 fordon per dag [5]. Enligt samma utredning prognosticeras trafikflödet år 2050 uppgå till 18 155 (med

antagandet om en uppräkningsfaktor på 2 % per år). Exakt fördelning av ADR klasser på vägen är inte kartlagd.

Mellan 2006-2015 inträffade 4 allvarliga olyckor, främst i samband med korsningar med Djuphamnsvägen och Slakterigatan. Totalt inträffade 142 olyckor med allt från lindriga olyckor till ej personskadeolyckor. Sjöhagsvägen korsas av järnvägsspår som leder från rangerbangård till hamnen.

Trafikflöden på Sjöhagsvägen och Djuphamnsvägen är relativt stora (12 000 respektive 7 000 ÅDT) och korsningen mellan dem har historiskt varit olycksdrabbad. Mellan 2006-2016 inträffade ett tjugotal olyckor [5].

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.

5.3 Transporter av farligt gods på Kraftvärmegatan

Kraftvärmegatan går fram till Kraftvärmeverket och Mälarhamnar AB, se Figur 8 nedan. Vid kontakt med Mälarenergi framgick att vägen i dagsläget används huvudsakligen av deras verksamhet och nästan uteslutande för leveranser av bränsle som till exempel flis. Endast en begränsad mängd farligt gods förväntas transporteras via Kraftvärmegatan. Således bedöms riskbidraget mot detaljplanområdet vara begränsat och riskkällan undersöks inte närmre.



Figur 8. Detaljplanområdet samt vägsträckan Kraftvärmegatan (markerad med gulstreckad linje).

5.4 Transporter av farligt gods på Mäljarbanan

Drygt 200 meter från planområdet går Mäljarbanan, som är en järnvägssträckning mellan Örebro och Stockholm. Mäljarbanan är dubbelspårig på aktuell sträcka och trafikeras av både gods- och persontåg. Enligt Trafikverkets framtidprognos för 2040 kommer sträckan mellan Västerås C och Kolbäck trafikeras av totalt 153 tåg per dygn, varav cirka 140 är persontåg och 13 godståg [6].

AFRY har utfört en riskanalys [7] avseende farligt gods på järnväg i ett område cirka 1 km öster om planområdet. Då utredde man järnvägens närhet till Fridnässkolan och planområdet DP1914 och tog fram individrisk och samhällsrisk i samband med farligt gods-transporter på järnvägen. Resultatet av riskutredningen var bland annat att individrisken var acceptabel, $<10^{-7}$ per år på ett avstånd av 42 meter, det vill säga att allt längre bort än 42 meter bedömdes utsättas för en acceptabel risk. Samhällsrisk avseende planområdet med Fridnässkolan var inte heller på oacceptabel nivå, utan låg delvis inom risknivån för acceptabel risk och delvis inom risknivån för det undre ALARP-området.

Området som undersöktes i AFRY:s riskanalys ligger som tidigare nämnt 1 km österut, och topografi och omgivning ter sig lite annorlunda, men mängden tågtrafik och typ och mängd av farligt gods som transporteras kan ses som likvärdig. Med tanke på avstånden som hanterades i AFRY:s riskanalys, där objektet var betydligt närmare järnvägen än planområdet som behandlas i denna riskanalys, drygt 200 meter jämfört med cirka 25 meter, kan risker kopplade till farligt gods-transporter på Mäljarbanan avfärdas för aktuellt planområde. Avståndet är så pass långt att det är mycket låg sannolikhet att området skulle påverkas av en farligt gods-olycka på Mäljarbanan.

5.5 Transporter av farligt gods på järnväg inom området

I planområdet finns järnväg för godstrafik som bland annat ansluter hamnen och rangerbangården och därmed även Mäljarbanan, se Figur 9 nedan. Fartyg som anlöper hamnen kan då lossa gods och lasta på godsvagnar med kranar. Trivector angav i sin trafikutredning till FÖP 67 att ingen godstrafik gick på spåret då rapporten togs fram, men att det fanns planer att utöka trafiken till runt en tågpassage i timmen mellan 07-22 på den markerade järnvägen.



Figur 9. Järnvägsspår inom området (markerat i blått) vilken används av hamnverksamheten.

Det finns även kortare stickspår från rangerbangården till olika industrier, bland annat till stålverket Stena Stål AB och till Cementa.

Till Mälarhamnar AB, Kraftvärmeverket och gasolomlastningen kan det förväntas gå transporter av farligt gods på järnväg inom eller i nära anslutning till detaljplanområdet. Eftersom planer finns att utöka godshanteringen i hamnen kan mängden farligt gods som transporteras på järnvägen då förväntas öka, vilket föranleder en utförligare analys av godstrafikens bidrag till risknivåer i planområdet.

5.6 Uppställning av gods på rangerbangård

I närheten av planområdet finns Västerås västra rangerbangård. Från denna utgår fyra stickspårsanläggningar till hamnområdet för transporter av gods mellan hamnen och det statliga järnvägsnätet. MBR har angett ett skyddsområde på 300 meter omkring rangerbangården [8]. Då avståndet mellan rangerbangården och planområdet uppgår till 560 meter bedöms den inte utgöra en riskkälla mot planområdet.

5.7 Närliggande farliga verksamheter

Cirka 400 meter från planområdet ligger Bodycote Värmebehandling AB, som är en farlig verksamhet som hanterar gaser och brandfarliga vätskor i olika mängder. Farligt gods transporteras via lastbilar norrifrån.

År 2021 genomfördes en riskanalys av Linde Gas AB i samband med att Bodycote Värmebehandling AB ville utöka sitt tillstånd för brandfarlig vara. I riskanalysen undersökte man risker kopplade till farliga ämnen så som propan, ammoniak, metanol och acetylen. I analysen kom man fram till att de flesta risker som identifierats var av tolerabel karaktär. Vidare har man på rekommendation minskat mängden ammoniak som förvaras på fastigheten kraftigt vilket medför ett mindre konsekvensområde. Med tanke på avståndet mellan planområdet och Bodycote Värmebehandling AB, faktumet att verksamheten inte omfattas av Sevesolagstiftningen och resultatet av ovan nämnd riskanalys kan verksamheten kvalitativt avfärdas som riskkälla till planområdet.

I Västra hamnen lossas och lastas diverse olika kemikalier i varierande mängd från fartyg, till både godståg och till lastbil. Detta görs av Mälarhamnar AB vilken är klassad som farlig verksamhet. Då syftet med detaljplanen är att utöka verksamheten kommer Mälarhamnar AB sannolikt att hantera allt mer farligt gods i framtiden. Vid kontakt med Mälarhamnar AB framgick att mängden farligt gods av allt hanterat farligt gods uppgick år 2021 till en mycket begränsad mängd. Lastningen och lossningen av det farliga godset bedöms inte heller leda till farligt gods olyckor vilka har stora konsekvensområden inom detaljplanområdet, utan begränsas till närområdet och de anställda. En ökning av hamnverksamhet bedöms således huvudsakligen påverka risknivåerna inom området med hänsyn till ett ökat antal godstågtransporter på järnvägen inom hamnområdet och denna kommer därför undersökas närmre.

På cirka 350 meters avstånd från detaljplanområdet ligger Hjelmcö Oil AB vilken är klassad som farlig verksamhet [9]. Hjelmcö tillverkar flygbränsle vilket är en brandfarlig vätska. Med hänsyn till att brandfarliga vätskor generellt har korta konsekvensavstånd bedöms denna inte utgöra en riskkälla mot detaljplanområdet.

På 150 meters avstånd från detaljplanområdet ligger NB Oljor AB samt Kosan Gas ABs gasolomlastning. NB Oljor hanterar brandfarliga vätskor som diesel, eldningsolja och smörjmedel men även gas och gasol. De brandfarliga

vätskor som hanteras av NB Oljor avfärdas kvalitativt som riskkälla då konsekvensavståndet för en olycka med brandfarlig vätska är kort i förhållande till avståndet mellan anläggningen och detaljplaneområdet. NB Oljor har även en gasolcistern på området, men vid kontakt med verksamheterna framgick att mängden denna innehåller är liten i jämförelse med den närliggande gasolomlastningen. Av denna anledning anses cisternens riskbidrag till den totala risken på anläggningen försumbar och beräkningar på frekvens och konsekvens kommer fokusera på Kosan Gas' gasolomlastning.

Gasolomlastningen omfattar omlastning från tågagnar till lastbil. Vid kontakt med de inblandade företagen har mängden gasol som omlastningen hanterat klargjorts, och det handlar om större mängder. Konsekvensavstånd av olyckor med brännbara gaser kan vara stora varvid denna riskkälla behöver utredas närmre.

Svensk Oljeåtervinning AB är placerad i närheten av detaljplanområdet och utgör farlig verksamhet. Verksamheten hanterat brandfarlig vätska i form av spillolja. Avståndet mellan verksamhetens närmsta cistern och planområdet uppgår till 230 meter. Då olyckor i samband med brandfarliga vätskor har relativt korta konsekvensavstånd bedöms verksamheten inte utgöra en riskkälla mot planområdet.

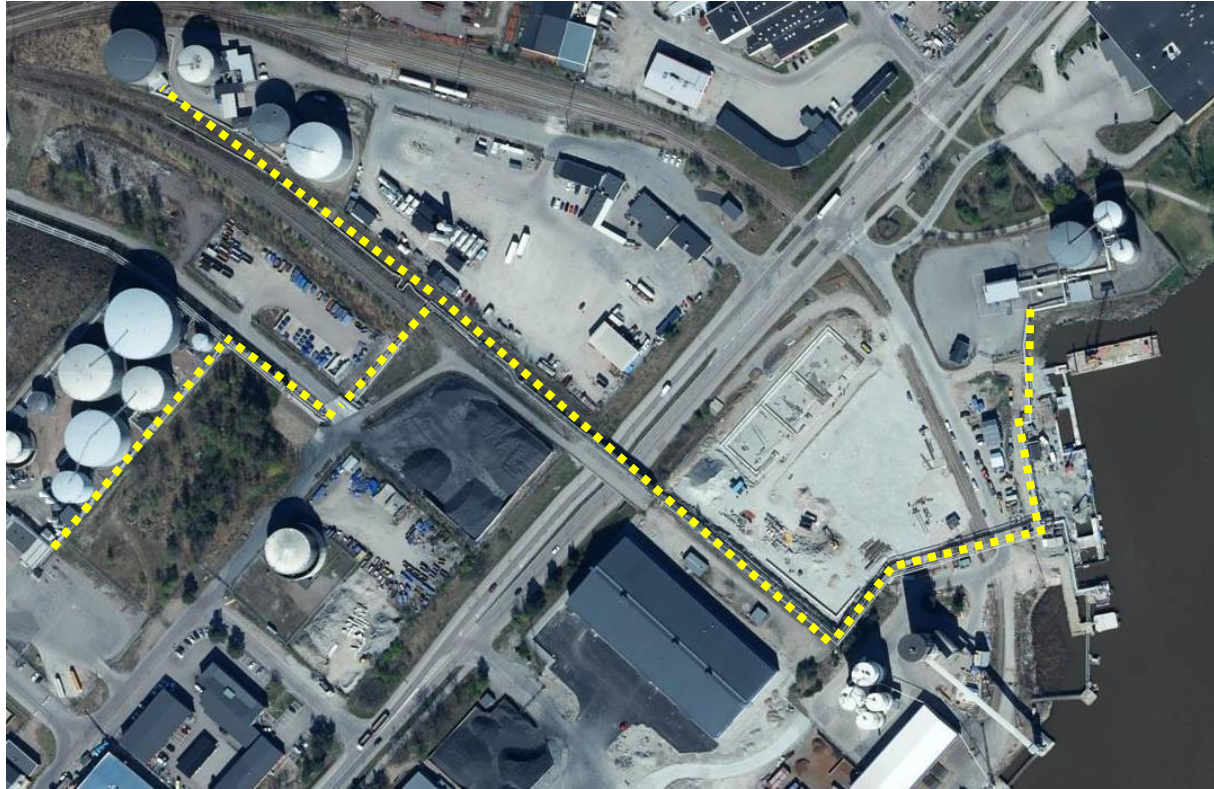
5.8 Närliggande Sevesoanläggningar

I energilagringsområdet ligger OK-Q8s oljedepå [10]. På depåområdet finns cisterner, bilutlastning för lastning av fordon samt kontor och lagerbyggnader. Alla petroleumprodukter kommer till depån med tankbåt som pumpas till cisternerna via rörsystem. Inom området förvaras bensin, etanol, diesel, biodrivmedel eldningsolja och additiv i cisterner. Anläggningen omfattas av den högre kravnivån i Sevesolagstiftningen. Oljedepån ligger på 200 meters avstånd från detaljplanområdets gräns längs Sjöhagsvägen. Då olyckor i samband med brännbara vätskor i regel har korta konsekvensavstånd bedöms depån inte utgöra en riskkälla mot planområdet. Olyckor i samband med angöring av tankbåt bedöms kvalitativt endast ha lokala konsekvenser för personal och kommer inte beaktas vidare i denna utredning. Olyckor i samband med pumpning undersöks vidare i avsnitt 5.9.

I anslutning till planområdet ligger Mälarenergi AB (Kraftvärmeverket) [11]. Kraftvärmeverket är ett av Sveriges största och producerar energi till el- och fjärrvärmenätet. Inom anläggningen hanteras vattenfri ammoniak, brandfarliga vätskor så som diesel och eldningsolja samt brännbara gaser som acetylen, gasol och vätgas. Olyckor i samband med brandfarliga vätskor har relativt korta konsekvensavstånd och påverkar främst själva anläggningen. Ett större ammoniakutsläpp kan däremot ha stora konsekvensområden då den är giftig och brännbar vid höga koncentrationer. Antändning av brännbara gaser kan leda till detonationer i inneslutna volymer vilket kan ha stor påverkan på byggnader i närheten vilka är känsliga för övertryck. Ammoniaktankarna är placerade inomhus och i en särskild anläggning som är skyddad mot påkörning och extern brand. Då riskkällan ligger precis invid planområdet behöver riskerna för utsläpp samt dess konsekvenser utredas närmre.

5.9 Rörbrygga från energihamnen till verksamheter inom planområdet

Flertalet av verksamheterna i energihamnen ovan får sina leveranser av petroleumprodukter via rörbryggan som löper över och inom planområdet, se Figur 10 nedan.



Figur 10. Rörbryggans dragning över planområdet från energihamnen till närliggande verksamheter.

Rörbryggan består av sammanlagt cirka 8 st rör vilka går från energihamnen, över eller inom detaljplanområdet. Delar av rörbryggan korsar Sjöhagsvägen och leder slutligen ut till respektive verksamhet inom den nordvästra delen av hamnområdet. Om en rörledning brister eller ett läckage uppstår kan det medföra konsekvenser inom detaljplanområdet. Rörbryggan undersöks därför närmare.

5.10 Dominoeffekter

I miljökonsekvensbeskrivningen av FÖP 67 lyfter Norconsult risken att en olycka med en verksamhet eller en transportled för farligt gods kan ha följd effekter på andra verksamheter eller transportleder (så kallade dominoeffekter) [8]. Inom detaljplanområdet är avstånden mellan verksamheter generellt långa varvid riskerna för dominoeffekter bedöms vara låga. För verksamheter som inte har bedömts utgöra en riskkälla mot planområdet enligt riskidentifieringen ovan kommer eventuella dominoeffekter mellan dessa inte heller påverka detaljplanområdet enligt samma resonemang om skyddsavstånd.

De punkter där olyckor i identifierade riskkällor enligt ovan kan leda till dominoeffekter markeras i Figur 11 nedan. Sådana punkter utgörs i huvudsak av transportleder vilka går nära identifierade riskkällor.



Figur 11. Punkter där olyckor på identifierade riskkällor kan leda till dominoeffekter av andra närliggande riskkällor.

Punkterna markerade ovan avser:

1. Sjöhagsvägens närhet till Kraftvärmeverket (cirka 20 meter)
2. Kraftvärmegatan samt järnvägsspår invid Kraftvärmeverket (10 meter som kortast)

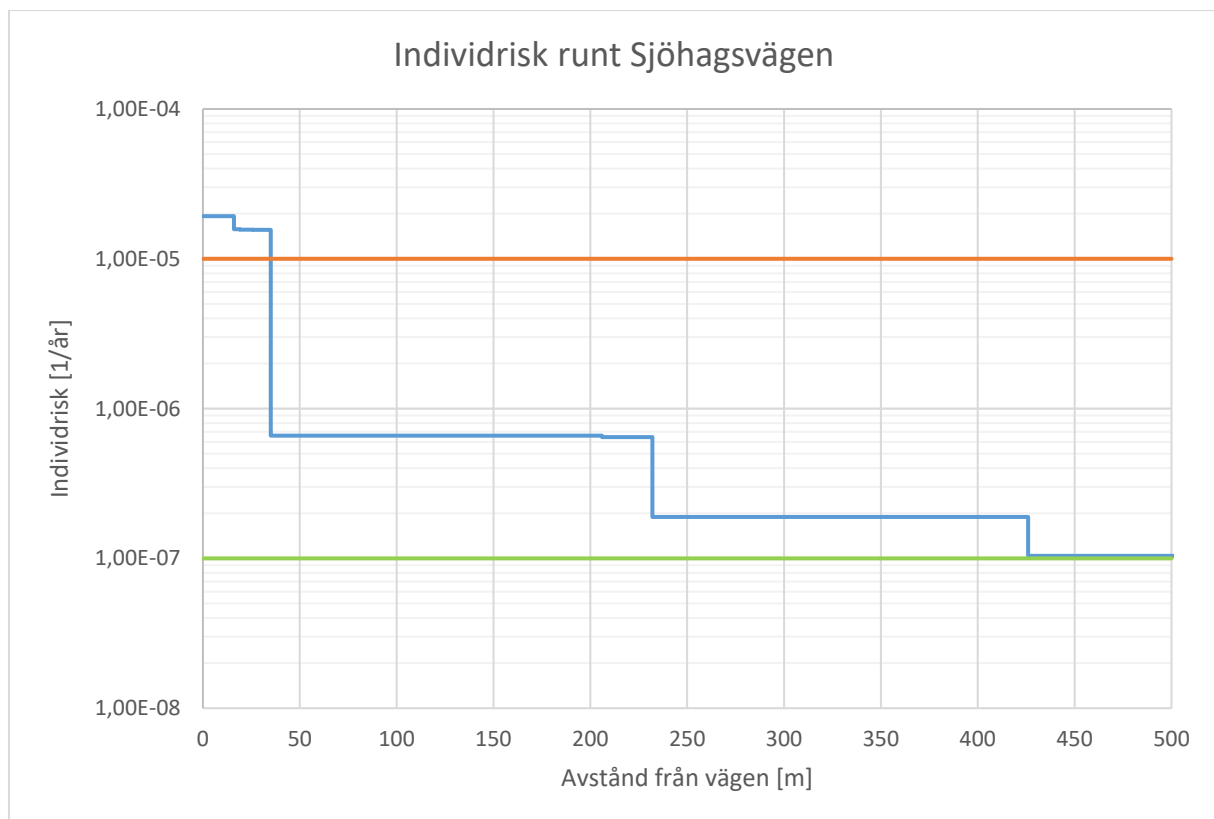
Vid kontakt med Kraftvärmeverket framgick att de delar av verksamheten som är placerade i nära anslutning till Sjöhagsvägen inte föranleder risker för dominoeffekter inom detaljplanområdet. Vidare fastställdes att transporter av farligt gods på Kraftvärmegatan nästan uteslutande utgjordes av bränsle (till exempel flis), varvid sannolikheten för en farligt gods olycka bedöms vara mycket låg. Med hänsyn till detta har riskbidraget från samtliga dominoeffekter avfärdats.

6 Riskbedömning

I detta kapitel redovisas den fördjupade kvantitativa analysen som genomförts för transporter av farligt gods på väg till och inom hamnområdet, järnvägstransporter av farligt gods till hamnområdet, utsläpp från närliggande farliga verksamheter och utsläpp från rörbrygga. 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.

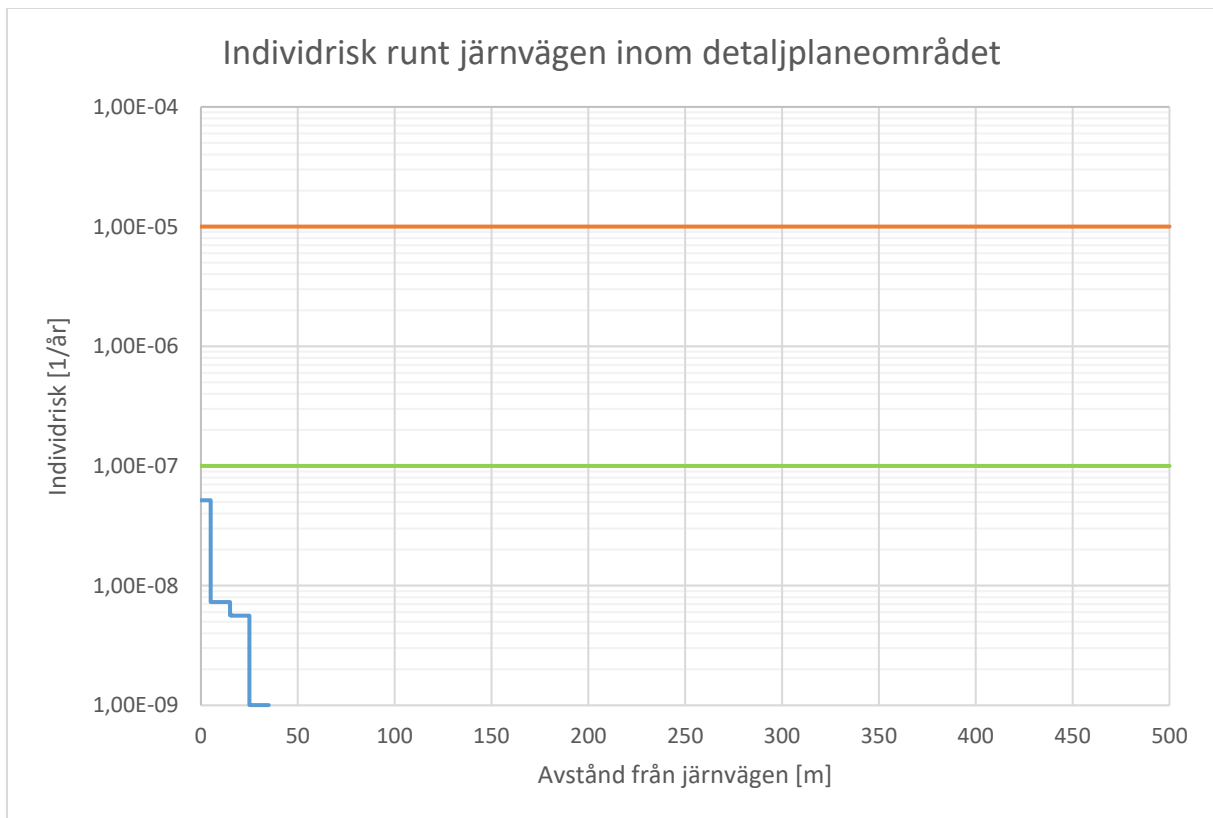
6.1 Resultat individrisk

I figurerna nedan redovisas beräknad individrisk som funktion av avstånd från respektive undersökt riskkälla. 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 2.1.



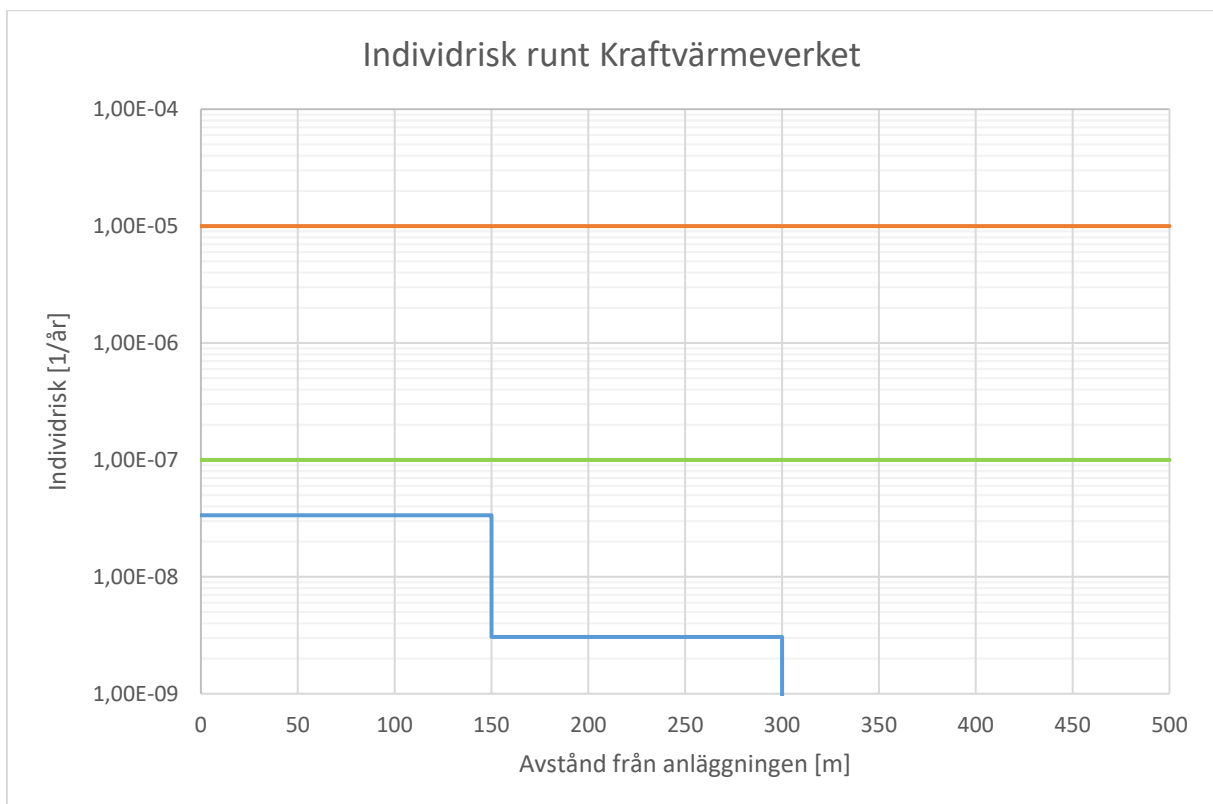
Figur 12. Beräknad individrisk som funktion av avstånd från riskkällan. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Figuren ovan visar på att risknivåerna runt Sjöhagsvägen är otolerabelt höga inom ett avstånd på 35 meter. Risknivån faller snabbt ner till den lägre delen av ALARP-området.



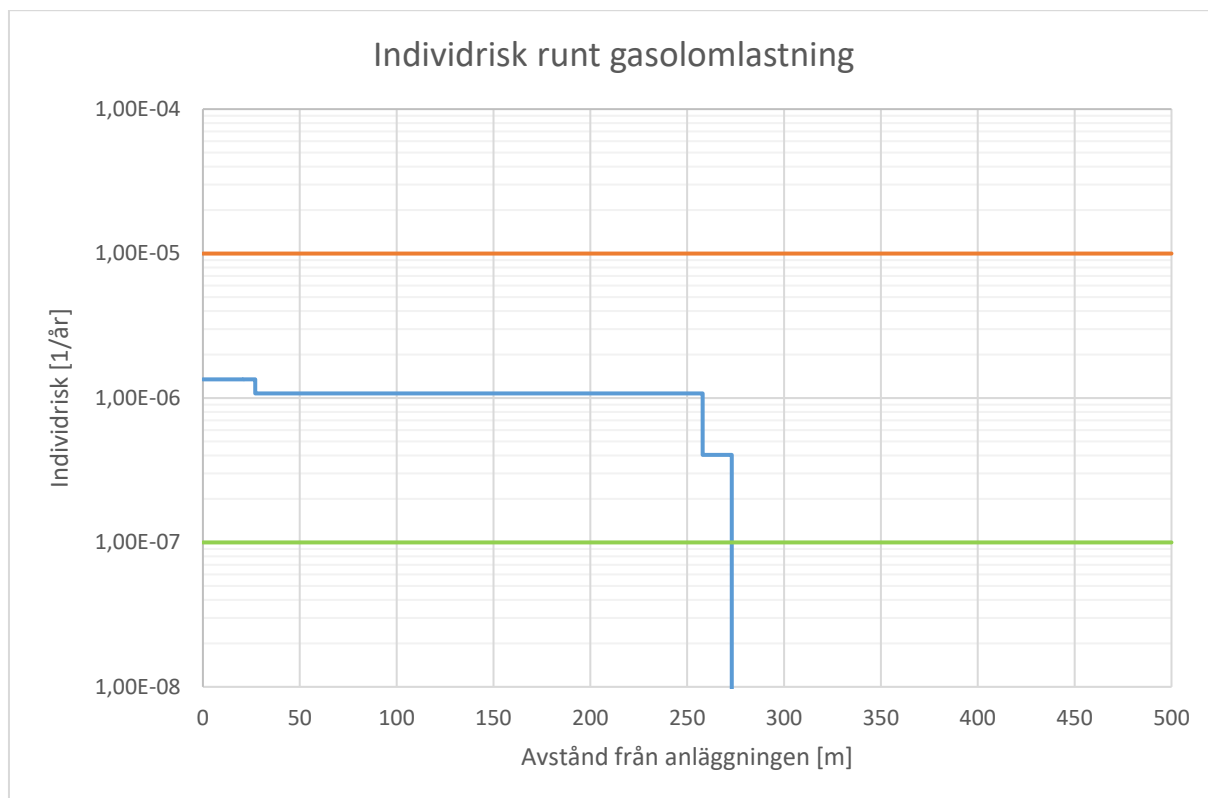
Figur 13. Beräknad individrisk som funktion av avstånd från riskkällan. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Figuren ovan visar på att individrisken runt järnvägen är tolerabel oavsett avstånd till riskkällan.



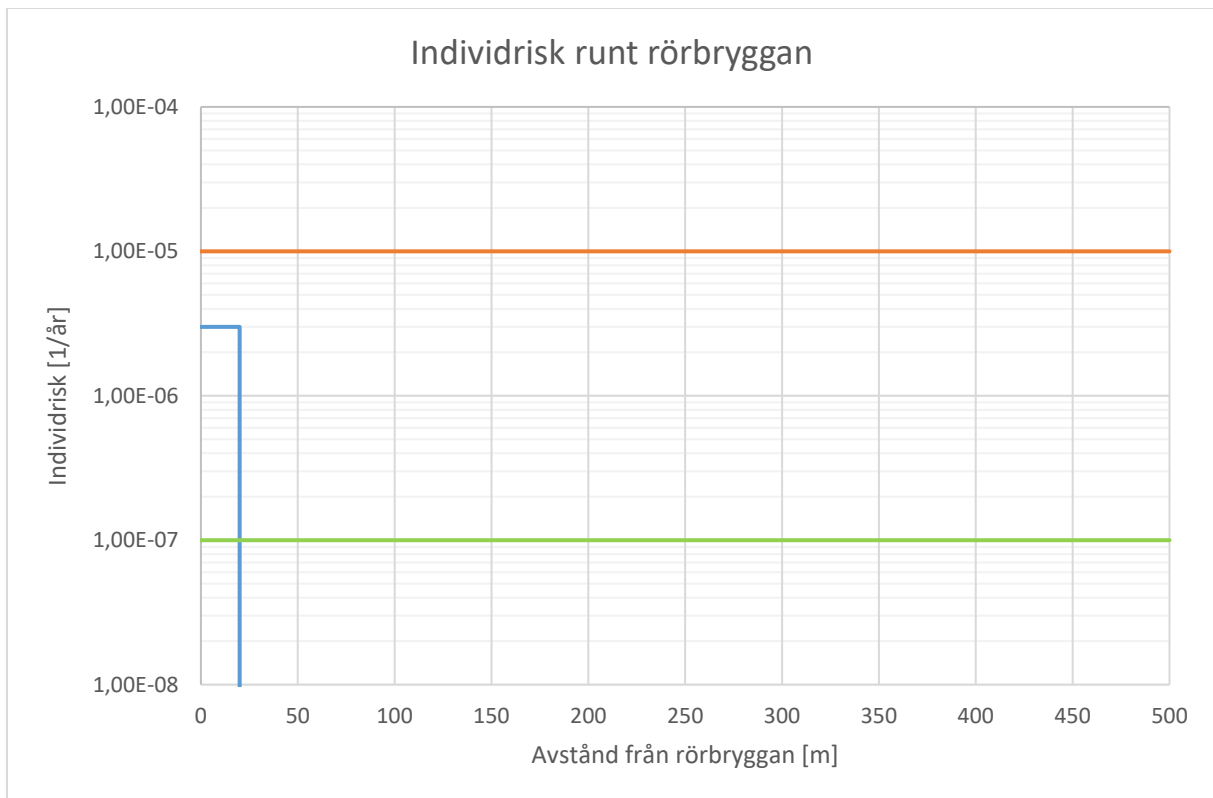
Figur 14. Beräknad individrisk som funktion av avstånd från riskkällan. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Figuren ovan visar på att individrisken runt Mälarenergis Kraftvärmeverk är tolerabel oavsett avstånd från riskkällan.



Figur 15. Beräknad individrisk som funktion av avstånd från riskkällan. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Figuren ovan visar på att individrisken runt gasolomlastningen ligger i mitten av ALARP-området upp till cirka 270 meter bort från riskkällan.

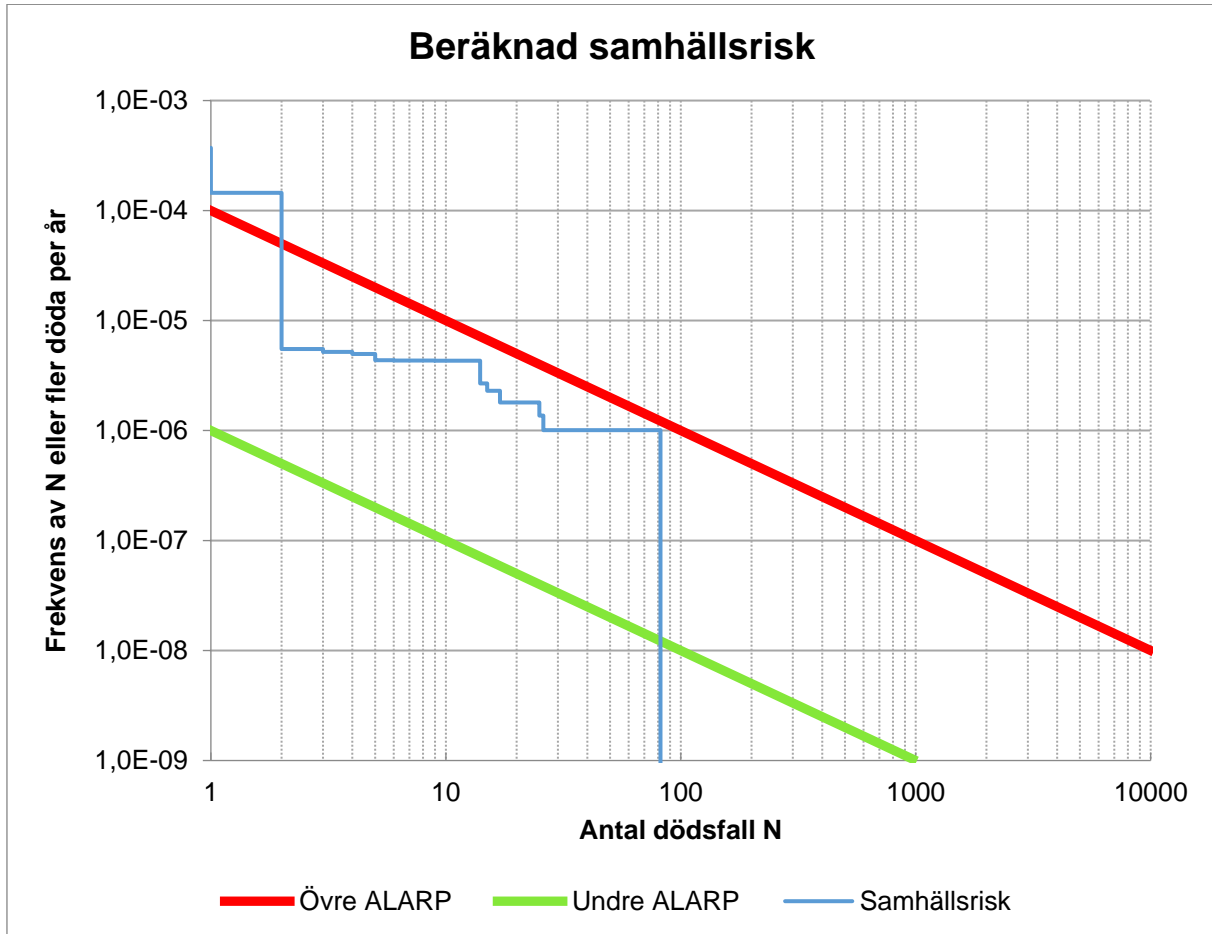


Figur 16. Beräknad individrisk som funktion av avstånd från riskkällan. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Figuren ovan visar att individrisken runt rörbryggan är inom ALARP-området på 20 meters avstånd.

6.2 Resultat samhällsrisk

I Figur 17 nedan redovisas beräknad samhällsrisk från riskkällor inom och i nära anslutning av detaljplanområdet. Samhällsriskerna från farliga verksamheter mot allmänheten i övrigt har inte undersökts då lämpligheten av de farliga verksamheterna inte är en del av riskbedömningen. 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.



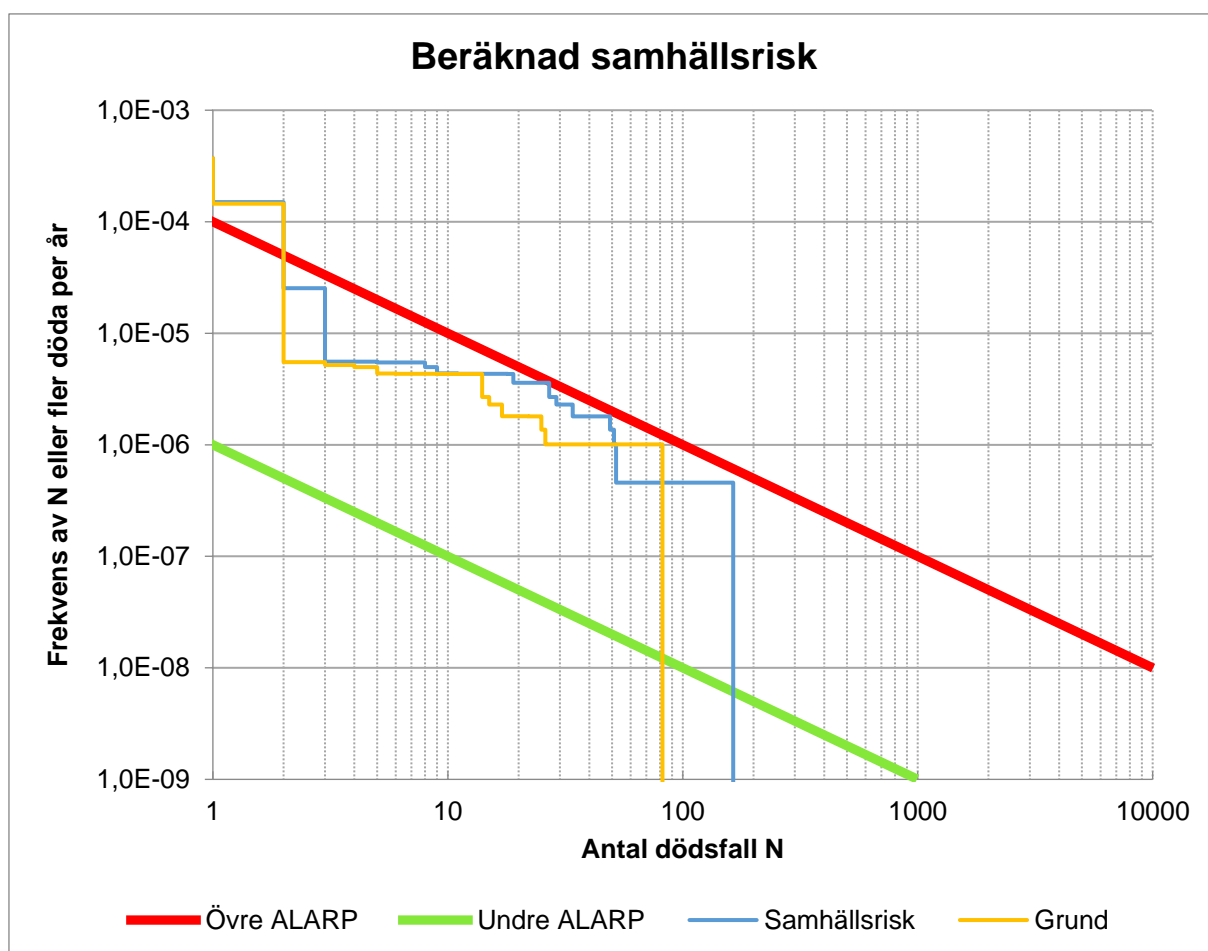
Figur 17. Beräknad samhällsrisk inom detaljplanområdet.

Samhällsriskerna ligger generellt högt inom det acceptabla området, med vissa delar ovanför ALARP där 2 eller färre personer förväntas omkomma.

6.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

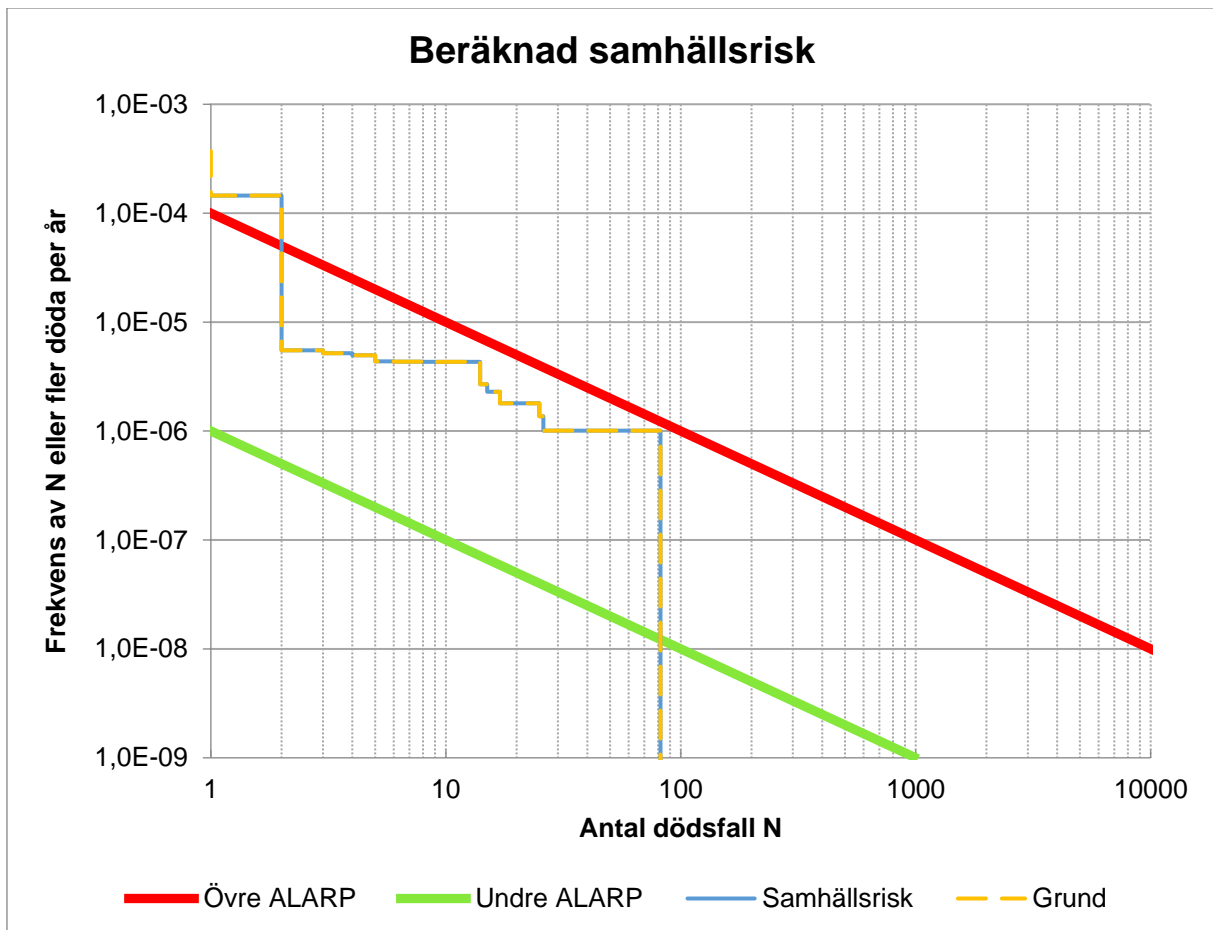
Riskanalys är alltid förknippade med osäkerheter. Osäkerheter kan bland annat härledas till modellosäkerheter och parametersäkerheter. Frekvens- och konsekvensberäkningarna i denna analys är baserade på en rad förenklingar, antaganden och underlag som medför osäkerheter. Resultaten och beräknade risknivåer 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. I beräkningar har hamnens planerade utveckling beaktats i form av transporterat gods och årsmedeldygnstrafik. I detta kapitel undersöks hur olika ingående värden påverkar beräkningarnas resultat och riskanalysens slutsatser.

Det kan förväntas en högre befolkningstäthet inom området. Då persontätheten inom området är en osäker variabel vars utveckling är osäker undersöks hur en ökning av befolkningstätheten på 100 % påverkar samhällsriskens inom detaljplanområdet, se Figur 18.



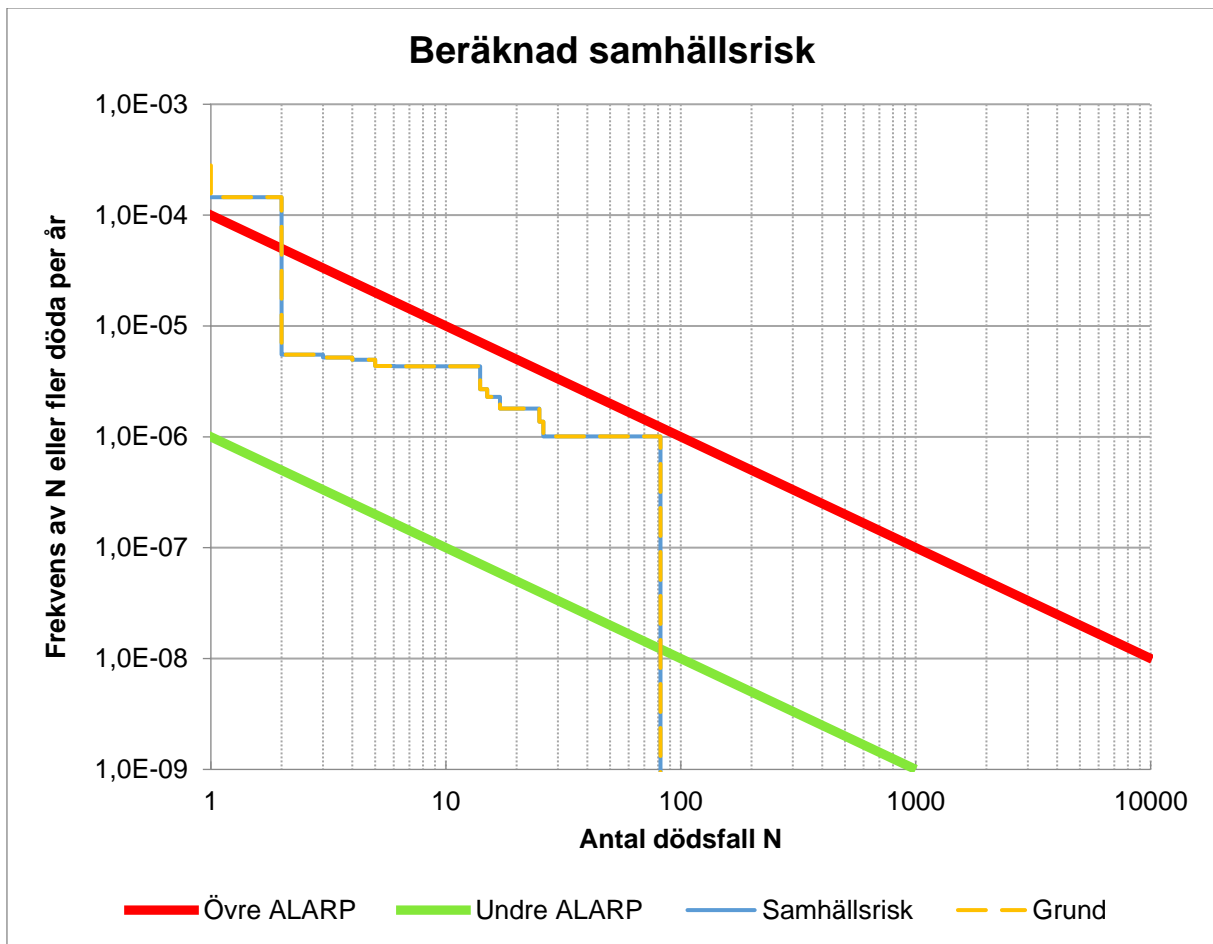
Figur 18. Beräknad samhällsrisk i grundfallet samt med hänsyn till en 100 % ökad befolkningstäthet.

Den nya detaljplanen strävar efter att möjliggöra en utökad användning av hamnverksamheten. I beräkningarna undersöks hur en ökning av antalet järnvägstransporter till och från hamnen med 100 % (från 5 till 10 godstågstransporter per dag) påverkar den beräknade samhällsriskens.



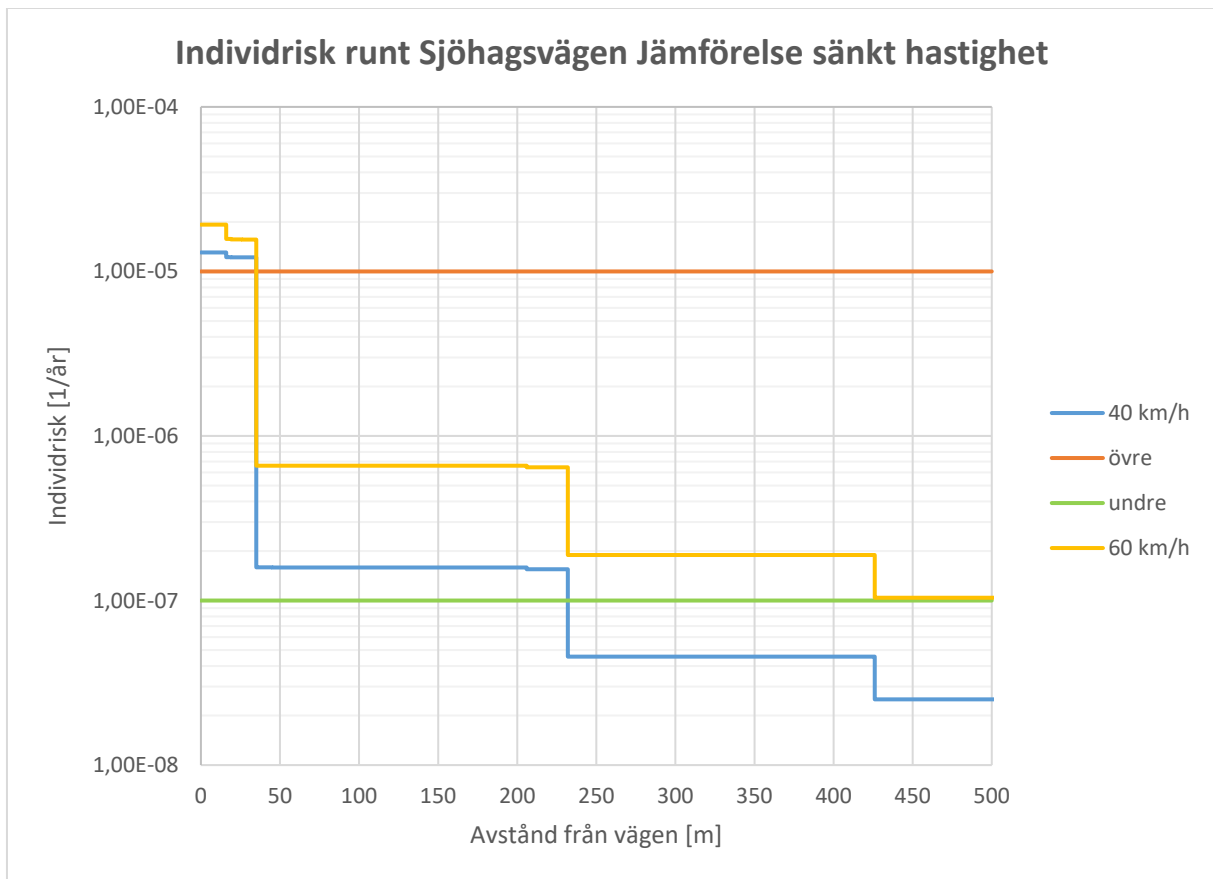
Figur 19. Beräknad samhällsrisk i grundfallet samt med hänsyn till en 100 % ökad godstågtrafik till Mälarhamnar.

Den nya detaljplanen strävar efter att möjliggöra en utökad användning av hamnverksamheten. I beräkningarna undersöks hur en ökning av andelen farligt gods som körs i hamnen med 100 % (från 7,3 % till 14,6 %) påverkar den beräknade samhällsrisk, se Figur 20 nedan.



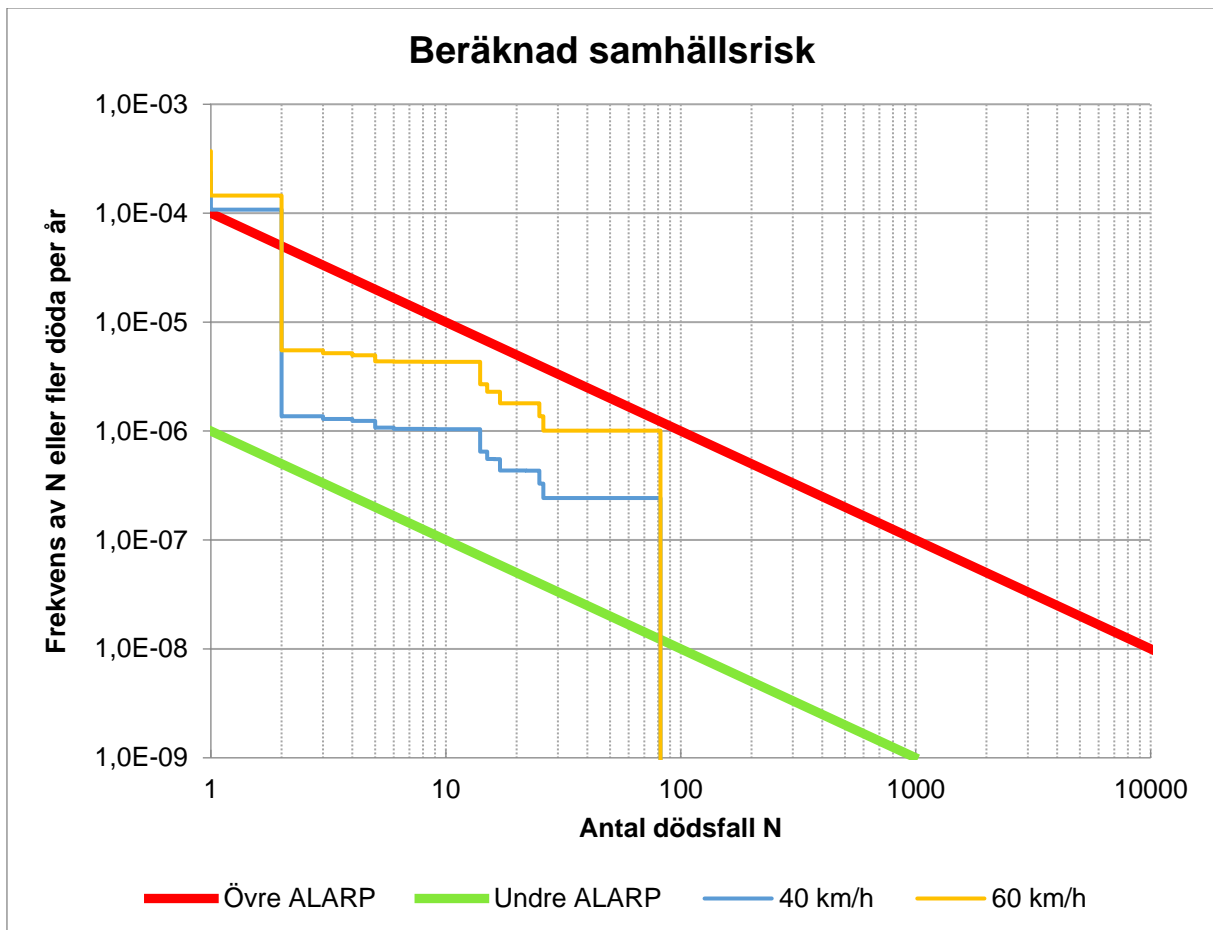
Figur 20. Beräknad samhällsrisk i grundfallet samt med hänsyn till en 100 % ökad andel farligt gods transporter till Mälarhamnar.

Hastighetsbegränsningen på Sjöhagsvägen är 60 km/h, i framtiden kan detta komma att ändras. Skulle hastigheten på Sjöhagsvägen sänkas från 60 km/h till 40 km/h påverkas individ- och samhällsrisk på följande sätt.



Figur 21. Beräknad individrisk runt Sjöhagsvägen vid sänkt hastighetsbegränsning. Inom 35 meters avstånd ligger individrisken fortfarande på oacceptabel nivå.

Individrisken påverkas endast marginellt inom ett avstånd på 35 meter medans den sänks markant på ett längre avstånd.



Figur 22. Beräknad samhällsrisk vid 40 km/h jämfört med 60 km/h.

Samhällsriskerna ligger fortfarande på oacceptabla nivåer i scenarier där 2 eller färre döda, men sänks till mitten av ALARP-området för övriga scenarier.

Känslighetsanalyserna ovan visar på att riskbedömningens resultat inte är kraftigt beroende av de parametrar som har stora osäkerheter och vilka kan komma att ändras i framtiden. Störst påverkan på samhällsriskerna har en ökning av befolkningstätheten inom industrihamnområdet samt en sänkt hastighetsbegränsning på Sjöhagsvägen. Däremot har Mälarhamnens godstågstransporter en mycket begränsad påverkan, både ur individ- och samhällsrisk synpunkt.

7 Undersökta 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.

De scenarier som ligger ovanför ALARP-området är huvudsakligen olyckor vilka leder till 2 omkomna eller färre. Dessa olycksscenarier är främst kopplade till olyckor med relativt höga frekvenser men med korta konsekvensavstånd som pölbränder och urspårningar. Det är således främst intressant att undersöka riskreducerande åtgärder som bedöms vara effektiv mot olyckor med korta konsekvensavstånd samt där risk för brandspridning till byggnad föreligger.

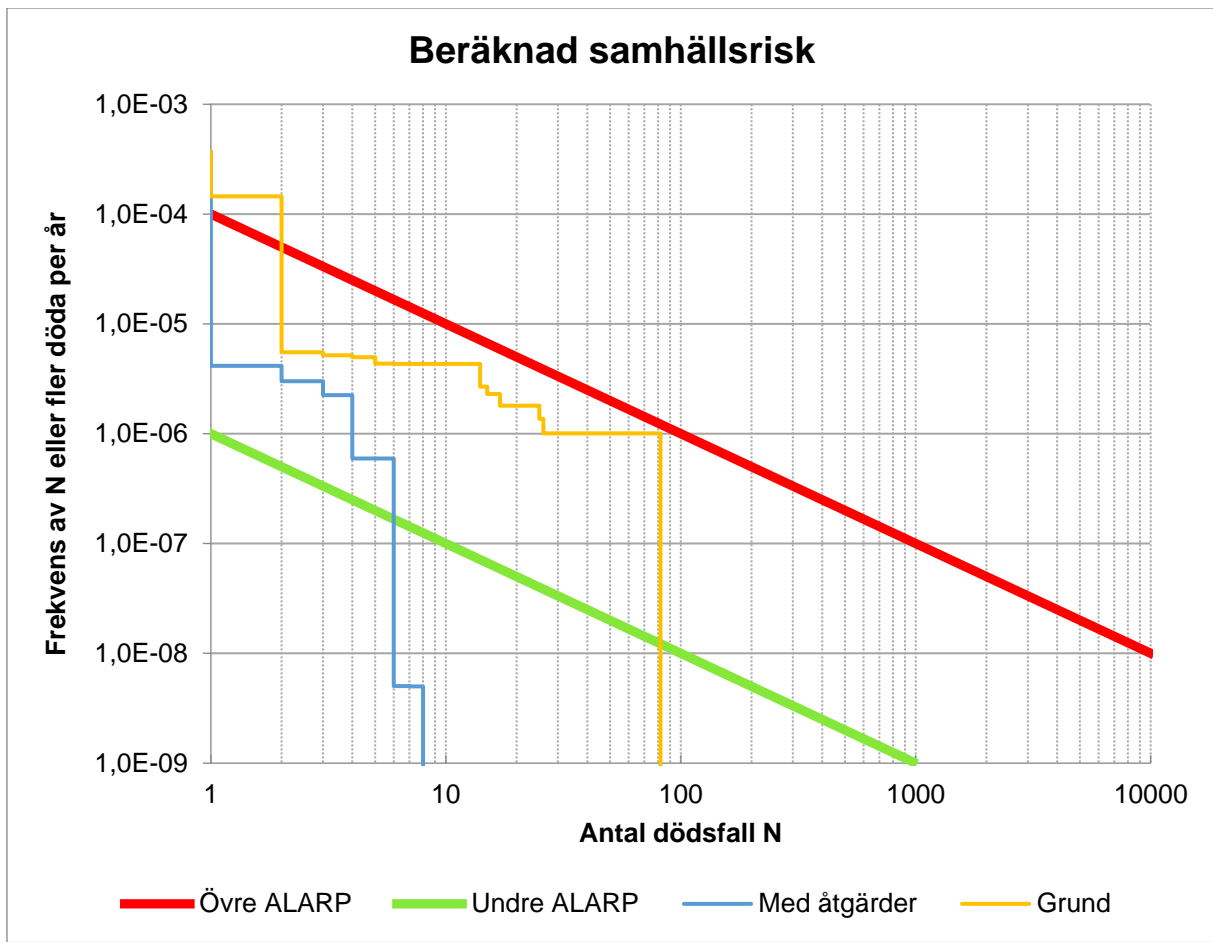
En åtgärd som bedöms vara relevant för byggnader vilka placeras i nära anslutning till riskkällor vilka kan leda till pölbränder eller liknande är klassning av fasad. Denna åtgärd bedöms kraftigt minimera risken för brandspridning till byggnaden eller ge tillräcklig tid för samtliga personer i byggnaden att utrymma. De scenarier som har justerats är de scenarier med korta konsekvensavstånd där risk för brandspridning till byggnad föreligger som pölbränder, BLEVE, jetflammar och dylikt. I beräkningarna har detta beaktats genom att utgå från en 90 % reduktion av konsekvenserna för respektive scenario.

För scenarier där brännbara gaser kan förväntas ha långa konsekvensavstånd bör fasad mot närliggande riskkälla vara obrännbar. I beräkningarna har detta beaktats genom att reducera antalet omkomna i dessa fall med 80 %. De scenarier där detta är aktuellt är huvudsakligen gasmolnsbränder.

Då det kan förväntas transporteras stora mängder giftiga gaser i nära anslutning till detaljplanområdet bör även åtgärder som minimerar konsekvenserna av ett sådant utsläpp undersökas. De åtgärder som är aktuella är nödavstängningsbar ventilation (eventuell fläkt-i-drift ska vara överordnat denna styrning) samt att friskluftsintag placeras bort från den närliggande riskkällan där risk för utsläpp av giftig gas föreligger. I beräkningarna har detta beaktats för samtliga utsläpp av giftig gas genom att utgå från att respektive åtgärd minimerar konsekvenserna med 80 %. För byggnader med båda åtgärder bedöms således konsekvenserna av en sådan olycka, med hänsyn till redundans, reduceras med 96 %.

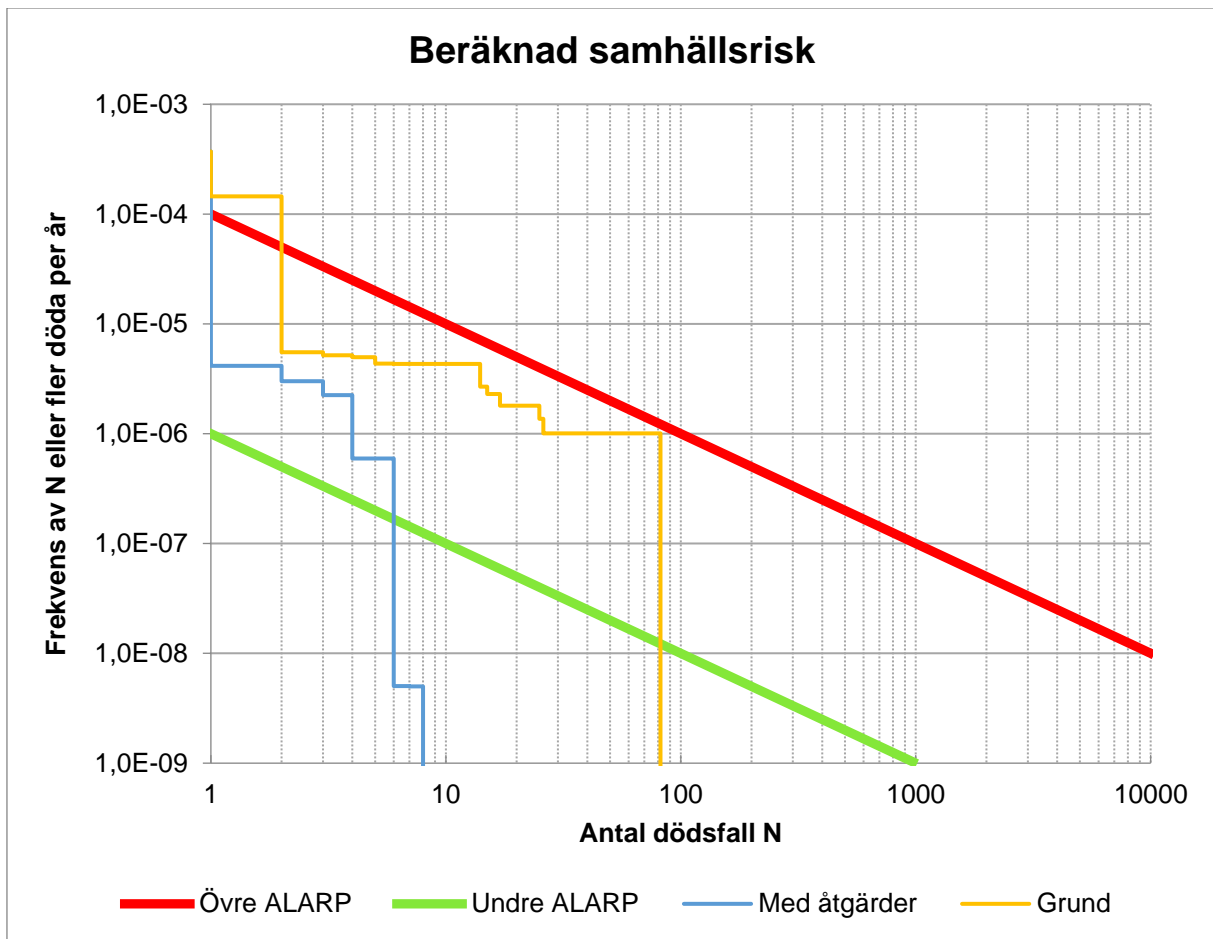
En generell åtgärd är att öka skyddsavstånd mellan byggnader och riskkällor, vilket bedöms vara en mycket effektiv passiv åtgärd mot nästan samtliga olycksscenarier. I beräkningarna har detta beaktats genom att utgå från att avståndet mellan riskkällan och byggnaden sänker frekvensen samt konsekvensen för olyckor med korta konsekvensavstånd till en tiondel av den ursprungliga.

I övrigt bör byggnader ha möjlighet att utrymma via minst en utrymningsväg bort från Sjöhagsvägen och gasolomlastningen, det vill säga mot sydöst. Ytor i nära anslutning till Sjöhagsvägen (inom 35 meter) samt nära rörbryggan (inom 20 meter) bör ej uppmuntra till mer än tillfällig vistelse. Båda åtgärder bedöms vara kostnadseffektiva och minimera konsekvenser till följd av en olycka.



Figur 23. Beräknad samhällsrisk där byggnader placeras på skyddsavstånd från närliggande riskkällor, med obrännbar fasad, nödavstängningsbar ventilation samt ventilationsintag bort från närmsta riskkälla med giftig gas.

Om en byggnad ändå önskas placeras nära riskkällor vilka kan leda till konsekvenser beskrivna enligt ovan kan klassning av fasad utgöra ett alternativt. I Figur 24 nedan redovisas uppskattning av samhällsriskenivåer då byggnader utförs med fasad mot närmsta riskkälla i brandteknisk klass EI 30.



Figur 24. Beräknad samhällsrisk där byggnader utformas med brandklassad fasad mot närliggande riskkällor, med obrännbar fasad, nödavstängningsbar ventilation samt ventilationsintag bort från närmsta riskkälla med giftig gas.

I båda alternativen förskjuter de vidtagna åtgärderna samhällsrisken till att ligga inom ALARP-området där risker kan tolereras om samtliga tekniska och ekonomiskt rimliga åtgärder har vidtagits.

8 Riskvärdering

Individrisken runt riskkällorna inom och nära detaljplanområdet har beräknats till att överlag vara låga. För Kraftvärmeverket och järnvägen inom detaljplanområdet har individrisken beräknats under ALARP-området (dvs. mellan 10^{-7} och 10^{-5}). Runt gasolomlastningen och rörbryggan har individriskerna beräknats ligga inom ALARP-området. Därmed ska tekniskt och ekonomiskt skäligen åtgärder vidtas för att sänka risknivån ytterligare. Kring Sjöhagsvägen har individrisken beräknats till otolerabla nivåer ($>10^{-5}$) inom 35 meter från transportleden, varvid åtgärder krävs för att bygga inom detta avstånd.

F/N-kurvan i avsnitt 7.2 visar att i dagsläget ligger samhällsriskerna ovanför ALARP-området för de fall där 2 eller färre omkomna förväntas. Detta medför att samhällsriskerna är för höga för att tolereras för dessa olyckor och måste sänkas oavsett kostnad.

Genom att se till att byggnaderna antingen placeras på tillräckliga skyddsavstånd, alternativt utformas med brandklassad fasad sänks samhällsriskerna till ALARP-området. Åtgärderna bedöms vara motiverade med hänsyn till de korta skyddsavstånden som råder. För de riskkällor där höga olycksfrekvenser kan förväntas utgör båda alternativen ett tillförlitligt passivt skydd vid händelse av brand.

Med samtliga föreslagna riskreducerande åtgärder sänks samhällsriskerna till inom ALARP-området, där risker kan tolereras om samtliga tekniska och ekonomiskt skäligen åtgärder har vidtagits.

De persontäta verksamheter som har identifierats i området (restauranger och idrottshall) är placerade i nära anslutning till Sjöhagsvägen. De beräknade individrisknivåerna pekar på att restaurangområdet inte utsätts för otolerabelt höga risker. Klöverhallen är placerad i mycket nära anslutning till Sjöhagsvägen (cirka 13 meter). Däremot förväntas ett mycket begränsat antal farligt gods transporter gå förbi byggnaden då denna del av vägen inte utgör rekommenderad farligt gods led. I allmänhet förväntas den höga persontätheten inom dessa byggnader fångas upp av konservativa antaganden av persontätheten inom hamnområdet.

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. Skillnaderna förväntas inte leda till att någon andra slutsatser dras eller andra riskreducerande åtgärder identifieras. Analysens känslighet mot osäkerheter har undersökts under avsnitt 7.3.

9 Identifierade åtgärder

Med hänsyn till förekommande risknivå anser FireTech Engineering AB att byggnader inom detaljplaneområdet ska vidta följande åtgärder.

Samtliga nya byggnader inom detaljplanområdet ska utföras med följande åtgärder:

- Fasad mot Sjöhagsvägen ska vara obrännbar
- Ventilationen i byggnaden ska vara nödavstängningsbar. För byggnader med fläkt-i-drift ska detta vara överordnat nödavstängningsfunktionen
- Friskluftsintag ska placeras bort från Kraftvärmeverket och Sjöhagsvägen
- Det ska finnas minst en utrymningsväg bort från Sjöhagsvägen
- Ytor inom 35 meter från Sjöhagsvägen bör inte uppmuntra till mer än tillfällig vistelse. Ytor inom 20 meter från rörbryggan bör inte uppmuntra till mer än tillfällig vistelse

Byggnader närmre än 35 meter till Sjöhagsvägen:

- Byggnader ska utföras med fasad mot vägen i brandteknisk klass EI 30

Byggnader närmre än 20 meter till rörbryggan:

- Fasad i riktning mot rörbryggan ska vara obrännbar

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att personsäkerheten med hänsyn till genomförd riskvärdering är acceptabel. Åtgärderna är baserade på individ- och samhällsriskberäkningar enligt Bilaga A, B och C.

10 Slutsats

Om åtgärderna enligt ovan eller motsvarande åtgärder genomförs anser FireTech Engineering AB att skäligen åtgärder har vidtagits för att beakta risknivåerna inom detaljplanområdet.

Malmö 2023-08-28
FireTech Engineering AB

Granskad av:

Oscar Mårtensson
Civilingenjör i Riskhantering
Brandingenjör

Joel Langborger
Civilingenjör i Riskhantering
Brandingenjör

Max Myrhede
Civilingenjör i Riskhantering
Brandingenjör

Referenser

- [1] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [2] Försvarets Forskningsanstalt, Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor för bedömning av risker, 1998.
- [3] Försvarets Forskningsanstalt, "Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen," Försvarets Forskningsanstalt, 1995.
- [4] Stadsbyggnadsförvaltningen, Västerås stad, "Fördjupning av översiktsplanen för Västerås hamn och Hacksta, FÖP 67," 2018.
- [5] Trivektor, "Trafikutredning för Västerås Hamn och Hacksta," 2016.
- [6] Trafikverket, "Trafik- och transportprognoser - Trafikuppgifter järnväg T21 och bullerprognos 2040," 11 Juni 2021. [Online]. Available: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>. [Använd 7 April 2022].
- [7] AFRY, "Riskutredning för detaljplan 1914 (Fridnäs, Västerås)," AFRY, Stockholm, 2021.
- [8] Norconsult, "Miljökonsekvensbeskrivning av Fördjupad översiktsplan för Västerås hamn och Hacksta (FÖP 67)," 2018.
- [9] Räddningstjänsten Mälardalen, "Farlig verksamhet enligt lagen om skydd mot olyckor (LSO)," 7 April 2022. [Online]. Available: <https://rtmd.se/foretagorganisationer/seveso.4.340246a216ed55f98f56da9.html>.
- [10] Säkerhetsenheten, Stadsledningskontoret, Västerås stad, "Sevesolagstiftningen - Information till allmänheten (OKQ8 AB)," 2021.
- [11] Säkerhetsenheten, Stadsledningskontoret, Västerås stad, "Sevsolagstiftningen - Information till allmänheten (Mälarenergi AB, Kraftvärmeverket)," 2021.
- [12] P. Olsson, "Vägtransport av farligt gods - beräkningsmodell för olycksfrekvens," Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [13] Trafikverket, "Välkommen till Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 22 03 2021].
- [14] Trafikverket, "Bygg om eller bygg nytt - Kapitel 6 Trafiksäkerhet," Trafikverket, 2021.
- [15] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Statens räddningsverk, 1996, 1996.
- [16] F. Rådne, "Transport av explosivt gods - Känner vi till riskerna?," Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [17] Norconsult, "Riskanalys farligt gods - Detaljplan för Lisebergs utbyggnad öster om Nellickevägen," Norconsult, 2020.
- [18] RIVM, "Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 - Introduction," National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, 2009.
- [19] H. Eriksson, J. Burman, L. Thaning och S. Winter, "Hur farlig är en ishall med ammoniak?," Försvarets Forskningsanstalt, Umeå, 1998.
- [20] Sweco, "Östersunds kommun, Riskutredning Ångbryggeriet," 2017.
- [21] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. T. L. Runn och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och och giftiga gaser och vätskor," Försvarets Forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [22] Karlsson, H. T., Processriskanalys, Lund: Lunds tekniska högskola, 2012.
- [23] EPA, "ALOHA User's Manual," U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 2007.

- [24] NOAA, "ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4 - Technical Documentation," National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Seattle, Washington, 2013.
- [25] N. Sohrab och J. Hannah, "Utsläpp och spridning av giftiga gaser," Intressentföreningen för processäkerhet, 2009.
- [26] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar," Lund University, Lund, 1992.
- [27] C. Alfredsson och C.-H. Carlsson, "Räddningstjänst och miljö," Räddningsverket, 2006.
- [28] RIVM, "PGS 3 - Guidelines for quantitative risk assessment - 'Purple book'," 2005.
- [29] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (Bilaga 2)," 1997.
- [30] 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.

Bilaga A Frekvens och sannolikhetsberäkning

I denna bilaga redovisas sannolikhets- och frekvensberäkningar för de händelser som definierats och identifierats. Frekvens och sannolikhetsberäkningarna kommer att delas upp i utsläpp av farligt gods på väg, utsläpp av farligt gods på järnväg, utsläpp av farligt ämne i farlig verksamhet, utsläpp av farligt ämne från rörbrygga och utsläpp av farligt gods via sjöfart. Frekvens och sannolikhetsberäkningar avgränsas till utsläpp som kan ge upphov till personskador. Långsiktiga hälsoskador och miljörisker bortses ifrån.

A.1 Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på väg

Sannolikhet för att ett utsläpp av farligt gods sker på väg i hamnen 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 och miljoner fordonskilometer uppskattas med Olssons modell [12], 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 [12] presenteras nedan:

$$\lambda = L \cdot O_{anpassad} \cdot P \cdot \text{ÅDT}_{tung\ lastbil} \cdot 10^{-6} \cdot 365$$

där

λ = uppskattat antal olyckor (år⁻¹)

L = vägsträckans längd (km)

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

P = andel tunga transporter med farligt gods av tunga lastbilar

$\text{ÅDT}_{tung\ lastbil}$ = årsmedeldygnstrafik för tunga lastbilar

Det är i den anpassade olyckskvoten som modellen har tagit hänsyn till specifikt transporter av farligt gods. Olyckskvot anger antalet förväntade olyckor relaterade till miljon fordonskilometer. Detta görs till exempel genom att beakta att trafikolyckor med farligt gods inte 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 [12])

DF = dödsföljd, andel döda av skadade personer

SF = skadeföljd, antal skadade personer per olycka

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

$BF_{SS/LS}$ = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av svårt skadade och lindrigt skadade (1,5 inom tätort, 1,7 i övriga vägmiljöer [12])

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

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

I detaljplaneområdets nordvästra gräns löper Sjöhagsvägen som är en sekundär farligt gods-led. Hastighetsbegränsningen är 60 km/h, vägen varierar mellan att bestå av två och fyra filer, och varierar därmed även i bredd mellan 7,5 meter bred och 17 meter (7,5 + 7,5 m med 2 meter mittremsa) och väghållningen är kommunal. Vägsträckan är cirka 1 km. Längs vägsträckningen inom detaljplaneområdet, finns ett antal korsningar, trebenade och fyrbenade, samt en plankorsning med järnväg i höjd med Oljevägen.



Figur 25. Undersökt vägsträcka av Sjöhagsvägen. Röd markerar detaljplaneområdet, gul markerar Sjöhagsvägen, orange markerar korsningar väg och magenta markerar plankorsning järnväg.

Enligt [13] hade vägen en ÅDT på 8900 år 2014, varvid 800 var tung trafik. Enligt prognos 2050 förväntas en ÅDT på 18155 på området varav 1650 tung trafik.

I beräkningarna representeras sträckan av Sjöhagsvägen längs med detaljplaneområdet som en vanlig väg i tätort med två körfält, kommunal väghållare och med en hastighetsgräns på 60 km/h. Detta anses konservativt

med tanke på att vägen bitvis är bredare. Trafikmiljön betraktas som ett mellanområde (M). Korsningarna längs med Sjöhagsvägen kommer beräknas separat.

Detta ger en anpassad olyckskvot på Sjöhagsvägen (exklusive korsningar) mellan motorfordon (samt inkluderat singelolyckor) enligt [12] [14]:

$$O_{anpassad} = 0,119 \left(2,03 \cdot 1,0 + \frac{1,70 \cdot 1,4}{1,12} + \left(1 - \frac{1,4 \cdot 1,70}{1,12} \right) \cdot 1,5 \right) \cdot 1,5 \cdot 1,09 = 0,48$$

Med antagandet att all trafik med lastbilar på området är tung trafik, samt att andelen av alla lastbilar som kör farligt gods är 5 procent i enlighet med riksgenomsnittet, fås följande olycksfrekvenser för farligt gods enligt modellen:

Tabell 2. Undersökta delar inom hamnområdet med respektive väglängd, anpassad olyckskvot, ÅDT samt beräknade olycksfrekvenser

Undersökt del	Väglängd (km)	Anpassad olyckskvot enligt [12] (miljonfordon skm-1år-1)	Andel tunga transporter med farligt gods	ÅDT lastbilar (prognos 2050)	Beräknad olycksfrekvens (år-1)
Sjöhagsvägen	1	0,48	5 %	1650	1,45E-2

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 Sjöhagsvägen och beräkningarna av dem presenteras i ordningen de kommer räknat från sydväst till nordost. Korsning A är således infarten till Kraftvärmeverkets parkering.



Figur 26. Korsning A, Sjöhagsvägen och infart till Mälarenergi AB Kraftvärmeverk. Korsningen är av typ C.

ÅDT för Sjöhagsvägen som används är som tidigare nämnt 1650 för tungtrafik. Infarten till parkeringen är försedd med grind, eftersom fastigheten den leder till är instängslad. På grund av att infarten endast leder till en verksamhet förväntas trafikflödet till och från infarten inte vara högre än antalet tunga transporter till verksamheten. Antalet tunga transporter uppgår enligt uppgift från Kraftvärmeverket till i princip noll. I syfte att vara konservativ ansätts fördelningen av tung godstrafik till 1 % av Sjöhagsvägens ÅDT.

Korsning B är rondellen som sammankopplar Sjöhagsvägen med Slakterigatan och Kolvägen, se figur nedan.



Figur 27. Korsning B, Sjöhagsvägen, Slakterigatan och Kolvägen. Korsningen är av typ D.

ÅDT för Sjöhagsvägen är fortsatt 1650, för Slakterigatan är ÅDT enligt [5] ca 720. Kolvägen är försedd med bommar för att hålla ute obehörig trafik, vilket innebär att trafikflödet av tung trafik till och från Kolvägen förväntas vara samma som antalet tunga transporter till och från verksamheten. Antalet tunga transporter uppgår enligt verksamheten till 30. Eftersom detaljplanen avser att utöka hamnverksamheten och i ambition att vara konservativ dubblas denna siffra till 60.

Korsning C är den trebenade korsningen mellan Sjöhagsvägen och Krangatan, se figur nedan.



Figur 28. Korsning C, Sjöhagsvägen och Krangatan. Korsningen är av typ A.

Korsningen är utförd utan trafiköar och är en oskyddad vänstersväng. Vidare korsas även Krangatan av en cykelväg. ÅDT för Sjöhagsvägen är fortsatt 1650, och fördelningen av tungtrafik till och från Kranvägen antas vara 5 % av ÅDT på Sjöhagsvägen, med avseende på antal verksamheter Krangatan leder till.

Korsning D är korsningen mellan Sjöhagsvägen och Kolvägens andra utfart, se figur nedan.



Figur 29. Korsning D, Sjöhagsvägen och Kolvägen. Korsningen är av typ C.

Även här är Kolvägen försedd med grindar för att hålla ute obehörig trafik. Detta innebär att trafikflödet av tung trafik till och från Kolvägen förväntas vara samma som antalet tunga transporter till och från verksamheten. Enligt uppgift från Mälarhamnar AB kör majoriteten av den tunga trafiken via Kolvägens andra utfart (se korsning B) varvid en konservativ siffra på 2 % av Sjöhagsvägens ÅDT ansätts som fördelning.

Korsning E är korsningen mellan Sjöhagsvägen och Cisterngatan, se figur nedan.



Figur 30. Korsning E, Sjöhagsvägen och Cisterngatan. Korsningen är av typ C.

Cisterngatan leder som namnet förpliktigar till diverse oljecisterner, och verksamheter kopplade till oljeprodukter. Längs Cisterngatan finns även NB oljor och Kosan Gas, som hanterar stora mängder gasol. ÅDT för Sjöhagsvägen är 1650 och fördelningen av tung godstrafik Cisterngatan antas till 2 % av Sjöhagsvägens ÅDT.

Korsning F är korsningen med Sjöhagsvägen och Oljevägen, se figur nedan.



Figur 31. Korsning F, Sjöhagsvägen och Oljevägen. Korsningen är av typ C.

Plankorsningen med järnvägen behandlas i avsnitt A.2. Oljevägen leder till oljehamnen och den mindre vägen åt nordost går till Klöverhallen, som är en sporthall. ÅDT på Sjöhagsvägen är 1650 och preliminärt antas fördelningen av tung godstrafik till hamnområdet till 2 % av Sjöhagsvägens ÅDT.

Sammanfattningsvis presenteras följande värden på korsningarna utmed Sjöhagsvägen. Värdena är tagna ur trafikverkets effektsamband [14] och förutsätter att hastighetsbegränsningen är 60 km/h.

Tabell 3. Värden för beräkning av olycksfrekvens för korsningar

Korsning	Typ	a(10 ⁻⁶)	b	c	Q _t	Q _s	SF	DF	EG _p	O _{mf}
A	C	5,05	1,25	0,45	1667	17	1,15	0,7	1,8	0,027
B	D	1,76	1,20	0	2430	780	1,74	0	4,4	0,191
C	A	5,61	1,25	0,45	1730	80	1,15	0,7	1,8	0,063
D	C	5,05	1,25	0,45	1683	33	1,15	0,7	1,8	0,037
E	C	5,05	1,25	0,45	1683	33	1,15	0,7	1,8	0,037
F	C	5,05	1,25	0,45	1683	33	1,15	0,7	1,8	0,037
Totalt										0,394

Antalet olyckor för tung trafik i korsningarna längs undersökt sträcka av Sjöhagsvägen är enligt beräkning ovan ca 0,4 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 (5%)

Y andelen singelolyckor (0,15)

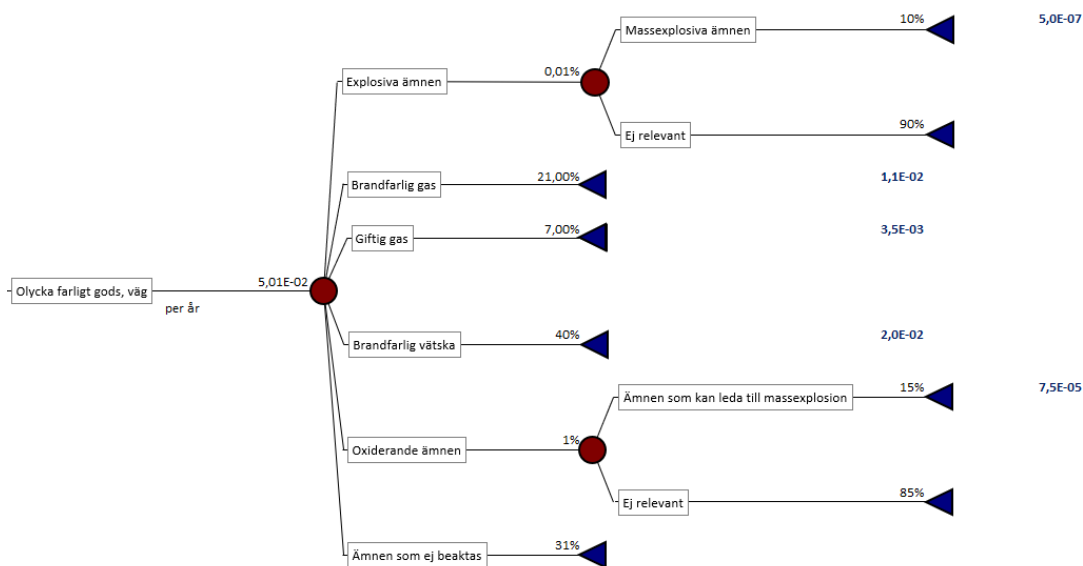
Andelen singelolyckor i korsningar antas vara låg, vilket tas höjd för genom att plocka värden för 50 km/h istället för 60 km/h. Förutsätter man att andelen farligt gods är 5 % innebär det att man med VTI-modellen får en frekvens på olycka som inbegriper farligt gods i en korsning på 0,044 per år. Detta innebär att olycksfrekvensen för farligt gods på Sjöhagsvägen ser ut enligt följande:

Tabell 4. Beräknade olycksfrekvenser på Sjöhagsvägen samt korsningar på den undersökta vägsträckan.

Undersökt del av led	Olycksfrekvens farligt gods
Sjöhagsvägen exklusive korsningar	1,45E-2
Korsningar längs Sjöhagsvägen	3,6E-2
Totalt	5,01E-2

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 [15]. I VTI-modellen beskrivs denna sannolikhet med ett index. Detta index tar hänsyn till att sannolikheten för utsläpp ökar med en ökad fordonshastighet. För Sjöhagsvägen (tätort, 60 km/h) fås ett index på 0,07. Således bedöms sannolikheten för utsläpp av farligt gods till följd av givet en trafikolycka inom hamnområdet vara 7 %.

Vid beräkningarna baseras fördelningen av klasser av farligt gods på Trafas statistik om lastbilstrafik. Dessa redovisas i figuren nedan.

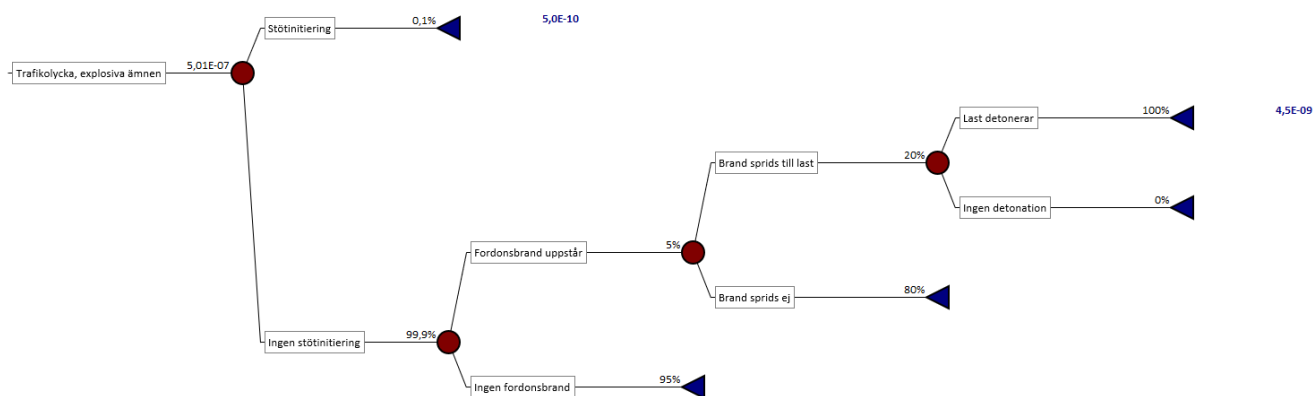


Figur 32. Antagen fördelning av ämnen som transporteras inom hamnområdet samt frekvenser för olycka med respektive ämne.

A.1.1 ADR klass 1 – Explosiva ämnen

Enligt inventering av hamnens verksamheter och enligt uppgift från Mälarhamnar AB transporteras i princip inget klass 1-gods till och från hamnen. Dock finns ingen uttalad policy att inte transportera klass 1, varvid sannolikheten sätts till 0,01 %.

Tester som utförts har visat att massexplosiva ämnen är mycket okänsliga för stötar. Således har sannolikheten för att en stöt ska initiera en explosion ansatts till 0,1 % [16]. Sannolikheten för att en trafikolycka leder till en fordonsbrand antas vara 4,5 %, och avrundas uppåt till 5 %. Detta antagande motiveras av att Norconsult i en rapport från 2020 tog fram denna sannolikhet med hjälp av statistik från USA [17]. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen enligt [16]. Om branden sprids till lasten antas detta alltid leda till en explosion [16].



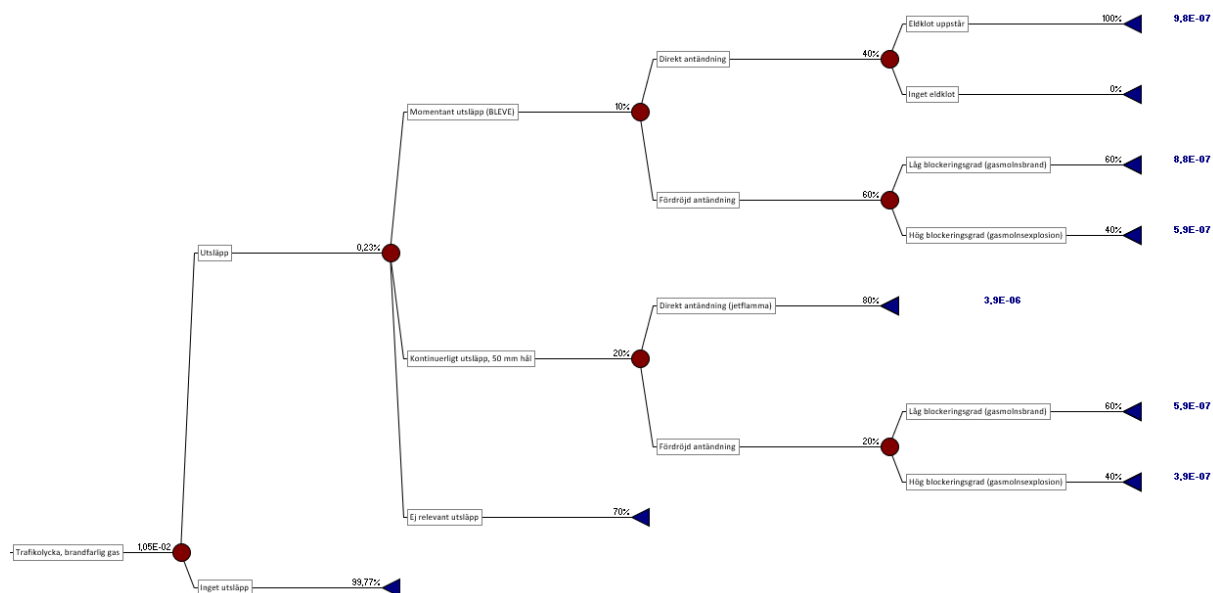
Figur 33. Händelsetråd för explosiva ämnen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.1 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 i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [18]. 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.

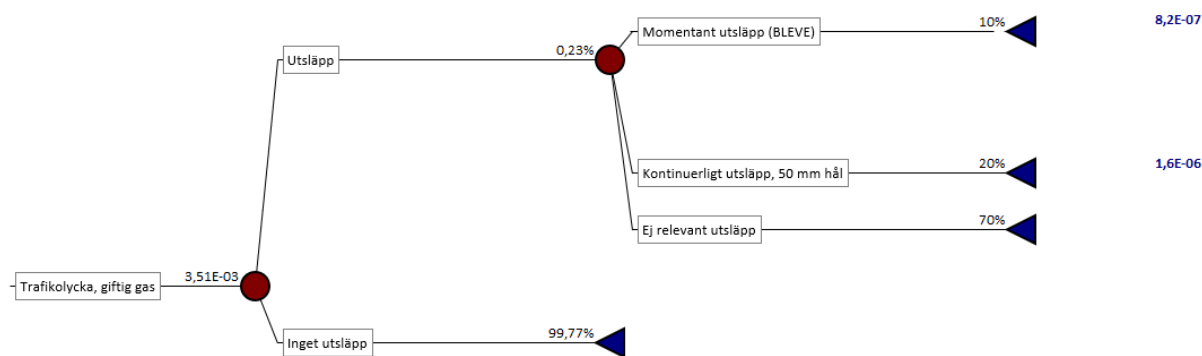


Figur 34. Händelsetråd för brandfarlig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.2

ADR klass 2.3 - Giftig gas

Giftig gaser transporteras normalt tryckkondenserade, vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl 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 i enlighet med nationella riktlinjer i nederländerna [18]. 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.



Figur 35. Händelsetråd för giftig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.3

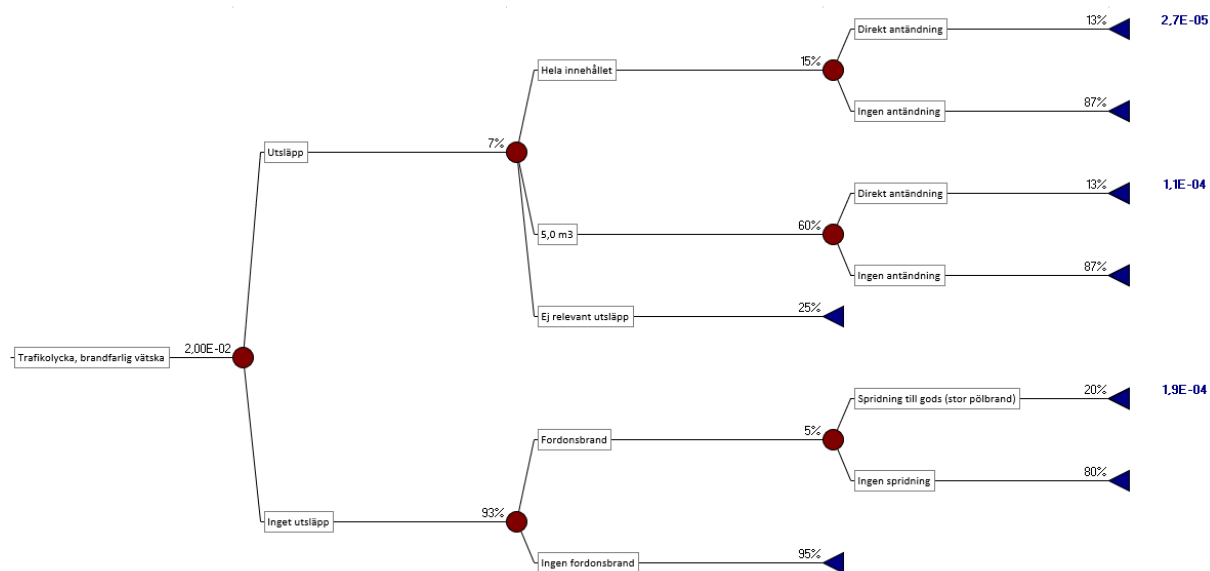
ADR klass 3 - Brandfarlig vätska

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 [18].

Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [15]. Sannolikhet för antändning ansätts enligt [18].

Sannolikheten för att olycka leder till fordonsbrand ansätts till 5 % enligt tidigare resonemang. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen.

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



Figur 36. Händelseträd för brandfarlig vätska. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.4

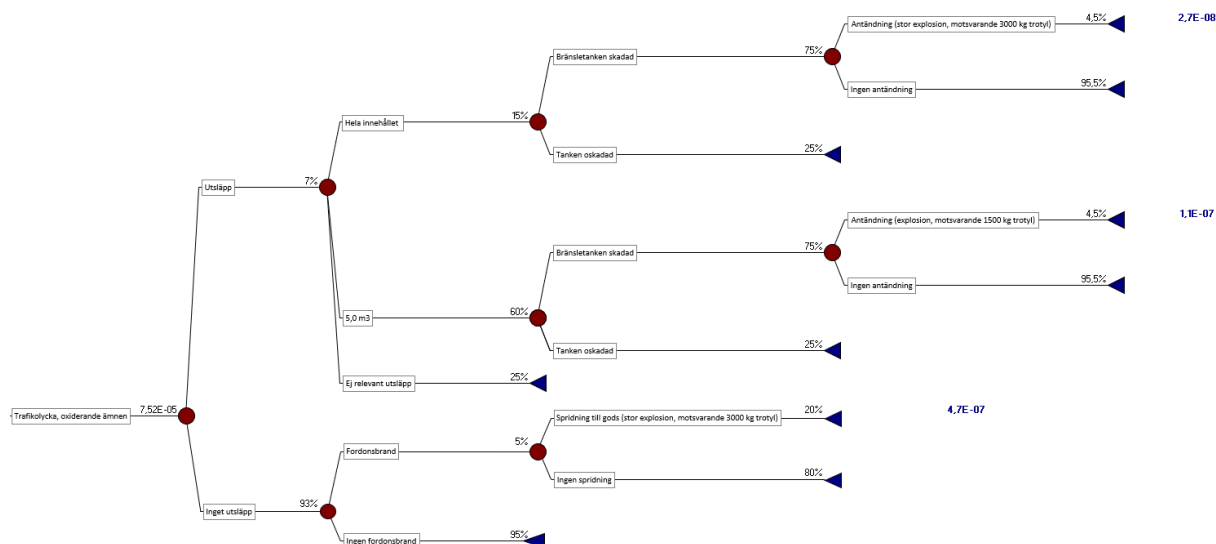
ADR klass 5 - Oxiderande ämnen

Vid olycka med oxiderande ämne antas endast personer omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ett explosionsartat förlopp uppstår. För oxiderande ämnen är det normalt 5.1 som ej är stabiliserade eller som överstiger 60 % koncentration där risk för kraftiga brand- och explosionsförelöpp föreligger, samt organiska väteperoxider i klass 5.2.

Oxiderande ämnen 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 [18]. Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [15]. Sannolikhet för antändning ansätts enligt [18].

Sannolikheten för att olycka leder till fordonsbrand ansätts enligt tidigare resonemang till 5 %. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen.

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



Figur 37. Händelsetråd för oxiderande ämnen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.2

Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på järnväg

Inom detaljplanområdet går järnvägsspår från Mäljarbanan till djuphamnen, se Figur 38 nedan. Järnvägen delas här in i tre delar: transporter till Mäljarhamnar AB vid lastning och lossning av fartyg vilka transporterar gods (hela järnvägssträckan), transporter av gasol till gasolomlastningen (grönmarkerad sträcka) samt transporter av ammoniak till Kraftvärmeverkets verksamhet (gulmarkerad sträcka).



Figur 38. Järnvägens spårdragning inom området. Transporter till och från Mäljarhamnar AB går via både öst och väst samt längs hela järnvägssträckan, transporter av gasolvagnar till gasolomlastningen sker på grönmarkerad sträcka samt transporter av ammoniak till och från Kraftvärmeverket sker på gulmarkerad sträcka.

Transporter till Mälarhamnar AB

Green Cargo AB ansvarar för samtliga järnvägstransporter till och från hamnen. Vid kontakt med företaget framgick att cirka 10-15 vagnar per dag går ned till hamnen från Mälarbanan. Vagnar ankommer och avgår i både väst och öst. Inga transporter går hela vägen från öst till väst respektive väst till öst på järnvägen förbi planområdet. Majoriteten av vagnarna går via den östra sidan ned mot hamnen och resterande går via den västra delen av järnvägen. Green Cargo försöker gruppera vagnarna i den utsträckning som går. I beräkningarna förutsätts således att respektive tåg i genomsnitt består av 3 vagnar. I verkligheten är tågen troligtvis längre när själva fartygsanlöpen till djuphamnen sker, men ur beräkningssynpunkt bedöms detta utgöra en lämplig förenkling.

Enligt kontakt med Mälarhamnar AB hanteras flertalet olika klasser inom hamnen, där allt farligt gods transporteras i containrar. Dessa omlastas till och från fartyg som anlöper 1-2 gånger per vecka. Mängden av allt gods som omsätts inom hamnen uppgick år 2021 till cirka 2,8 miljoner ton. Av dessa var totalt cirka 10 000 ton förpackat farligt gods i containrar, motsvarande 0,35 procent av allt omsatt gods. Enligt verksamheten kan det i dagsläget förväntas gå en järnvägstransport på järnvägen per dag från och till Mälarhamnar AB.

10 000 ton förpackat farligt gods i containrar med 25 ton i varje ger 400 vagnar lastade med farligt gods per år. Ger ungefär 1,1 vagnar per dag. Givet 15 vagnar per dag till Mälarhamnar AB fås 7,3 % vagnar farligt gods per dag.

Fördelningen över hanterat farligt gods år 2021 i ton redovisas i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Fördelning över förpackat farligt gods som omsattes inom hamnen år 2017-2021.

ADR/RID klass	Hanterad mängd (ton)	Andel (%)
1	0	0
2	255	2
3	197	2
4	1272	12
5	6739	66
6	0	0
7	303	3
8	1227	12
9	274	3
Totalt	10267	100

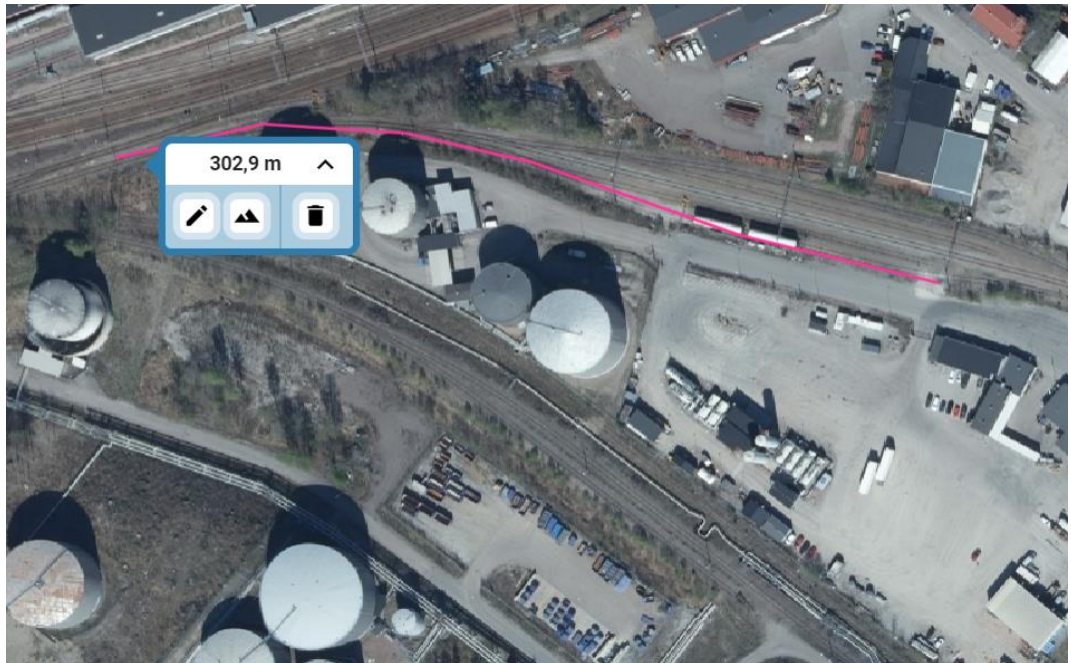
Antalet, typen och placeringen av plankorsningar redovisas i Figur 39 nedan. Plankorsning med ljus och ljud som skydd (Typ 2) markeras i gult och plankorsningar utan skydd (Typ 3) markeras i grönt.



Figur 39. Plankorsningar mellan järnväg och väg där tunga vägfordon kan förväntas.

Transporter till gasolomlastningen

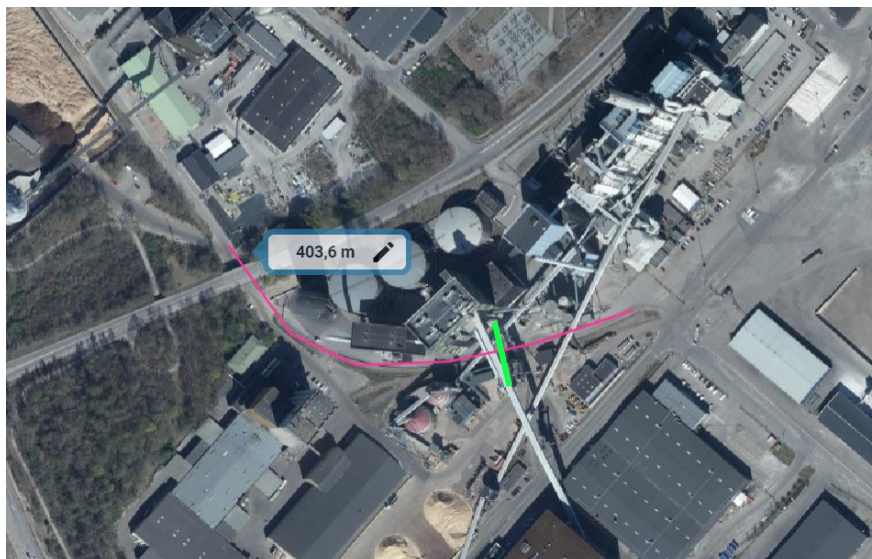
Enligt kontakt med Kosan Gas vilken ansvarar för gasolomlastningen angavs att det föregående år levererades cirka 130 vagnar med gasol å 50 ton tryckkondenserad propan. Detta motsvarar cirka en vagntransport varannan dag till omlastningen. Sträckan som undersöks redovisas i Figur 40 nedan. Inom vägsträckan saknas plankorsningar.



Figur 40. Undersökt sträcka där gasol transporteras till gasolomlastningen via järnvägen.

Transporter till Kraftvärmeverket

Enligt kontakt med Kraftvärmeverket fylls ammoniakläggningen på 4-6 gånger per år där transporterna sker huvudsakligen via järnvägen. I beräkningarna utgås således från i medel 5 vagntransporter per år. På vägsträckan finns en plankorsning, markerad i Figur 41 nedan.



Figur 41. Undersökt sträcka där ammoniak transporteras till Kraftvärmeverket via järnvägen.

Urspårningsfrekvenser för respektive järnvägssträcka

För beräkning av urspårningsfrekvens av vagnar med farligt gods på järnväg används VTI:s rapport som underlag [15]. För tåg med övervägande antal vagnar utan farligt gods används följande formler:

$$F1 = AT * S * (TAF * 2,5 * (UTif + UTof) + (UTig + UTog) * 2/TAV)$$

$$F2 = AT * S * FKT * 3/TAV$$

$$F3 = AT * 2 * \left(\sum_{i=1}^3 PKi * FKVi \right) / TAV$$

För tåg med endast vagnar med farligt gods (utom eventuella skyddsvagnar) används följande formler:

$$F1 = AT * S * TAF * 2,5 * (UTif + UTof)$$

$$F2 = AT * S * FKT * 3$$

$$F3 = AT * 2 * \sum_{i=1}^3 PKi * FKVi$$

Indata som användes redovisas i Tabell A1, statistik redovisad i kapitel 4 används som underlag för beräkningar.

Parameter	Indata			Kommentar
	Mälarhamnar	Gasoloml.	KVV	
Antal tåg med farligt gods per år (AT)	133,2	130	6,0	Uppskattas med hjälp av antal vagntransporter som förväntas ske per dag, samt hur många av dessa som förväntas vara farligt gods.
Avsnittets längd i km (S)	1,8	0,3	0,4	
Tågens medelstorlek uttryckt i antal vagnaxlar, fagovagnar (TAF)	0,88*	4	4	Med antagandet om att varje godsvagn är fyraxlade.

				*Då 7,3 % av vagnarna till och från Mälarhamnar AB är farligt gods beräknas antalet vagnaxlar (normalt 4) vara 7,3 % av normalt 4 vagnaxlar.
Tågens medelstorlek uttryckt i antal vagnaxlar (alla vagnar) (TAV)	12	-	-	För gasolomlastningen och KVV antas transportererna endast utgöras av vagnar med farligt gods
Urspåringstal, boggievagnar (UTif)	7,3E-9			Tabell 1.2 [15], ospecificerad spårkvalité
Urspåringstal, "normalgodstågsvagnar" (UTig)	16,7E-9			Tabell 1.2 [15], ospecificerad spårkvalité
Urspåringstal, ej spårkvalitetsberoende, boggievagnar (UTOf)	4,0E-9			Tabell 1.3 [15]
Urspåringstal, ej spårkvalitetsberoende, "normalgodstågsvagnar" (UTOg)	8,7E-9			Tabell 1.3 [15]
Förväntat antal kollisioner tåg-tåg/vut, per tågkm (FKT)	6,0E-8			[15]
PKi	0 st av Typ 1 1 st av Typ 2 3 st av Typ 3	0 st av Typ 1 0 st av Typ 2 0 st av Typ 3	0 st av Typ 1 0 st av Typ 2 1 st av Typ 3	Summan av antalet plankorsningar beroende av deras skydd. Bommar (Typ 1), Ljud och ljus (Typ 2) samt Kryssmärke, grind eller inget (Typ 3).
FKVi	Typ 1: 5,0E-8 Typ 2: 15,0E-8 Typ 3: 2,0E-8			Förväntat antal sammanstötningar med tungt fordon per övergång och tåg enligt Tabell 1.4 [15].
F1	7,0E-6	4,4E-6	2,7E-7	På grund av urspårning, beräkning enligt ekvation ovan [15].
F2	3,6E-6	7,0E-6	4,3E-7	På grund av kollisioner tåg-tåg, beräkning enligt ekvation ovan [15].
F3	4,7E-6	0E-0	2,4E-7	På grund av kollisioner tåg-tung vägfordon, beräkning enligt ekvation ovan [15].
F	1,3E-5	1,1E-5	9,4E-7	F1+F2+F3

Tabell A1. Parametrar och indata för beräkningar av antal vagnar med farligt gods i trafikolyckor/år på den undersökta vägsträckan.

A.3

Frekvensberäkning, utsläpp från farlig verksamhet

Ett större ammoniakutsläpp från Kraftvärmeverkets ammoniakläggning kan ha stora konsekvensområden då den är giftig och brännbar vid höga koncentrationer. Ammoniaktankarna är placerade inomhus och i en särskild anläggning som är skyddad mot påkörning och extern brand. Enligt RIVM [18]

bedöms frekvensen för ett momentant utsläpp från en trycksatt cistern ovan mark till 5E-7. Med hänsyn till de säkerhetshöjande åtgärder inom ammoniakanläggningen bedöms frekvensen för ett momentant utsläpp av hela cisternens innehåll vara en tiondel av detta värde, således 5E-8. Utsläppet förutsätts inträffa inomhus inom ammoniakanläggningen för att sedan ventileras ut ur byggnaden i enlighet med [19].

Kosan Gas AB är en farlig verksamhet som omlastar stora mängder gasol. Omlastningen sker från järnvägsvagnar på en mindre rangerbangård till lastbil via rör. Lastbilarna kör sedan ut från området via Sjöhagsvägen. Denna verksamhet sker cirka 190 meter från detaljplaneområdet. I samband med omlastningen finns risk för utsläpp. Enligt RIVM [18] uppskattas schablonmässigt sannolikheten för att en omlastning av tankvagn leder till ett momentant utsläpp av hela tankvagnens innehåll (BLEVE) till 5,8E-10.

Vidare finns risk att röranslutningen mellan tankvagnen och bilen brister i samband med omlastningen. Enligt RIVM uppskattas schablonmässigt att sannolikheten för ett rörbrott till 3E-8 per timme. Givet att det anländer 2 tankbilar per dag och att det uppskattas ta en timme per bil att fylla ger detta en frekvens på 2,2E-5 per år.

A.4

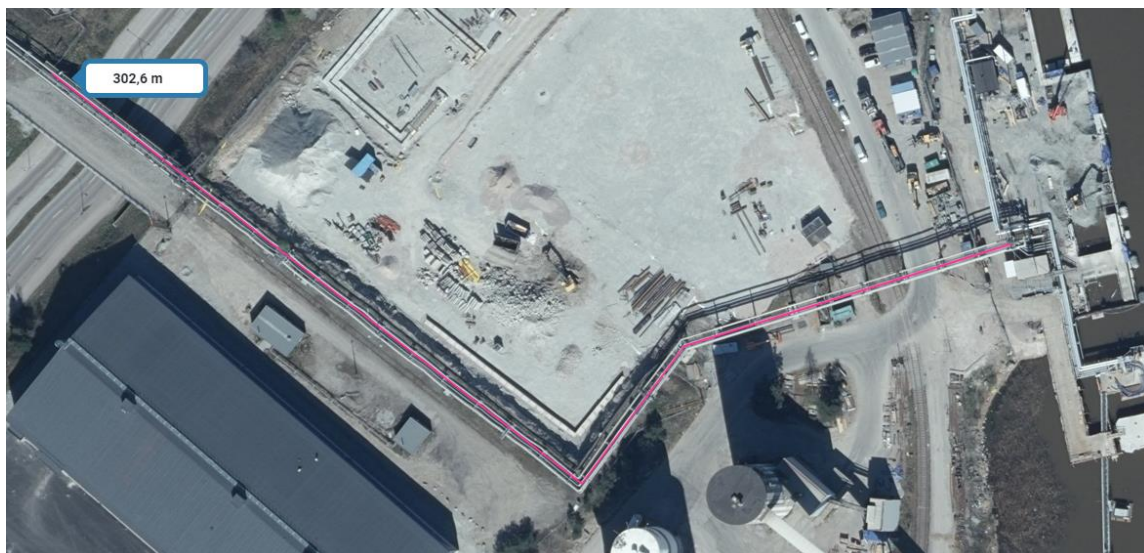
Frekvensberäkning, utsläpp av farligt ämne från rörbrygga

Flertalet verksamheter norr om planområdet är beroende av leveranser av farligt gods från fartyg via energihamnen. Sammanlagt görs flertalet anlop varje vecka och leds via rörledning in till respektive verksamhet. Det är cirka 8 rörledningar som leder från energihamnen, längs rörbrygga enligt Figur 10, och ut till verksamheterna.

De verksamheter som är anslutna till rörbryggan vilken löper inom detaljplanområdet är OKQ8 AB, Nynas AB, Hjelmcö Oil AB samt Svensk Oljeåtervinning AB. Av dessa verksamheter är det OKQ8 AB som tar emot flest anlop och därmed mängder farligt gods.

Enligt kontakt med OKQ8 AB framgick att dessa tar emot cirka 100 fartyg per år. Dessa transporterar i snitt 8 000 m³ och tar cirka 10-12 timmar att lossa. Vid kontakt med övriga verksamheter framgick att dessa antingen i dagsläget eller inom en snar framtid förväntade sig ta emot ett begränsat antal fartyg, cirka 1-2 gånger per år. Undantaget är Nynas AB, vilka tar emot cirka 10 fartyg per år. Det är således OKQ8s verksamhet som främst nyttjar rörbryggan samt med de ämnen som generellt är brandfarligast. I beräkningarna undersöks därför endast OKQ8s ledningar inom rörbryggan.

OKQ8s rör har en diameter mellan 80 till 200 mm enligt kontakt med verksamheten. Enligt RIVM uppgår frekvens för rörbrott för rör ovan mark med en nominell diameter på 75-150 mm på 3,0E-7 per år och meter. I beräkningarna görs en förenkling att denna frekvens gäller samtliga rör till och från OKQ8 inom rörbryggan.



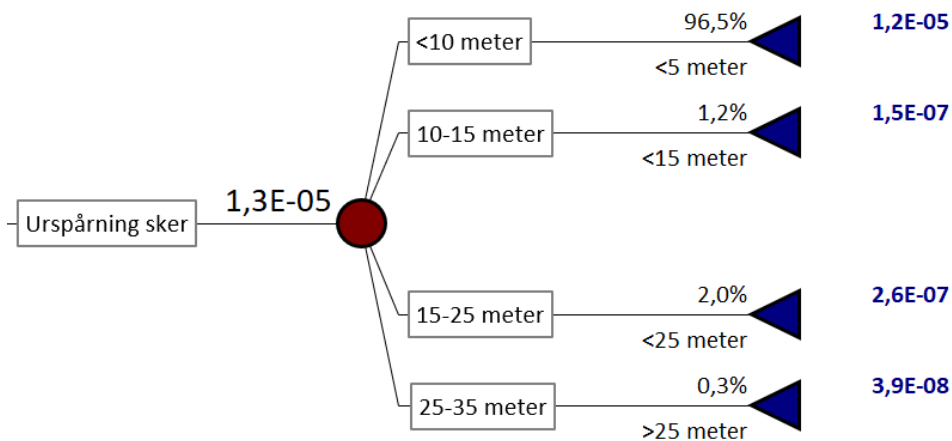
Figur 42. Undersökt sträcka på rörbryggan inom detaljplanområdet markerat i lila. Mätning gjord med lantmäteriets kartverktyg.

Enligt mätningar via lantmäteriets kartverktyg fås att rörbryggan från energihamnen, genom planområdet samt över Sjöhagsvägen uppgår till cirka 300 meter. Givet totalt att det går 4 rör till OKQ8, men att endast ett rör till OKQ8s verksamhet är aktivt åt gången, med en nominell diameter på 75-150 mm samt en rörlängd på cirka 300 meter fås en sammanlagd frekvens för rörbrott på $9,0E-5$ per år. En förutsättning i beräkningarna är att denna frekvens gäller då rörbryggan är i användning. Eftersom rörbryggan i snitt används 1200 timmar om året fås att rörbryggan är i användning 13,7 % av året. Detta ger en årlig felfrekvens på $1,2E-5$.

A.5

Mekanisk skada till följd av urspårningar

Vid en urspårning av tåg finns risk att närområdet drabbas. I beräkningarna har detta beaktats enligt figur nedan. Det har antagits att en godsvagn når längsta avstånd för respektive kategori. Exempelvis har det antagits att samtliga som vistas närmare än 5 meter från järnspåret omkommer, i de scenarier där vagn hamnar mindre än 5 meter från spår. I de fall vagn kommer längre än 25 meter har det antagits att samtliga på ett avstånd av 35 meter omkommer. Avstånden är tagna från [20].



Figur 43. Händelsetråd för urspårning av tåg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år).

A.6

Scenarier för konsekvensberäkningar

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

Tabell 6. Olycksscenarier som undersöks i riskberäkningarna

Benämning	Klass	Scenario	Frekvens (per år)
A1	1.1	Detonation, stötinitiering	5,01E-10
A2	1.1	Detonation, fordonsbrand	4,50E-09
B1	2.1	Momentant, BLEVE	9,82E-07
B2	2.1	Momentant, gasmolnsbrand	8,84E-07
B3	2.1	Momentant, gasmolnsexplosion	5,89E-07
B4	2.1	Kontinuerligt, jetflamma	3,93E-06
B5	2.1	Kontinuerligt, gasmolnsbrand	5,89E-07
B6	2.1	Kontinuerligt, gasmolnsexplosion	3,93E-07
C1	2.3	Momentant, BLEVE	8,18E-07
C2	2.3	Kontinuerligt	1,64E-06
D1	3	Stor pölbrand	2,74E-05
D2	3	Medel pölbrand	1,09E-04
D3	3	Fordonsbrand (stor pölbrand)	1,86E-04
E1	5.1	Stor explosion	2,66E-08
E2	5.1	Explosion	1,07E-07
E3	5.1	Fordonsbrand (stor explosion)	4,73E-07
A1a	5.1	Stor explosion	8,42E-11
A2a	5.1	Stor brand	7,58E-10
A3a	5.1	Explosion	1,30E-10
A4a	5.1	Brand	1,17E-09
B1a	-	Urspårning mycket kort	1,24E-05
B2a	-	Urspårning kort	1,55E-07
B3a	-	Urspårning medel	2,58E-07
B4a	-	Urspårning lång	3,87E-08
F1	2.3	Mycket stort utsläpp, cisternhaveri	5,00E-08
F2	2.3	Urspårning av tankvagn, BLEVE	3,10E-11
F3	2.3	Stort utsläpp, cisternläckage	5,00E-07
F4	2.3	Urspårning av Tankvagn, 75 mm hål	4,80E-11
G1	2.1	Momentant, BLEVE	3,02E-10
G2	2.1	Momentant, gasmolnsbrand	4,53E-11
G3	2.1	Momentant, gasmolnsexplosion	3,02E-11
G4	2.1	Kontinuerligt, jetflamma	2,91E-10
G5	2.1	Kontinuerligt, gasmolnsbrand	1,75E-10
G6	2.1	Kontinuerligt, gasmolnsexplosion	1,17E-10
G7	2.1	Momentant utsläpp tankvagn BLEVE	5,80E-10
G8	2.1	Rörbrott jetflamma	1,10E-05
G9	2.1	rörbrott gasmolnsbrand	6,60E-06
G10	2.1	rörbrott gasmolnsexplosion	4,40E-06
H1	3	Rörbrott pölbrand	3,00E-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. 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
- Förgiftning

Sannolikheten för dödsfall till följd av brännskador uppskattas bland annat med hjälp av ALOHA samt probitberäkningar. I beräkningar görs en förenkling att samtliga personer direkt inom flamfronten förväntas dö i samband med brännskador, medan personer utanför förväntas överleva. I de fall där infallande strålningar kan beräknas med hjälp av ALOHA tillämpas skadekriterier vilka tar hänsyn till den förväntade maximala exponeringstiden.

Sannolikheten för dödsfall till följd av tryckskador uppskattas med hjälp av Tabell 7 nedan [21]. 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 7. 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 [22] 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.

Uppskattning av dödlighet i samband med förgiftning vid utsläpp av giftiga gaser görs med hjälp av så kallade AEGL-3 värden samt en exponeringstid beroende av scenariot som inträffar. AEGL-systemet är framtaget av den amerikanska miljömyndigheten Environmental Protection Agency (EPA).

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 [23].

Ett antal begränsningar finns i ALOHA. [23] [24]

- 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.

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. [25]

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 [21], [26] och [23] - [27].

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 [23] och [24] 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 tiotal 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 8 för en översikt över stabilitetsklasser. ALOHA uppskattar lämplig stabilitetsklass beroende på vindhastighet och molnighet. Är flera stabilitetsklasser möjliga väljer programmet konservativt den stabilaste.

Tabell 8. Kategorisering av stabilitetsklass efter vindhastighet, dag/natt, solinstrålning och molntäcke. Tabellen är översatt och återgiven från [22].

Vindhastighet	Dag			Natt	
	Solinstrålning			Molntäcke	
10 m ovan mark (m/s)	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

För helt mulet väder är stabilitetsklassen D för både dag och natt.

- **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 [21]. 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 [25].
- **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 [21] för en mer detaljerad redogörelse. Utsläppskällans höjd ovan mark har antagits vara 0 meter (marknivån) då detta medför längst konsekvensavstånd.

Följande indata har använts vid alla beräkningar:

- Utsläppspunkten antas vara vid marknivån i öppet landskap.
- Datum och klockslag: 2022-03-28, 12:00
- Vind: 3 meter per sekund på 10 meters höjd.
- Lufttemperatur: 10 °C
- Molnighet: 100 %
- Stabilitetsklass: D (neutral stabilitet)

B.3

ADR Klass 1.1 – Olycka med massexplodivt ämne

Farligt gods som utgörs av explosiva ämnen kan medföra explosion om godset utsätts för stötar (till exempel till följd av kollision) eller påverkan från brand. En explosion ger upphov till en tryckvåg som kan medföra både direkta och indirekta skador. Indirekta skador följer exempelvis av splitter och fallande byggnadsdelar eller att människor kastas omkull av tryckvågen. Tryckvågen kan dessutom ge upphov till skador på byggnader som riskerar att helt eller delvis kollapsa.

Följande modell används för att uppskatta övertryck orsakad av explosion av last med farligt gods vid olycka. [22]

$$\ln(z) = 4,13 - 0.862 * \gamma + 0.0371 * \gamma^2$$

med

$$z = \frac{r}{m_{tnt}^{1/3}}$$

och

$$\gamma = \ln(P)$$

där

r = avståndet från explosionscentrum (m)

m_{tnt} = är massa i TNT-ekvivalenter (kg)

P = är övertryck (kPa)

Det antas att explosiva ämnen som transporteras utgörs av TNT och med anledning av detta används mängder i kilo utan korrigerig.

B.3.1

Konsekvensavstånd runt Sjöhagsvägen

Den maximala mängden massexplodivt ämne som får transporteras per lastbil är 16 ton. Denna mängd används i beräkningarna i syfte att vara konservativ.

Med sambanden presenterade ovan ger en transport på 16 ton TNT ett infallande övertryck på 210 kPa på 45 meters avstånd från explosionscentrum respektive 20 kPa på 165 meter.

B.4 ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas

Vid kontakt med verksamheterna i området erhöles information om vilka typer av brännbara gaser som transporterades till och från området. Det framkom att till största del körs gasol, det vill säga propan. I beräkningarna har det antagits att den brännbara gasen utgörs av just propan.

Beräkningarna delas upp 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.4.1 Brännbar gas - Momentant utsläpp (BLEVE)

Om tanken till en tryckkondenserad gas brister kommer innehållet att 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 [28] 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.4.1.1 Konsekvensavstånd runt Sjöhagsvägen

På Sjöhagsvägen förväntar vi oss transporter av brännbar gas. Bland annat till och från (framförallt från) Kosan Gas gasolomlastning. Mängderna som transporteras i lastbilarna varierar beroende på bilens utformning, men i många fall kan vi förvänta oss bilar lastade med 30 ton brännbar gas, och detta används i beräkningarna. All brännbar gas som transporteras förväntas vara tryckkondenserad propan. Propan har en densitet på 493 kg/m³ och med en massa på 30 ton fås en tankvolym på ca 60 m³. I beräkningarna antas behållaren utgöras av en horisontell cylindrisk tank på 3 x 8,5 meter (diameter x längd). Resultatet av ALOHA-beräkningarna presenteras i tabellen nedan.

Tabell 9. Konsekvensavstånd momentant utsläpp Sjöhagsvägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
----------------------	------------------------------	------------------

Eldklot	232	B1
Gasmolnsbrand	741	B2
Gasmolnsexplosion	623 (20 kPa)	B3

B.4.1.2 Konsekvensavstånd runt Kosan Gas

Kosan Gas gasolomlastning omfattar hantering av stora mängder gasol. På rangerbangården står frekvent två vagnar med 50,5 ton i varje, som ansluts till gasrör som lastbilar kommer och ansluter sig på. Det finns två scenarier där vi undersöker momentant utsläpp, dels från tanken på rangerbangården på grund av exempelvis urspårning, och dels från själva omlastningen. Båda förväntas få samma konsekvenser. Tanken antas vara 100 m³ med en diameter på 3,57 m och en längd på 10 m. Resultatet av ALOHA-beräkningarna redovisas i tabellen nedan.

Tabell 10. Konsekvensavstånd momentant utsläpp gasolomlastning.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Eldklot	273	G1, G7
Gasmolnsbrand	893	G2
Gasmolnsexplosion	751 (20 kPa)	G3

B.4.2 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 [28] 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.4.2.1 Konsekvensavstånd runt Sjöhagsvägen

Tankbilar med propan som kör på Sjöhagsvägen antas ha samma egenskaper som i tidigare beräkning, det vill säga 30 ton, 60 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 Sjöhagsvägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Jetflamma	19	B4
Gasmolnsbrand	206	B5
Gasmolnsexplosion	157 (20 kPa)	B6

B.4.2.2 Konsekvensavstånd runt gasolomlastningen

Kontinuerliga utsläpp i samband med gasolomlastningen undersöks via två olika olycks scenarier: Hål i tank till följd av till exempel urspårning och rörbrott i samband med gasolomlastning. Tanken är av samma mått som tidigare beräkning. Hålet i tanken förutsätts vara 7,5 cm i diameter enligt RIVM [18] och rörbrottet antas vara fullständigt med ett rör som har en diameter på 10 cm. Resultatet av ALOHA-beräkningarna presenteras i tabellen nedan.

Tabell 12. Konsekvensavstånd kontinuerligt utsläpp gasolomlastning.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Jetflamma (tank)	27	G4
Gasmolnsbrand (tank)	329	G5
Gasmolnsexplosion (tank)	251 (20 kPa)	G6
Jetflamma (rör)	21	G8
Gasmolnsbrand (rör)	258	G9
Gasmolnsexplosion (rör)	194 (20 kPa)	G10

B.5 ADR klass 2.3 – Olycka med giftig gas

Gas transporteras generellt under tryck i vätskeform och vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Gaserna är generellt tyngre än luft då de kyls ned vid ett utsläpp och sprids därmed inledningsvis längs marken. Gaserna är giftiga vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Konsekvenserna av ett utsläpp beror framförallt av hålstorlek och väderförhållanden. Inom detaljplaneområdet antas största delen av giftig gas, både gällande transporter och farlig verksamhet, bestå av ammoniak.

Nedan anges vid vilka koncentrationer samt exponeringstider av tryckkondenserad ammoniak som medför risk för dödsfall. Koncentrationerna är beräknade enligt probitsamband angivna i [28].

Tabell 13. Koncentrationer och exponeringstider av ammoniak som medför 50 % risk för dödsfall enligt probitberäkningar angivna i [26].

	10 min	30 min	1 timme	4 timmar
Ammoniak	12 700 ppm	7 300 ppm	5 200 ppm	2 600 ppm

I beräkningarna förutsätts för momentana utsläpp en exponeringstid på 10 minuter vara konservativt, med 12 700 ppm som skadekriterie. För scenarier med kontinuerliga utsläpp ansätts en exponeringstid på 30 minuter, med 7 300 ppm som skadekriteriet. I beräkningarna förutsätts ammoniak vara i

utomhustemperatur på 10 grader, vilket ger ett ångtryck på 609 kPa (cirka 6 bar). För att vara konservativ ansätts ett tryck på 10 bar gälla i tanken.

B.5.1 *Giftig gas – Momentant utsläpp (BLEVE)*

Om tanken till en tryckkondenserad gas brister av krockvåld kommer innehållet att snabbt bilda ett giftigt gasmoln som sprids med vinden.

Konsekvensavståndet för ett giftigt gasmoln av vattenfri ammoniak har beräknats med ALOHA. Förutsättningar för tanken ansätts enligt ovan.

B.5.1.1 **Konsekvensavstånd runt Sjöhagsvägen**

Den giftiga gas som förväntas köras på Sjöhagsvägen antas vara ammoniak. Dimensionerande mängd antas vara 10 ton enligt [källa]. Tryckkondenserad ammoniak har en densitet på 680 kg/m³ vid – 33 grader Celsius vilket ger en tankstorlek på ca 15 m³. Tanken antas vara 4,5 meter lång och ha en diameter på 2,06 meter. Konsekvensavstånd beräknas med ALOHA och resultaten redovisas nedan.

Tabell 14. Konsekvensavstånd momentant utsläpp av giftig gas runt Sjöhagsvägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Momentant utsläpp BLEVE (giftigt gasmoln)	712	C1

B.5.1.2 **Konsekvensavstånd runt Kraftvärmeverket**

På järnvägen förväntas giftig gas transporteras i samband med transporter till kraftvärmeverket. Enligt uppgifter från verksamheten förväntas upp till 50 ton tryckkondenserad ammoniak transporteras via tankvagn på järnvägen. Tryckkondenserad ammoniak har en densitet på 680 kg/m³ vid – 33 grader Celsius vilket ger en tankstorlek på cirka 73,5 m³. Tanken antas vara 10 meter lång och 3,5 meter i diameter. Konsekvensavstånd beräknas med ALOHA och resultaten redovisas nedan. Konsekvensavstånd runt Kraftvärmeverkets ammoniakläggning har uppskattats av verksamheten själva och presenteras nedan.

Tabell 15. Konsekvensavstånd runt Kraftvärmeverket.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Mycket stort utsläpp, ex cisternhaveri	300	F1
Urspårning av tankvagn till KVV, BLEVE (giftigt gasmoln)	1 300	F2

B.5.2 *Giftig gas – Kontinuerligt utsläpp*

Om tanken till en tryckkondenserad gas punkteras kommer innehållet att kontinuerligt släppas ut, förångas och bilda en gasplym. Utsläppet förutsätts ske genom ett 50 mm stort hål i botten av tanken

Konsekvensavståndet för ett kontinuerligt utsläpp av vattenfri ammoniak har beräknats med ALOHA.

B.5.2.1 Konsekvensavstånd runt Sjöhagsvägen

Tankstorlek och dimensioner förutsätts vara samma som vid momentant utsläpp. Hålstorlek och placering enligt ovan. Resultat av ALOHA-beräkningar presenteras nedan.

Tabell 16. Konsekvensavstånd för kontinuerligt utsläpp av ammoniak runt Sjöhagsvägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Kontinuerligt utsläpp (giftigt gasmoln)	347	C2

B.5.2.2 Konsekvensavstånd runt Kraftvärmeverket

Tankstorlek och dimensioner förutsätts vara samma som vid momentant utsläpp. Hålstorlek förutsätts vara 75 mm med placering längst ned i tanken. Resultat av ALOHA-beräkningar presenteras nedan.

Tabell 17. Konsekvensavstånd för kontinuerligt utsläpp av ammoniak runt Kraftvärmeverket.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Stort utsläpp, ex cisternläckage	150	F3
Kontinuerligt utsläpp från tankvagn, urspårning	545	F4

B.6 ADR klass 3 - Olycka med brandfarlig vätska

På planområdet körs en stor del brandfarlig vätska, främst på väg men även på järnväg. 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 bensin).

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 [28] 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 hål 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.6.1

Konsekvensavstånd runt Sjöhagsvägen

På Sjöhagsvägen förväntar vi oss att det transporteras 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 5 cm djup, på 600 m². Fordonsbrand stort utsläpp förväntas ha samma konsekvensavstånd som stor pölbrand. ALOHA-beräkningarna redovisas nedan.

Tabell 18. Konsekvensavstånd för pölbrand runt Sjöhagsvägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Stor pölbrand	35	D1,D3
Medel pölbrand	16	D2

B.6.2

Konsekvensavstånd runt rörbryggan

I rörbryggan förväntas ett visst antal leveranser med petroleumprodukter till närliggande farliga verksamheter per vecka. Enligt frekvensberäkningarna antas OKQ8 ABs verksamhet vara dimensionerande för rörbryggan. Vid kontakt med verksamheten framgick att dessa tar emot cirka 100 fartyg per år, med i snitt 8 000 m³ brandfarlig vätska och tar cirka 10-12 timmar att lossa.

Detta ger ett genomsnittligt flöde på 800 kbm/h per båt när de lossas, vilket motsvarar cirka 220 liter/s. I beräkningarna antas det ta cirka 30 sekunder innan ett rörbrott upptäcks. Detta ger att sammanlagt 6,7 m³ hinner läcka ut på marken innan flödet stängs av. I beräkningarna antas innehållet bilda en 3 cm djup pöl, vilket beräknas breda ut sig över en 220 m² stor yta.

Tabell 19. Konsekvensavstånd för pölbrand runt rörbryggan.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Rörbrott i rörbrygga, pölbrand	20	H1

B.7

ADR klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen kan reagera explosionsartat eller bilda explosiva produkter om det kommer i kontakt med vissa organiska ämnen (t ex aceton och etanol). Kommer det oxiderande ämnet inte i kontakt med organiskt material antas inget explosionsartat förlopp uppstå.

Utsläpp av hela tankinnehållet

Om tanken brister i samband med krockvåld finns en risk att dess innehåll rinner ut och bildar en pöl. Skadas bränsletanken på fordonet i samband med olyckan finns en risk att dessa blandas och att en explosiv blandning uppstår. Enligt [29] innehåller en explosiv oxidator-bränsleblandning idealt cirka 13 %

bränsle, vilket för 400 kg drivmedel ger 3000 kg explosiv blandning. Detta scenario förutsätts vara representativt på både Sjöhagsvägen och järnvägen då mängden som läcker ut från en lastbils bränsletank förutsätts vara lika stora.

I konsekvensberäkningarna representeras denna explosiva blandning av 100 % trotyl. Konsekvensberäkningar för massexplosiva ämnen på samma sätt som för klass 1.1 ger att 3 ton TNT ger ett infallande övertryck på 210 kPa på 26 meters avstånd från explosionscentrum respektive 20 kPa på 95 meter.

Utsläpp av 5 m³

Om det går håll på tanken finns en risk att delar av dess innehåll rinner ut och bildar en pöl. Vid ett mindre utsläpp förutsätts att även en proportionell mindre mängd bränsle från fordonet släpps ut. I beräkningarna förutsätts 200 kg drivmedel blandas med det oxiderande ämnet, vilket enligt resonemang ovan ger 1500 kg explosiv blandning. Detta scenario förutsätts vara representativt på både Sjöhagsvägen och järnvägen då mängden som läcker ut från en lastbils bränsletank förutsätts vara lika stora.

I konsekvensberäkningarna representeras denna explosiva blandning av 100 % trotyl. Konsekvensberäkningar för massexplosiva ämnen på samma sätt som för klass 1.1 ger att 1,5 ton TNT ger ett infallande övertryck på 210 kPa på 20 meters avstånd från explosionscentrum respektive 20 kPa på 75 meter.

Fordonsbrand i samband med en olycka

Om fordonet börjar brinna i samband med en olycka finns en risk att tanken brister och bildar en pöl. Detta antas ha samma konsekvenser som beräknades ovan då hela tankens innehåll släpps ut och blandades med fordonets drivmedel, motsvarande 3 ton TNT. Detta scenario förutsätts endast vara aktuellt vid olyckor i samband med transporter på Sjöhagsvägen.

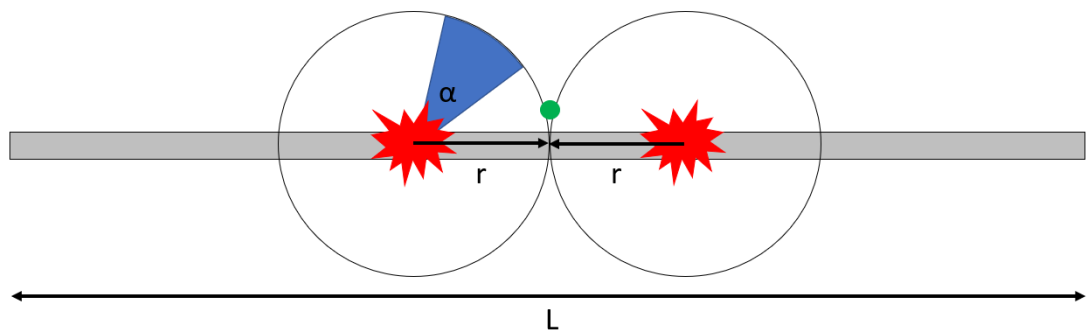
Bilaga C – Beräkningar av individ- och samhällsrisk

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 2.1 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 44 nedan.



Figur 44. 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 (år⁻¹km)

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 [30] ansätts dessa enligt nedan:

- Explosioner och 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 samhällsrisken 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)

Enligt FÖP 67 angavs att cirka 3300 anställda vistas inom planområdet på 840 hektar. Detta ger ett snitt på cirka 400 pers/km² för anställda inom industrihamnen. Med hänsyn till industrihamnens förväntade tillväxt uppskattas konservativt en persontäthet på 500 pers/km² söder om Mälärbanan. Norr om Mälärbanan råder tätortsbebyggelse med flerbostadshus och villor. Därav ansätts en befolkningstäthet i enlighet med SCB på 2600 pers/km².



Figur 45. Befolkningstätheten inom industrihamnen (söder om Mälärbanan) och Västerås tätort (norr om Mälärbanan).

Hänsyn tas till att riskkällor utanför planområdet vilka kan ha långa konsekvensavstånd är placerade på olika avstånd från planområdet. I beräkningarna antas att Kraftvärmeverket är placerad på 0 meters avstånd från detaljplanområdet, medan rangerbangården för gasolomlastningen är placerad på 190 meters avstånd.



Figur 46. Avstånd mellan gasolomlastningens rangerbangård och detaljplanområdet.

För riskkällor inom området som kan påverka närområdet beaktas avståndet till Mälarbanan där en förhöjd persontäthet råder. I övrigt antas att persontätheten inom samtliga drabbade scenarier i konsekvensberäkningarna har en persontäthet på 500 pers/km². I de identifierade scenarierna för riskkällor inom planområdet påverkar inga av dessa området norr om Mälarbanan.

Populationstätheten beror på vilken tid det är på dygnet [18]. Därför delas dygnet upp i dag (8:00–18:30) respektive natt (18:30–8:00) med 56 % respektive 44 % sannolikhet. På dagen förväntas 7 % av populationen befinna sig utomhus och 93 % inomhus. På natten förväntas endast 1 % befinna sig utomhus och 99 % inomhus.

Generellt inom industrihamnen antas att samtliga personer som befinner sig utomhus omkommer inom konsekvensområdet, medan det för personer som befinner sig inomhus har antagits att 25 % omkommer för de flesta olyckor. Undantag görs normalt för utsläpp av giftig gas, där det antas att 50 % av personer omkommer inomhus då gasen ventileras in. Då samtliga byggnader har möjlighet till avstängning av ventilation reduceras andelen personer som omkommer i beräkningarna till följd av utsläpp av giftig gas med 80 %. Antalet döda för varje scenario har avrundats till närmaste heltal.